



انتشارات، شماره ۶۰۲

دستورالعمل کنترل کیفی آزمایشگاهی در کارخانهای قند

تدوین و گردآوری:

دکتر خلیل بهزاد

استادیار بازنشسته دانشگاه فردوسی مشهد

مهندس محمد باقر باقرزاده

مدیرعامل مرکز بررسی، تحقیق و آموزش صنایع قند ایران

دکتر محمد الهی

استادیار دانشکده کشاورزی گروه صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

سرشناسه : بهزاد، خلیل، ۱۳۲۳ -
 عنوان و نام پدیدآور : دستورالعمل‌های کنترل کیفی آزمایشگاهی در کارخانه‌های
 قند / تدوین و گردآوری خلیل بهزاد، محمد باقر باقرزاده،
 محمد الهی.
 مشخصات نشر : مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۹۱.
 مشخصات ظاهری : ۲۷۰ ص، جدول.
 فرست : انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ شماره ۶۰۲.
 شابک : (ISBN: 978-964-386-276-3)
 وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا.
 یادداشت : کتابنامه.
 موضوع : قند و شکر -- تولید و تصفیه -- کنترل کیفی.
 شناسه افزوده : باقرزاده، محمد باقر، ۱۳۲۳ - ، مترجم.
 شناسه افزوده : الهی، محمد، ۱۳۴۹.
 شناسه افزوده : دانشگاه فردوسی مشهد.
 رده‌بندی کنگره: TP ۳۸۲ / ب ۹ د ۵۹۳۹۱
 رده‌بندی دیویی: ۶۶۴ / ۱۳
 شماره کتابخانه ملی: ۱۹۳۸۱۷۷



انتشارات، شماره ۶۰۲

دستورالعمل کنترل کیفی آزمایشگاهی در کارخانه‌های قند

تدوین و گردآوری

دکتر خلیل بهزاد - مهندس محمد باقرزاده - دکتر محمد الهی

ویراستار علمی

دکتر محبت محبی

وزیری، ۲۷۰ صفحه، ۱۰۰۰ نسخه، چاپ اول، زمستان ۱۳۹۱

امور فنی و چاپ: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

بها: ۶۷۰۰۰ ریال

ISBN: 978-964-386-276-3

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۳۸۶-۲۷۶-۳

فهرست مطالب

۹	پیش‌گفتار
۱۰	تشکر و قدردانی
۱۵	فصل اول: اصول اولیه در آزمایشگاه کنترل کیفی
۱۵	۱ مقدمه‌ای بر آزمایشگاه کنترل کیفی
۱۶	۲ چارت سازمانی آزمایشگاه
۱۸	۳ دستگاه‌های مورد استفاده
۱۸	۳،۱ رفراکتومتر
۲۲	۳،۲ پلاریمتر
۳۰	۳،۳ pH متر
۳۲	۳،۴ اسپکتروفتومتر
۳۷	۳،۵ کنداکتومتر
۳۹	۴ اصول پایه شیمی تهیه محلول‌ها در آزمایشگاه
۴۹	۵ واکنشگرهای لازم برای آزمایش‌ها
۶۴	۶ دستورالعمل‌های عمومی
۶۷	فصل دوم: آزمایش‌ها در صنعت قند
۶۷	۱ آزمایش‌های عیارسنج
۶۸	۱،۱ تعیین درصد قند چغندر قند (عیار)
۶۹	۱،۲ تعیین درصد افت چغندر قند
۷۰	۲ انتقال چغندر
۷۰	۲،۱ آزمایش‌های آب کانال چغندر قند
۷۰	۲،۱،۱ تعیین PH آب کانال چغندر قند
۷۰	۲،۱،۲ تعیین دمای آب کانال چغندر قند
۷۱	۳ عصاره‌گیری
۷۱	۳،۱ آزمایش‌های دیفوزیون

۷۱	۳،۱،۱ آزمایش های خلال چغندر قند
۷۱	۳،۱،۱،۱ تعیین دی‌زسیون خلال
۷۲	۳،۱،۱،۲ تعیین ماده خشک خلال
۷۳	۳،۱،۱،۳ تعیین PH خلال
۷۴	۳،۱،۱،۴ تعیین کیفیت خلال
۷۵	۳،۱،۱،۵ تعیین مارک چغندر قند
۷۶	۳،۱،۱،۶ تعیین قند انورت چغندر قند
۷۹	۳،۱،۱،۷ تعیین رافینوز چغندر قند
۸۰	۳،۱،۱،۸ تعیین سطح مخصوص خلال
۸۱	۳،۲ آزمایش های شربت خام
۸۱	۳،۲،۱ تعیین درصد قند شربت خام
۸۲	۳،۲،۲ تعیین ماده خشک شربت خام
۸۳	۳،۲،۳ تعیین PH شربت خام
۸۳	۳،۲،۴ تعیین اسیدیته شربت خام
۸۴	۳،۲،۵ تعیین قند انورت شربت خام
۸۷	۳،۲،۶ شمارش مستقیم میکروسکوپی شربت خام
۸۸	۳،۲،۷ شمارش کلنی (کلنی کانت) میکروب های شربت خام
۹۰	۳،۲،۸ تعیین pH آب دی‌فوزیون
۹۰	۳،۳ آزمایش های آب تفاله
۹۰	۳،۳،۱ تعیین درصد قند آب تفاله
۹۱	۳،۳،۲ تعیین ماده خشک آب تفاله
۹۲	۳،۳،۳ تعیین PH آب تفاله
۹۲	۳،۴ آزمایش های تفاله پرس شده
۹۲	۳،۴،۱ تعیین درصد قند تفاله پرس شده
۹۴	۳،۴،۲ تعیین ماده خشک تفاله پرس شده
۹۵	۳،۵ آزمایش های تفاله خشک

۹۵	۳،۵،۱ تعیین درصد قند تفاله خشک
۹۶	۳،۵،۲ تعیین ماده خشک تفاله خشک
۹۷	۳،۵،۳ تعیین زمان باز شدن تفاله بریکت
۹۷	۴ تصفیه شربت
۹۷	۴،۱ آزمایش های آهک خور I
۹۷	۴،۱،۱ تعیین PH شربت آهک خور I
۹۸	۴،۱،۲ تعیین قلیایی شربت آهک خور I
۹۹	۴،۱،۳ تعیین بومه شیر آهک
۹۹	۴،۲ آزمایش های آهک خور II
۹۹	۴،۲،۱ تعیین قلیایی شربت آهک خور II
۱۰۰	۴،۳ آزمایش های کربناتاسیون I
۱۰۰	۴،۳،۱ تعیین PH شربت کربناتاسیون I
۱۰۰	۴،۳،۲ تعیین قلیایی شربت کربناتاسیون I
۱۰۱	۴،۳،۳ تعیین آهک کل شربت کربناتاسیون I
۱۰۲	۴،۳،۴ تعیین سرعت سدیمتاسیون شربت کربناتاسیون I
۱۰۳	۴،۳،۵ اندازه گیری حجم گل شربت کربناتاسیون I
۱۰۳	۴،۳،۶ ضریب صاف شدن (Fk) شربت کربناتاسیون I
۱۰۶	۴،۳،۷ قلیایی ایتیم شربت کربناتاسیون I
۱۰۶	۴،۳،۸ تعیین کدورت شربت کربناتاسیون I
۱۰۷	۴،۴ آزمایش های گل کربناته
۱۰۷	۴،۴،۱ تعیین درصد قند گل کربناته
۱۰۹	۴،۴،۲ تعیین ماده خشک گل کربنات
۱۰۹	۴،۴،۳ تعیین مقدار درصد CaO در گل
۱۱۰	۴،۵ آزمایش های کربناتاسیون II
۱۱۰	۴،۵،۱ تعیین PH شربت کربناتاسیون II
۱۱۱	۴،۵،۲ تعیین قلیایی شربت کربناتاسیون II

۱۱۱	۴،۵،۳ تعیین آهک کل شربت کربناتاسیون II
۱۱۲	۵ اوپراسیون
۱۱۳	۵،۱ آزمایش های شربت رقیق
۱۱۳	۵،۱،۱ تعیین درصد قند شربت رقیق
۱۱۴	۵،۱،۲ تعیین ماده خشک شربت رقیق
۱۱۴	۵،۱،۳ تعیین PH شربت رقیق
۱۱۵	۵،۱،۴ تعیین قلیایی شربت رقیق
۱۱۵	۵،۱،۵ تعیین سختی کل شربت رقیق
۱۱۶	۵،۱،۶ تعیین خاکستر شربت رقیق
۱۱۷	۵،۱،۷ تعیین رنگ شربت رقیق
۱۱۸	۵،۱،۸ تعیین مقدار قند انورت شربت رقیق
۱۲۱	۵،۱،۹ تعیین مقدار اکسید گوگرد شربت رقیق
۱۲۲	۵،۲ آزمایش های شربت غلیظ
۱۲۲	۵،۲،۱ تعیین درصد قند شربت غلیظ
۱۲۳	۵،۲،۲ تعیین ماده خشک شربت غلیظ
۱۲۳	۵،۲،۳ تعیین PH شربت غلیظ
۱۲۴	۵،۲،۴ تعیین قلیایی شربت غلیظ
۱۲۵	۵،۲،۵ تعیین سختی کل شربت غلیظ
۱۲۶	۵،۲،۶ تعیین خاکستر شربت غلیظ
۱۲۷	۵،۲،۷ تعیین رنگ شربت غلیظ
۱۲۸	۵،۲،۸ تعیین مقدار قند انورت شربت غلیظ
۱۳۱	۶ کریستالیزاسیون
۱۳۱	۶،۱ آزمایش های پخت ها
۱۳۱	۶،۱،۱ تعیین درصد قند پخت ها
۱۳۲	۶،۱،۲ تعیین ماده خشک پخت ها
۱۳۳	۶،۱،۳ تعیین PH پخت ها

۱۳۳	۶،۱،۴ تعیین خاکستر پخت‌ها
۱۳۴	۶،۲ آزمایش‌های پساب‌ها، لیکور استاندارد و ملاس
۱۳۴	۶،۲،۱ تعیین درصد قند پساب‌ها، لیکور استاندارد و ملاس
۱۳۵	۶،۲،۲ تعیین ماده خشک پساب‌ها، لیکور استاندارد و ملاس
۱۳۶	۶،۲،۳ تعیین PH پساب‌ها، لیکور استاندارد و ملاس
۱۳۶	۶،۲،۴ تعیین خاکستر پساب‌ها، لیکور استاندارد
۱۳۷	۶،۲،۵ تعیین خاکستر ملاس
۱۳۸	۶،۲،۶ تعیین مقدار قند انورت ملاس
۱۴۱	۶،۲،۷ تعیین رنگ در محلول کلرس I
۱۴۲	۶،۳ آزمایش‌های قند و شکر
۱۴۳	۶،۳،۱ تعیین درصد قند شکر سفید و پودر قند
۱۴۴	۶،۳،۲ تعیین قند انورت شکر سفید و پودر قند
۱۴۷	۶،۳،۳ تعیین درصد رطوبت شکر سفید و پودر قند
۱۴۸	۶،۳،۴ تعیین خاکستر شکر سفید و پودر قند
۱۴۸	۶،۳،۵ تعیین رنگ در محلول شکر سفید و پودر قند
۱۵۰	۶،۳،۶ تعیین رنگ ظاهری شکر سفید و قند
۱۵۲	۶،۳،۷ تعیین مقدار SO_2 شکر سفید و پودر قند
۱۵۳	۶،۳،۸ تعیین باکتری‌های هوازی مزوفیل شکر و پودر قند
۱۵۵	۶،۳،۹ تعیین کپک و مخمر شکر و پودر قند
۱۵۷	۶،۳،۱۰ تعیین کلیفرم در شکر و پودر قند
۱۵۹	۶،۴ تعیین رافینوز نمونه‌های فرآیند تولید شکر از چغندر قند
۱۶۳	۷ کوره آهک
۱۶۴	۷،۱ آزمایش‌های سنگ آهک
۱۶۴	۷،۱،۱ تعیین درصد رطوبت موجود در سنگ آهک
۱۶۴	۷،۱،۲ تعیین درصد مواد فرار سنگ آهک
۱۶۵	۷،۱،۳ تعیین درصد مواد نامحلول در اسید کلریدریک (نمونه سنگ آهک)

۱۶۶	۷،۱،۴ تعیین درصد آهن و آلومینیوم سنگ آهک
۱۶۷	۷،۱،۵ تعیین درصد کلسیم و منیزیم سنگ آهک
۱۷۰	۷،۲ آزمایش‌های کک
۱۷۰	۷،۲،۱ تعیین درصد رطوبت کک
۱۷۰	۷،۲،۲ تعیین درصد مواد فرار کک
۱۷۱	۷،۲،۳ تعیین درصد خاکستر کک
۱۷۲	۷،۳ آزمایش‌های گاز تولیدی کوره آهک
۱۷۴	۷،۳،۱ تعیین غلظت گاز دی‌اکسید کربن CO_2
۱۷۶	۷،۳،۲ تعیین غلظت گاز اکسیژن O_2
۱۷۸	۷،۳،۳ تعیین غلظت گاز منواکسید کربن CO
۱۷۹	۸ کوره بخار
۱۷۹	۸،۱ آزمایش‌های آب تغذیه و آب کوره بخار
۱۷۹	۸،۱،۱ PH آب تغذیه و آب کوره بخار
۱۸۰	۸،۱،۲ سختی کل (مجموع کلسیم و منیزیم) آب تغذیه و آب کوره بخار
۱۸۱	۸،۱،۳ سختی کربنات و سختی غیر کربنات آب تغذیه و آب کوره بخار
۱۸۱	۸،۱،۴ قلیایی فنل فتالین و متیل اورانژ (عدد P و عدد m) آب تغذیه و آب کوره بخار
۱۸۳	۸،۱،۵ تعیین وزن مخصوص یا چگالی آب کوره بخار
۱۸۳	۸،۱،۶ اثبات وجود قند (تست مولیش) آب تغذیه و آب کوره بخار
۱۸۴	۸،۱،۷ تعیین مقدار هیدرازین (N_2H_4) آب کوره بخار
۱۸۵	۹ قندگیری از ملاس
۱۸۵	۹،۱ آزمایش‌های آهک
۱۸۵	۹،۱،۱ درصد زبره آهک
۱۸۶	۹،۱،۲ اکتیویته آهک (مقدار CaO در آهک)
۱۸۷	۹،۲ آزمایش‌های فرملاس
۱۸۷	۹،۲،۱ تعیین درصد قند فرملاس
۱۸۸	۹،۲،۲ تعیین ماده خشک فرملاس

۱۸۸	۹،۳ آزمایش‌های ساکارات سرد
۱۸۸	۹،۳،۱ تعیین درصد قند ساکارات سرد
۱۸۹	۹،۳،۲ تعیین درصد CaO در ساکارات سرد
۱۹۰	۹،۳،۳ تعیین درجه خلوص ظاهری ساکارات سرد
۱۹۱	۹،۳،۴ تعیین درجه خلوص حقیقی ساکارات سرد
۱۹۲	۹،۳،۵ تعیین بومه ساکارات سرد
۱۹۲	۹،۴ آزمایش‌های پساب سرد
۱۹۲	۹،۴،۱ تعیین درصد قند پساب سرد
۱۹۴	۹،۴،۲ تعیین درصد CaO در پساب سرد
۱۹۴	۱۰ آزمایش‌های فاضلاب
۱۹۵	۱۰،۱ اندازه‌گیری اکسیژن محلول (DO)
۱۹۶	۱۰،۲ تعیین pH فاضلاب
۱۹۶	۱۰،۳ تعیین کدورت فاضلاب
۱۹۷	۱۰،۴ تعیین اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی (BOD)
۱۹۹	۱۰،۵ اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)
۲۰۰	۱۰،۶ تعیین باقیمانده کل (T.S)
۲۰۱	۱۰،۷ تعیین کل مواد جامد فرار در یک فاضلاب (V.S)
۲۰۲	۱۰،۸ تعیین کل مواد جامد حل‌نشده در یک لیتر فاضلاب (T.S.S)
۲۰۳	۱۰،۹ تعیین کل مواد جامد حل‌شده در یک لیتر فاضلاب (T.d.S)
۲۰۳	۱۰،۱۰ تعیین درصد قند آب کانال شستشو
۲۰۴	۱۱ آزمایش‌های ویژه
۲۰۴	۱۱،۱ تعیین ساکارز در ملاس به روش انورسیون
۲۰۶	۱۱،۲ تعیین اندازه کریستال شکر تولیدی
۲۰۶	۱۱،۲،۱ روش استفاده از یک الک
۲۰۶	۱۱،۲،۲ روش استفاده از چند الک
۲۰۹	۱۱،۳ تعیین فروکتوز و گلوکوز (قند انورت) به روش UV

۲۱۰	۱۱،۴ تعیین مواد خارجی در شکر
۲۱۰	۱۱،۵ تعیین مواد خارجی نامحلول قابل ته نشین شدن در شکر
۲۱۳	۱۱،۶ تعیین فلوک در شکر
۲۱۵	پیوست
۲۱۵	جدول ۱، وزن مخصوص محلول‌های ساکارز در ۲۰°C
۲۵۹	جدول ۲، تعیین درصد قند به روش ۱۱۰-۱۰۰
۲۶۹	منابع

www.ketab.ir

با وجود عمر چند صدساله صنعت قند، هرچند از نظر تکنولوژی و اتوماسیون تغییرات گسترده‌ای در این صنعت رخ داده است، اما در ارتباط با آزمایشات کنترل خط تولید و محصول تولیدی تغییرات زیادی مشاهده نمی‌گردد، بلکه تنها روشهای جدید دستگاهی به علت سرعت عمل ودقت بالای آنها جایگزین روش‌های قدیمی گردیده‌اند، به طوری که بسیاری از روش‌های آزمایشگاهی درج شده در منابع قدیمی هنوز هم در کارخانه‌های مدرن قند انجام می‌گردد.

اهمیت یکسان‌سازی آزمایش‌های انجام گرفته در صنعت قند به حدی است که کمیته بین المللی یکسان‌سازی آزمایش‌های صنعت قند (ICUMSA) به عنوان تنها کمیته جهانی در تدوین روش‌های آنالیز صنعت قند از سال ۱۸۹۷ فعالیت می‌کند و کاربرد روش‌های معتبر قدیمی را نیز به رسمیت شناخته است، به طوری که در بیش از ۳۰ کشور جهان روش‌های آنالیز انجام شده مطابق با منابع علمی قابل قبولی صورت می‌گیرند.

در حالی که از عمر صنعت قند و شکر در ایران بیش از ۱۱۵ سال با نصب اولین کارخانه قند ایران در سال ۱۲۷۴ در کهریزک توسط یک کمیته بلژیکی می‌گذرد، متأسفانه مقایسه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش‌های انجام شده بایکدیگر، ب دلیل تفاوت در روش‌های به کار برده شده کاملاً میسر نمی‌باشد و همچنین در منابع ترجمه شده در این زمینه، روش‌های جدید دیده نشده‌اند.

لذا هدف از تدوین و گردآوری این کتاب جمع‌آوری و در اختیار قرار دادن منبع کاملی از اطلاعات و روش‌ها برای استفاده در صنعت قند بوده است. هرچند تعداد منابع در این مورد اندک و قدیمی می‌باشند، اما با بازنگری سایر منابع و افزودن آزمایش‌های کنترلی خط تولید در این اثر سعی گردیده است که کلیه روش‌های آزمایشگاهی لازم با توجه به صنعت قند تعریف و تدوین گردد و باید توجه داشت که تعاریف به کار برده شده مخصوص صنعت قند و شکر می‌باشند.

همچنین با توجه به این که، این کتاب برای کاربران آزمایشگاه در صنعت قند تعریف شده است، بسیاری از موارد آزمایشگاهی، برای راحتی و سرعت العمل در کاربرد روش‌ها، به ناچار تکرار گردیده است.

تشکر و قدردانی

تأسیس اولین کارخانه قند در ایران به سال ۱۲۷۴ در کهریزک بر می‌گردد. هرچند این کارخانه به خاطر سیاست‌های آن زمان که عمده قند و شکر کشور از روسیه تأمین می‌گردید، مورد حمایت دولت قرار نگرفت و پس از چند بهره‌برداری کوتاه مدت به بایگانی تاریخ پیوست، اما سنگ بنا وارد شدن این صنعت مادر به کشور به آن بر می‌گردد.

از آن زمان تاکنون صنعت قند ایران، دوره‌های تاریخی متفاوتی را سپری نموده است و هرچند این صنعت همیشه مورد بی‌مهری‌های زیادی بوده و است، اما توانسته است هنوز به عنوان یک صنعت مادر و استراتژیک در کشور نقش خود را ایفا نماید.

عشق و علاقه صاحبان این صنعت، سبب گردید که با تأسیس مرکز بررسی و تحقیق و آموزش صنایع قند ایران در سال ۱۳۶۲ و تلاش‌های فراوان، از سال ۱۳۷۰ به تربیت نیروی انسانی تخصصی برای این صنعت رو آوردند و سعی در کاهش مشکلات این صنعت نمایند.

برای بررسی و مقایسه نتیجه حاصل از عملکرد کارخانه‌های مختلف، یکنواختی روش آزمایش استفاده شده در آزمایشگاه‌های کارخانه قند دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد؛ چرا که بدون دانستن روش آزمایش، امکان مقایسه صحیح بین کارخانه‌ها و همچنین محاسبه دقیق گزارش عملکرد این کارخانه‌ها وجود ندارد. لذا برای تألیف و تدوین کتابی که دربرگیرنده کلیه روش‌های آزمایش مورد قبول صنعت قند باشد، جمع‌آوری اطلاعات از کارخانه‌های مختلف و مقایسه و طبقه‌بندی آنها از اصول اولیه شروع این کار بوده است.

در این راستا و با توجه به اهداف مرکز بررسی و تحقیق و آموزش صنایع قند ایران، به همت این مرکز این اطلاعات جمع‌آوری و طبقه‌بندی گردید و در اختیار مؤلفان این کتاب قرار گرفت. لذا در اینجا شایسته می‌باشد که از مدیریت مرکز بررسی و تحقیق و آموزش صنایع قند ایران و کلیه همکاران محترمی که در راستای تألیف این کتاب مساعدت نموده‌اند، تشکر و قدردانی شود. به‌خصوص از خانم‌ها: یاسمین گنجه، مریم توسنگ، سعیده موذن جامی، افسانه اطمینانی و زهره کاظمی مومنی تشکر فراوان می‌گردد. همچنین در از ویراستار علمی کتاب سرکار خانم دکتر محبت محبی و ویراستار ادبی اثر کتاب آقای محمدجعفر تابنده حقیقی تشکر و قدردانی می‌گردد.

خلیل بهزاد- محمدباقر باقرزاده- محمد الهی

آبان ماه ۱۳۹۱