

آزمون‌های اختصاصی

شیر خام

دکتر سید مهدی رضوی روحانی

استاد دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه

دکتر مهران مرادی

دانشیار دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه

مرادی، مهران، 1325-

آزمون‌های اختصاصی شیر خام / گردآوری مهران مرادی و سید مهدی رضوی روحانی. - ارومیه: دانشگاه

ارومیه، 1398.

186ص: مصور، جدول، نمودار، (انتشارات دانشگاه ارومیه، 265).

شابک: 978-600-8681-59-5

کتابنامه

1- شیر- آزمایش. الف. لبنیات- تولید- کنترل کیفی. الف. رضوی روحانی، سید مهدی، گردآورنده همکار.

ب. عنوان. ج. فروست.

شماره ملی: 5864799- رده کنگره : 4، 1398آ/م، 253، T

عنوان: آزمون های اختصاصی شیر خام

گردآورنده: دکتر مهران مرادی و دکتر سید مهدی رضوی روحانی

ناشر: دانشگاه ارومیه

سال نشر: 1398

سری انتشارات: 265

شابک: 978-600-8681-59-5

پیشگفتار

شیر، اولین ماده غذایی مورد مصرف انسان و حیوان است و از اهمیت معنوی ویژه برخوردار است. انسان با توسعه جوامع بشری، انسان در سراسر این گیتی پهناور، برای تأمین نیازهای غذایی و کاری، شروع به اهلی کردن حیوانات با هدف استفاده از شیر و گوشت نمود. امروزه، شیر و محصولات متنوع تهیه شده از آن، جایگاه ویژه در سبد غذایی انسان و توسعه اقتصادی و امنیت غذایی ایفا می‌نماید. شیر خام، ماده خام اولیه مورد استفاده برای تولید فرآورده‌های لبنی است. در بازگویی اهمیت کیفیت شیر خام در تولید فرآورده‌های لبنی با کیفیت و سالم، شاید بهترین تمثیل، مصرع زیبایی از شیخ بهایی است که می‌گوید "از کوزه همان برون تراود که در اوست". بدیهی است که تولید و عرضه شیر خام با خصوصیات محتوایی، شیمیایی و میکروبی مناسب، تضمینی محکم بر تولید محصولی با کیفیت است. بررسی و رصد وضعیت تولید شیر خام، توزیع و میزان ورودی آن توسط کارخانه‌های لبنی و شیر خشک کشور، به همراه پایش کیفی شیر خام به‌عنوان یک فرآورده‌های خام دامی، از سیاست‌های مهم وزارت جهاد کشاورزی و سازمان دامپزشکی کشور در بهبود کیفیت شیر خام است.

در این کتاب که به طور ویژه به منظور بیان جنبه‌های مختلف آنالیز شیر خام تدوین گردیده است، سعی شده است به تمامی جنبه‌های بهداشت و کنترل کیفی شیر خام از جمله فعالیت در آزمایشگاه آنالیز، روش‌های مختلف ارزیابی ویژگی‌های محتوایی، میکروبی، فیزیکی، شیمیایی و حسی شیر خام پرداخته شود. نمونه-برداری از شیر خام و نمونه‌برداری محیطی از محل تولید و نگهداری، تشخیص تلقبات در شیر خام و برخی آنالیزهای متفرقه، از دیگر موضوعاتی است که در این کتاب به آن اشاره شده است که در مجموع مشتمل بر 8 فصل مختلف است. در نگارش این کتاب و به منظور کمک به درک و یادگیری خواننده، به ویژه در توضیح روش کار آنالیزها، از روش خلاصه نویسی به همراه استفاده از تصاویر شماتیک بهره برده شده است. در پایان بر خود لازم می‌دانیم از تمامی همکاران و دانشجویان گرانقدر که در روند آماده‌سازی و نگارش این کتاب یاری‌رسان بودند، تقدیر و تشکر نماییم. همچنین از مساعدت همکاران معاونت پژوهشی و انتشارات دانشگاه ارومیه قدردانی می‌نماییم. بدون تردید هر نگارش علمی، به دور از لغزش‌های ناخواسته نیست، لذا خواهشمند است نظرات ارزشمند انتقادی و اصلاحی خود را با در میان بگذارید.

فهرست مطالب

فصل 1: اصول کلی کار در آزمایشگاه شیر

7..... کار و ایمنی در آزمایشگاه

10..... شستشوی وسایل

12..... محلول سازی

فصل 2: اصول نمونه برداری از شیر خام

فصل 3: ویژگی‌های ظاهری و فیزیکی-شیمیایی

Error! Bookmark not defined. ویژگیهای حسی

Error! Bookmark not defined. آزمایش صافی

Error! Bookmark not defined. تعیین درجه ترشی یا اسیدیته شیر

Error! Bookmark not defined. اندازه‌گیری دانسیته شیر به روش ترمولاکتودانسیومتر

Error! Bookmark not defined. تعیین نقطه انجماد شیر

فصل 4: ویژگی‌های محتوایی

Error! Bookmark not defined. تعیین درصد چربی شیر به روش ژربر

Error! Bookmark not defined. تعیین میزان پروتئین شیر به روش کجلدال

Error! Bookmark not defined. تعیین میزان پروتئین شیر به روش تیتراسیون فرمل

Error! Bookmark not defined. تعیین میزان کازئین

Error! Bookmark not defined. تعیین میزان لاکتوز شیر

Error! Bookmark not defined. تعیین میزان ماده خشک و خاکستر شیر به روش وزنسنجی

فصل 5: ویژگی‌های میکروبی شیر

Error! Bookmark not defined. آزمون رزازورین

Error! Bookmark not defined. آزمون متیلن بلو

Error! Bookmark not defined.	.....	آنالیز میکروبی شیر خام
Error! Bookmark not defined.	.....	آشنایی با وسایل و تجهیزات آزمایشگاه میکروبیشناسی
Error! Bookmark not defined.	.....	محیط کشت میکروبی و طرز تهیه آنها
Error! Bookmark not defined.	.....	اصول و تکنیکهای انتقال، جداسازی و کشت میکروبی
Error! Bookmark not defined.	.....	شمارش کلی
Error! Bookmark not defined.	.....	شمارش کلیفرمها در مواد غذایی و شناسایی اشرشیا کلی
Error! Bookmark not defined.	.....	جستجو و شمارش استافیلوکوکوس اورئوس
Error! Bookmark not defined.	.....	شمارش باکتریهای سرماگرا و ترمودوریک
Error! Bookmark not defined.	.....	شمارش باکتریهای پروتئولیتیک
Error! Bookmark not defined.	.....	جستجو و شمارش باسیلوس سرئوس
Error! Bookmark not defined.	.....	جستجوی کمپیلوباکتر
Error! Bookmark not defined.	.....	جستجوی یرسینیا
Error! Bookmark not defined.	.....	جستجوی سالمونلا
Error! Bookmark not defined.	.....	جستجو و شمارش لیستریا مونوسیژنز
Error! Bookmark not defined.	.....	شمارش باکتریهای اسید لاکتیک
Error! Bookmark not defined.	.....	شمارش سودوموناسها
Error! Bookmark not defined.	.....	شمارش اسپور باکتریها
Error! Bookmark not defined.	.....	شمارش کپک و مخمر
Error! Bookmark not defined.	.....	جستجو و شناسایی انگل کریپتواسپرویدیوم
Error! Bookmark not defined.	.....	تعیین آلودگی شیر با بروسلا
Error! Bookmark not defined.	.....	تشخیص ورم پستان
Error! Bookmark not defined.	.....	شمارش کیفی سلولهای سوماتیک به روش California Mastitis Test
Error! Bookmark not defined.	.....	شمارش کیفی سلولهای سوماتیک به روش PortaSCC®
		فصل 6:
Error! Bookmark not defined.	.....	روش شستشو
Error! Bookmark not defined.	.....	روش تماس سطحی
Error! Bookmark not defined.	.....	سواب برداری
		فصل 7: آزمون های متفرقه
Error! Bookmark not defined.	.....	جداسازی پروتئین کازئین از شیر
Error! Bookmark not defined.	.....	عنوان
Error! Bookmark not defined.	.....	تعیین غلظت محلولهای حاوی مواد پاککننده و ضدعفونی
		فصل 8: تشخیص تقلبات شیر خام



اصول کلی کار در آزمایشگاه شیر

کار و ایمنی در آزمایشگاه

ایمنی موضوع مهمی است که در هر آزمایشگاهی بایستی به آن پرداخته شود. آزمایشگاه آنالیز شیر خام محلی برای آنالیز شیر خام ورودی به کارخانه است. شیر خام به دلیل داشتن انواع مختلف میکروارگانیسم‌ها، که برخی بین انسان و حیوان مشترک است، ماده غذایی است که بایستی به آن توجه ویژه داشت. در بخش ذیل، یکسری اقدامات لازم که انجام آنها برای انجام دقیق آزمایشات و حفظ سلامت خود و همکاران در آزمایشگاه ضروری است، آورده شده است.

در هر آزمایشگاهی، فرد بایستی دارای مهارت‌های ذیل باشد

- سریع بودن: کار در آزمایشگاه آنالیز شیر خام نیازمند تسلط به مهارت‌های لازم به روش‌های ایمن و موثر حمل، آماده سازی و آنالیز شیر خام است. این امر نیازمند گذراندن دوره‌های آموزشی و کارورزی لازم قبل از فعالیت در آزمایشگاه است.
- آماده بودن: قبل از آزمایش، نسبت به مطالعه اولیه آزمایش بر اساس استانداردهای موجود برای هر آزمایش و فعالیت در آزمایشگاه آنالیز شیر خام اقدام نمایید.
- مسئولیت پذیر بودن: توجه لازم داشتن به محیط کار از جمله، ضدعفونی محل کار قبل و بعد از کار با ماده ضدعفونی مناسب (لیزول: 1/500، فنول: 1/100 و یا اتانول 70 درصد) (جدول 1-1) و تمیز کردن و قرار دادن تمامی وسایل و دستگاه‌ها در جای معین خود. مواد زائد مانند کاغذ، پنبه، چوب کبریت و غیره را در سطل مخصوص ریخته و محیط کشت‌های استفاده شده را در سبدهای مخصوص در مجاور اتوکلاو قرار دهید که بعداً استریلیزه شوند.

جدول 1-1: برخی از مواد ضدعفونی کننده رایج در آزمایشگاه.

ماده ضدعفونی کننده	مورد مصرف	میزان مصرف
ویرکون S	ضدعفونی سطوح، ضدعفونی پیپیت ها و لام های آلوده، ضدعفونی پوست	1 درصد حجمی/حجمی
سدیم و کلسیم هیپوکلریت	ضدعفونی پیپیت‌ها و لام‌های آلوده	2500 ppm یا 0/25 درصد حجمی/حجمی کلر فعال - یا محلول 10 درصد. برای استریل کردن، وسیله مورد نظر را 5-10 دقیقه در محلول قوطه ور نمایید.
اتانول	ضدعفونی پوست	70 درصد حجمی/حجمی

نکاتی مهم در حفظ ایمنی و سلامت فردی در آزمایشگاه

- گذراندن دوره‌های بازآموزی کار در آزمایشگاه‌های مواد غذایی.
- در هر آزمایشگاهی رعایت این اصل کلی و مهم ضروری است: تشخیص خطر، ارزیابی ریسک خطر، کاهش، مدیریت و کنترل خطر و نهایتاً آماده کردن روش‌های لازم در شرایط اضطراری در صورت مواجهه با خطر.
- معمولاً در روش‌های استاندارد انجام کار به خطرات احتمالی انجام آزمایش اشاره نمی‌شود. لذا لازم است اصول کلی ایمنی کار در آزمایشگاه اجرا شود.
- همیشه به موارد ایمنی که روی ظرف ماده شیمیایی، نوشته شده، توجه نمایید.

- آشنایی با مفهوم شکل‌ها و حروف نشان داده شده روی برچسب‌های ایمنی الصاق شده روی مواد این مفاهیم شامل هشدارهای خطر (R^1) و هشدارهای ایمنی (S^2) است که در کنار هر نشان یک عدد قرار می‌گیرد و به صورت توافقی برای هر عدد یک خطر و یا یک نکته ایمنی تعریف شده است. برای مثال R9 داشتن قابلیت انفجار در صورت مخلوط شدن با مواد قابل اشتعال است و یا S8 به معنی نگهداری ظروف در جای خشک است. علاوه بر این دو نشان از نشان‌های خطر به صورت تصویری نیز استفاده می‌گردد (شکل 1-1).
- توجه به تاریخ تولید و مصرف مواد
- در حین استفاده از دستگاه‌های آزمایشگاهی، از روش استاندارد کار و نگهداشت دستگاه که قبلاً تهیه شده استفاده نمایید. برای این منظور استفاده از کتاب راهنمای نگهداشت تجهیزات آزمایشگاهی (به منابع مراجعه گردد) توصیه می‌گردد.
- پرهیز از خوردن، آشامیدن، جویدن آدامس و عدم استفاده از وسایل کازمتیک (آرایشی-بهداشتی) در آزمایشگاه، زیرا مهم‌ترین راه ورود میکروب به بدن از طریق دهان است. برای رفع خستگی و غذا خوردن از یک محل جداگانه استفاده نمایید.
- چیدمان استاندارد وسایل کار روی میز کار در موقع فعالیت و کار در آزمایشگاه.
- پرهیز از قرار دادن وسایل شخصی روی میز کار.

شکل 1-1: علایم و هشدارهای ایمنی.

- استفاده از روپوش سفید مناسب و تمیز، دستکش، عینک و پیش بند در آزمایشگاه (در مواقع ضروری). استفاده از روپوش فرد را در برابر مواد شیمیایی، رنگ‌ها و آلودگی احتمالی با میکروب‌ها محافظت می‌کند. قبل از خروج، روپوش را در آویز مخصوص خود قرار دهید و از پوشیدن آن در خارج از آزمایشگاه جداً خوداری کنید.
- پرهیز از انجام هر گونه شوخی هنگام کار در آزمایشگاه.
- برچسب‌زنی تمامی مواد و محلول‌های تهیه شده و نگهداری مواد در فضایی که توسط شرکت سازنده توصیه کرده است.
- هنگام کار با نمونه‌ها، کشت‌ها، محیط‌های کشت و هنگام تلقیح، از صحبت کردن و سرفه کردن خودداری نمایید.
- در ذخیره‌سازی مواد شیمیایی و میکروبی به شرایط قید شده روی برچسب توجه نمایید.
- استفاده از دستکش‌های نسوز، نئوپرن، بوتیل، لاتکس و یا نیتریل بر اساس نوع آزمایش.
- هنگام کار با میکروب‌ها و قارچ‌های خطرناک و بیماری‌زا حتماً از دستکش و ماسک مخصوص استفاده نموده و زیر هود کار کنید.
- شستشوی مرتب دست‌ها قبل و بعد از پایان کار. از قرار دادن مواد در دهان با دست‌های شستشو نشده خودداری نمایید.
- به محل کپسول آتش نشانی، محل شستشو، دوش اضطراری و درب خروج توجه نمایید.
- امحاء نمونه‌های شیمیایی و میکروبی براساس دستورالعمل‌های ویژه تدوین شده.
- داشتن برنامه بهداشتی، دارویی و واکسیناسیون دقیق و منظم در کارکنان به خصوص بر علیه بیماری‌های مشترک و عواملی که از شیر به انسان منتقل می‌گردند.
- مستندسازی تمامی آزمایش‌ها و نتایج در دفتر یا کامپیوتر.

¹ Risk

² Safety

طراحی آزمایشگاه میکروبی شناسی باید مطابق با الزامات ایمنی مربوط به انواع میکروارگانیسم‌ها باشد. میکروارگانیسم‌ها به 4 گروه خطر دسته‌بندی می‌شوند:

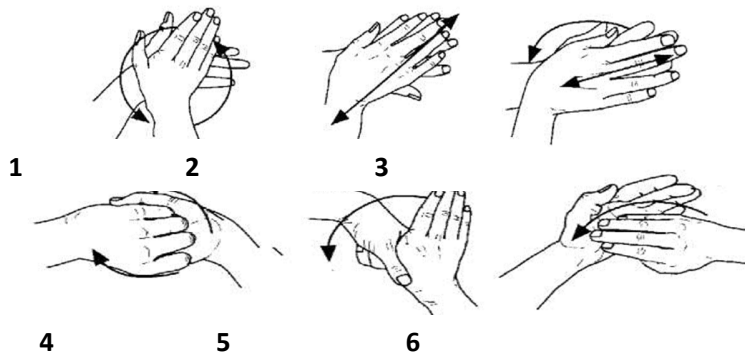
1. گروه 1: بدون خطر یا خطر خیلی کم برای افراد یا جامعه
میکروارگانیسم‌هایی هستند که به عنوان عامل ایجاد بیماری در پرسنل آزمایشگاه شناخته نمی‌شوند. مثل گونه‌های مختلف سودوموناس
2. گروه 2: خطر متوسط برای افراد و کم خطر برای جامعه
میکروارگانیسم‌هایی که برای پرسنل آزمایشگاه به عنوان خطر متوسط شناخته می‌شوند. مثل *اشرشیا کلی* O157:H7 و گونه‌های سالمونلا
3. گروه 3: پرخطر برای افراد و کم خطر برای جامعه
میکروارگانیسم‌های بیماری‌زایی هستند که معمولاً سبب بیماری جدی در انسان می‌شوند، ولی گسترش عفونت از یک فرد به دیگری معمول نیست. درمان و اقدامات پیشگیری در دسترس است. کار با این میکروارگانیسم‌ها در اتاقک‌های محافظ انجام می‌پذیرد. مثل *کلستریدیوم بوتولینوم*
4. گروه 4: پرخطر برای افراد و جامعه
میکروارگانیسم‌های بیماری‌زایی هستند که معمولاً بیماری جدی در انسان ایجاد می‌کنند و می‌توانند به سهولت از یک فرد به دیگری به طور مستقیم یا غیر مستقیم منتقل شود. معمولاً درمان موثر و اقدامات پیشگیرانه در دسترس نمی‌باشد. کار با این میکروارگانیسم‌ها در اتاقک‌های محافظ کلاس 3 و در شرایط کاملاً ایمن انجام می‌پذیرد. مثل *مایکوباکتریوم توبرکلوزیس*

رعایت اصول ایمنی زیستی³ در آزمایشگاه، با توجه نوع میکروارگانیسم و خطراتی آن در کاربر متفاوت است. بر این اساس، 4 سطح از ایمنی زیستی آزمایشگاهی وجود دارد که شامل ایمنی زیستی سطح 1، 2، 3 و 4 است. بدیهی است برای آشنایی با الزامات سطوح ایمنی زیستی، می‌توان به منابع لازم مراجعه نمود.

شستشوی دست‌ها

- شستشوی دست یکی از مهم‌ترین روش‌ها در جلوگیری از انتقال آلودگی از یک نقطه به نقطه دیگر است. حتی استفاده از صابون‌های معمولی نیز نقش مهمی در حذف تعداد زیادی از میکروارگانیسم‌ها و کاهش آلودگی دست دارند.
- شستشوی دست‌ها بعد از هر آزمایش، بعد از هرگونه تماس با مواد آلوده و بعد از استفاده از دستکش ضروری است.
- بهترین روش شستشوی دست‌ها، اسکراب دست‌ها با صابون به مدت 30 ثانیه است. انجام اسکراب باعث شده شدن بیشتر و بهتر میکروب می‌شود.
- از روش استاندارد ذیل به منظور شستشوی دست‌ها استفاده نمایید:
 - مقداری از صابون در کف دست خود بریزید.
 - با مالین دست‌ها در هم، امکان ایجاد کف را فراهم نمایید و آن را در تمامی قسمت‌ها از جمله دور ناخن‌ها پخش نمایید. این کار باعث تسهیل برداشت میکروب از دست شما می‌گردد. برای شستشوی دست‌ها از ترتیب آورده شده در شکل 1-2 ذیل استفاده نمایید.
 - و در نهایت دست‌ها را خشک نمایید.

³ Biosaftey



شکل 1-2: نحوه شستشوی دست.

شستشوی وسایل

وسایل شیشه‌ای جدید

- قرار دادن وسایل در داخل ظرف مناسب (ترجیحاً استیل ضد زنگ) و ریختن محلول یک درصد تری سدیم فسفات و حرارت دادن آن تا زمانی که بجوشد. سپس وسایل را بیرون آورده و با آب شهری آبکشی کرده و سپس در محلول 1 درصد اسید کلریدریک غوطه ور نموده و نهایتاً ابتدا با آب شهری و سپس با آب مقطر آبکشی گردد. پس از خشک شدن، با استفاده از فور و یا اتوکلاو استریل نمایید.

وسایل شیشه‌ای استفاده شده

- پس از خالی کردن محتویات داخل وسیله، ابتدا در آب سرد و سپس در آب گرم (55-50 درجه سانتی‌گراد) غوطه ور نموده و سپس با یک شوینده مناسب و یا محلول یک درصد تری سدیم فسفات شستشو نمایید. سپس با آب شهری و آب مقطر شستشو کرده و به شکل مناسب خشک و استریل نمایید.
- برای شستشوی پیپت، ابتدا آنها را یک شبانه روز در محلول اسید کرومیک غوطه‌ور نموده و سپس ابتدا ترجیحاً یک روز در آب شهری شستشو و با آب مقطر آبکشی و پس از خشک شدن، استریل نمایید.
- برای تهیه محلول اسید کرومیک، ابتدا 80 گرم دی کرومات پتاسیم را در 300 میلی لیتر آب حل کرده و سپس 460 میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ همراه با هم‌زدن مناسب اضافه نمایید.

روش‌های استریلیزاسیون وسایل

- اتوکلاو در دمای 121 درجه سانتی‌گراد به مدت 15 دقیقه (برای کلیه مواد حاوی آب و وسایلی که با حرارت خشک، آسیب می‌بینند).
- حرارت خشک 170 درجه سانتی‌گراد حداقل یک ساعت در فور.
- بخار 100 درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت برای وسایلی که قابل اتوکلاو نیستند.
- شعله پروپان یا بوتان یا شعله گاز در آزمایشگاه برای وسایل فلزی.
- فرو بردن در الکل اتیلیک 70 درصد حجمی/حجمی و شعله دادن (اسپور باکتری‌ها نابود نمی‌شود).
- فرو بردن در محلول هیپوکلریت به مدت حداقل 30 ثانیه (حاوی حداقل 100 ppm کلر یا سایر هالوژن‌های باکتری‌کش قابل قبول) آبکشی با آب استریل و خشک کردن با پارچه استریل.

محلول سازی

نیاز به تهیه محلول‌های شیمیایی در آزمایش‌های معمول آزمایشگاهی و کارهای تحقیقاتی همواره وجود دارد. لذا آشنایی با اصطلاحات رایج مورد استفاده در تهیه محلول و روش‌های مختلف محلول سازی امری ضروری است.

اصطلاحات

- ماده حل‌شونده^۴: ماده‌ای است که در یک محلول حل می‌شود.
- حلال^۵: ماده‌ای است که ماده دیگری در آن حل می‌شود تا محلولی ساخته شود.
- محلول^۶: مخلوطی از دو یا چند ماده خالص است. در یک محلول، یک ماده خالص در یک ماده خالص دیگر به صورت یکنواخت حل می‌شود.
- مول: واحد جرم یک ماده است.
- محلول ذخیره^۷: محلولی است که غلظت بالایی از ماده حل‌شونده دارد و برای تهیه محلول کار استفاده می‌شود. این محلول پس از تهیه در شرایط مناسب نگهداری و در زمان لازم مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- محلول کار^۸: محلولی است که از محلول ذخیره و یا از یک ماده خالص تهیه و بدون رقیق‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

انواع محلول‌ها

محلول مایع در مایع (محلول درصد حجمی) (v/v%)

برابر میلی‌لیتر ماده حل‌شونده در 100 میلی‌لیتر محلول. برای مثال، محلول 10 درصد حجمی الکل اتیلیک برابر 10 میلی‌لیتر الکل اتیلیک در 90 میلی‌لیتر آب است.

محلول جامد در جامد (محلول درصد جرمی) (w/w%)

برابر گرم ماده حل‌شونده در 100 گرم محلول. برای مثال محلول 20 درصد کلرید سدیم، حاوی 20 گرم کلرید سدیم در 100 گرم محلول است.

محلول جامد در مایع (w/v%) بر حسب گرم در لیتر (g/L)

برابر گرم ماده حل‌شونده در 100 میلی‌لیتر محلول. برای مثال محلول 1 درصد وزنی/حجمی فنل فتالئین از حل کردن 1 گرم در 100 میلی‌لیتر الکل اتیلیک 95 درصد تهیه می‌شود.

نحوه تبدیل محلول درصد جرمی به درصد حجمی

برای مثال، محلول 10 درصد جرمی الکل اتیلیک در آب شامل 10 گرم الکل در 100 گرم آب است. برای محاسبه، ابتدا حجم ماده (الکل) با تقسیم جرم الکل به دانسیته الکل (میلی‌لیتر = $10 \div 0.794 = 12.6$) محاسبه می‌گردد. سپس حجم محلول کل با تقسیم

⁴ Solute

⁵ Solvent

⁶ Solution

⁷ Stock solution

⁸ Working solution

جرم محلول به دانسیته محلول 10 درصد الکل (میلی لیتر $101/8 = 100 \div 0/983$) محاسبه می‌گردد. در نهایت درصد حجمی با تقسیم حجم ماده به حجم محلول (درصد $12/4 = 101/8 \div 12/6$) بدست می‌آید. برای تبدیل درصد وزنی به درصد جرمی معادلات بالا را به صورت عکس محاسبه نمایید.

محلول جامد در مایع بر حسب مولار (مولاریته یا محلول مولار) (mols/L)

تعداد مول‌های ماده حل شونده در یک لیتر محلول است.

الف) اگر ماده حل شونده جامد است، ابتدا جرم مولکولی (MM) ماده حل شونده و سپس مولاریته (M) و میزان مورد نیاز از محلول (V) به لیتر را مشخص نمایید و با استفاده از فرمول زیر میزان ماده حل شونده مورد نیاز به گرم (g_s) را محاسبه نمایید:

$$g_s = MM_s \times M \times V$$

مثال: 800 میلی لیتر محلول 2 مولار کلرید سدیم تهیه نمایید؟ ($MM_{NaCl} = 58.45 \text{ g/mol}$)

$$g_{NaCl} = 58.45 \text{ g/mol} \times 2 \text{ mol/L} \times 0.8 \text{ L}$$

$$g_{NaCl} = 93.52 \text{ g NaCl}$$

ابتدا 93/52 گرم کلرید سدیم را در 400 میلی لیتر آب مقطر حل و سپس به حجم 800 میلی لیتر برسانید.

ب) اگر ماده حل شونده مایع است، حجم (V₂) و مولاریته (M₂) محلول نهایی را مشخص و سپس حجم محلول کاری (V₁) از محلول ذخیره با مولاریته (M₁) را با استفاده از فرمول زیر محاسبه نمایید:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

مثال: 100 میلی لیتر محلول اسید هیدروکلریک 1 مولار از اسید هیدروکلریک (12/1 مولار) تهیه نمایید؟

$$12.1 \times V_1 = 1 \times 100$$

$$V_1 = 8.26 \text{ mL}$$

8/26 میلی لیتر اسید هیدروکلریک غلیظ را به 50 میلی لیتر آب مقط اضافه کرده و پس از هم زدن به حجم 100 میلی لیتر برسانید.

محاسبه مولاریته محلول‌های درصدی

برای مثال مولاریته محلول اسید هیدروکلریک 37/2 درصد با دانسیته 1/19 گرم در میلی لیتر و جرم مولکولی 36/4 گرم بر مول محاسبه نمایید.

$$(1) \text{ جرم محلول} = \text{حجم} \times \text{دانسیته} \quad 1000 \times 1/19 = 1190$$

$$(2) \text{ درصد جرمی} = 37/2 \text{ درصد} = 0/372$$

$$(3) \text{ جرم محلول} \times \text{درصد جرمی} \div \text{جرم مولکولی} = \text{مولار} \quad 1190 \times 0/372 \div 36/4 = 12/1$$

مولاریته اسید هیدروکلریک 37/2 درصد، 12/1 است.