



دانشگاه ساری
پایه

شیمی و فناوری مواد غذایی

(رشته شیمی)

دکتر رباب محمدی

دکتر بخشعلی معصومی

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پر بار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب کتاب

سیزده

پیشگفتار

۱

بخش نظری: شیمی و فناوری مواد غذایی

۳

فصل اول: علم مواد غذایی

۳

هدف کلی

۳

هدف‌های یادگیری

۳

مقدمه

۴

۱-۱ غذا و نقش آن

۶

۱-۱-۱ طبقه‌بندی مواد به‌عنوان غذا

۶

۱-۱-۲ غذا به‌عنوان منبع انرژی

۸

۲-۱ عوامل مؤثر در فساد مواد غذایی

۱۰

۱-۲-۱ عوامل اصلی فساد مواد غذایی

۱۰

۲-۲-۱ ریزارگانسیم‌ها

۱۲

۳-۲-۱ حشرات، انگل‌ها و جوندگان

۱۳

۴-۲-۱ آنزیم‌های طبیعی مواد غذایی

۱۴

۵-۲-۱ گرما و سرما

۱۶

۶-۲-۱ رطوبت و اکسیژن

۱۷

۷-۲-۱ اسیدها

۱۹

خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول

۲۰

خودآزمایی تشریحی فصل اول

۲۰

تمرینات فصل اول

۲۳

فصل دوم: نگهداری شیمیایی مواد غذایی

۲۳

هدف کلی

۲۳

هدف‌های یادگیری

۲۴	مقدمه
۲۵	۱-۲ عمل آوری با مواد شیمیایی
۲۹	۲-۲ مواد ضد میکروبی
۲۹	۱-۲-۲ اسید پروپیونیک
۲۹	۲-۲-۲ اسید سوربیک
۳۰	۳-۲-۲ اسید بنزوئیک
۳۱	۴-۲-۲ نیتريت و نترات ها
۳۲	۵-۲-۲ دی اکسید گوگرد و سولفیت ها
۳۳	۳-۲ اسیدها
۳۴	۴-۲ بازها
۳۴	۵-۲ بافرها، مواد و سیستم های ایجادکننده گاز
۳۶	۶-۲ اتیلن اکسید، پروپیلن اکسید
۳۷	۷-۲ آنتی بیوتیک ها
۳۷	۸-۲ دی فنیل و ارتوفنیل فنل
۳۸	۹-۲ تیاندازول، ۲- (۴-تيازولیل) بنزایمیدازول
۳۹	۱۰-۲ آنتی اکسیدان ها
۳۹	۱۱-۲ عوامل تشکیل دهنده کمپلکس
۴۱	۱۲-۲ معرف های فعال - سطحی
۴۲	۱-۱۲-۲ امولسیون ها
۴۳	۲-۱۲-۲ امولسیون کننده ها
۴۷	۳-۱۲-۲ سنتز امولسیون کننده ها
۵۰	۱۳-۲ جایگزین هایی برای چربی
۵۱	۱-۱۳-۲ چربی مصنوعی یا سنتزی
۵۲	۲-۱۳-۲ سنتز مواد جایگزین چربی
۵۳	۱۴-۲ آب زدایی
۵۴	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل دوم
۵۵	خودآزمایی تشریحی فصل دوم
۵۶	تمرینات فصل دوم
۵۹	فصل سوم: پروتئین ها
۵۹	هدف کلی
۵۹	هدف های یادگیری
۶۰	مقدمه
۶۰	۱-۳ آمینو اسیدها
۶۱	۱-۱-۳ طبقه بندی آمینو اسیدها
۶۳	۲-۱-۳ خواص فیزیکی آمینو اسیدها
۷۰	۲-۳ پروتئین ها

۷۱	۱-۲-۳ ساختار پروتئین ها
۷۴	۲-۲-۳ خواص فیزیکی پروتئین ها
۸۱	۳-۳ غذاهای پروتئینی
۸۱	۱-۳-۳ پروتئین های جانوری
۸۹	۲-۳-۳ پروتئین های دریایی
۹۰	۳-۳-۳ پروتئین های گیاهی
۹۲	۴-۳-۳ منابع نامتداول
۹۴	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل سوم
۹۵	خودآزمایی تشریحی فصل سوم
۹۵	تمرینات فصل سوم
۹۷	فصل چهارم: آنزیم ها
۹۷	هدف کلی
۹۷	هدف های یادگیری
۹۷	مقدمه
۱۰۰	۱-۴ طبقه بندی و نام گذاری آنزیم ها
۱۰۱	۲-۴ مکانیسم اثر آنزیم ها
۱۰۳	۳-۴ بررسی خصوصیات آنزیم های مختلف
۱۰۳	۱-۳-۴ آلفا و بتا - آمیلازها
۱۰۳	۲-۳-۴ لیپازها
۱۰۳	۳-۳-۴ بتا - گالاکتوزیداز (لاکتاز)
۱۰۴	۴-۳-۴ پپتیدازها
۱۰۴	۵-۳-۴ گلوتامینازها
۱۰۵	۴-۴ اثر عوامل مختلف روی فعالیت آنزیم ها
۱۰۵	۱-۴-۴ اثر pH
۱۰۶	۲-۴-۴ اثر درجه حرارت
۱۰۸	۳-۴-۴ اثر فشار
۱۰۸	۴-۴-۴ اثر یون ها
۱۰۸	۵-۴ سینتیک آنزیم ها
۱۰۹	۱-۵-۴ معادله میکائلیس - متنن
۱۱۴	۶-۴ عوامل مهارکننده آنزیم ها
۱۱۵	۱-۶-۴ مهارکننده های برگشت ناپذیر
۱۱۵	۲-۶-۴ مهارکننده های برگشت پذیر
۱۱۷	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل چهارم
۱۱۷	خودآزمایی تشریحی فصل چهارم
۱۱۸	تمرینات فصل چهارم

۱۱۹	فصل پنجم: کربوهیدرات ها (۱)
۱۱۹	هدف کلی
۱۱۹	هدف های یادگیری
۱۱۹	مقدمه
۱۲۰	۱-۵ زیست ساخت (بیوسنتز)
۱۲۲	۲-۵ دسته بندی
۱۲۲	۱-۲-۵ منوساکاریدها
۱۲۲	۲-۲-۵ پیکربندی منوساکاریدها: طرح های فیشر
۱۲۳	۳-۲-۵ قندهای D و L
۱۲۴	۴-۲-۵ پیکربندی آلدوزها
۱۲۵	۵-۲-۵ ساختمان های حلقوی منوساکاریدها
۱۲۷	۶-۲-۵ آنومرهای منوساکاریدها: موتاروتاسیون
۱۲۸	۷-۲-۵ واکنش های منوساکاریدها
۱۳۰	۸-۲-۵ تشکیل گلیکوزیدها
۱۳۰	۳-۵ دی ساکاریدها
۱۳۱	۱-۳-۵ سلوبیوز و مالتوز
۱۳۲	۲-۳-۵ ساکاروز
۱۳۳	۳-۳-۵ لاکتوز یا قند شیر
۱۳۴	۴-۳-۵ ساکاروز، قند نیشکر یا قند چغندر
۱۳۴	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل پنجم
۱۳۵	خودآزمایی تشریحی فصل پنجم
۱۳۶	تمرینات فصل پنجم
۱۳۹	فصل ششم: کربوهیدرات ها (۲)
۱۳۹	هدف کلی
۱۳۹	هدف های یادگیری
۱۴۰	مقدمه
۱۴۰	۱-۶ پلی ساکاریدها
۱۴۱	۱-۱-۶ سلولز
۱۴۲	۲-۱-۶ نشاسته
۱۴۳	۳-۱-۶ پکتین
۱۴۴	۴-۱-۶ گلیکوژن
۱۴۵	۲-۶ مواد غذایی کربوهیدراته مهم
۱۴۷	۱-۲-۶ مربا
۱۴۹	۲-۲-۶ عسل
۱۵۰	۳-۲-۶ فراوری عسل
۱۵۰	۴-۲-۶ خواص فیزیکی عسل

۱۵۱	۵-۲-۶ غسل مصنوعی
۱۵۳	۳-۶ غلات
۱۵۴	۱-۳-۶ گندم
۱۵۵	۲-۳-۶ آسیاب کردن آرد و نانوائی
۱۶۱	۴-۶ کربوهیدرات‌ها در بدن
۱۶۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۱۶۲	خودآزمایی تشریحی فصل ششم
۱۶۳	تمرینات فصل ششم
۱۶۵	فصل هفتم: شیر و فراورده‌های آن
۱۶۵	هدف کلی
۱۶۵	هدف‌های یادگیری
۱۶۶	مقدمه
۱۶۶	۱-۷ شیر مایع و بعضی از مشتقات آن
۱۶۷	۲-۷ خواص فیزیکی و فیزیکی - شیمیایی شیر
۱۶۹	۳-۷ نسبت اجزای سازنده شیر
۱۶۹	۱-۳-۷ پروتئین‌ها
۱۷۰	۴-۷ عملیات فراوری شیر
۱۷۱	۱-۴-۷ تصفیه کردن
۱۷۱	۲-۴-۷ پاستوریزه کردن
۱۷۲	۳-۴-۷ هموژنیزه کردن
۱۷۳	۵-۷ فراورده‌های شیر
۱۷۳	۱-۵-۷ شیر با ویتامین D
۱۷۳	۲-۵-۷ شیر با مواد معدنی و مولتی‌ویتامین
۱۷۴	۳-۵-۷ شیر دلمه‌شده نرم
۱۷۴	۴-۵-۷ شیر کم‌لاکتوز
۱۷۵	۵-۵-۷ شیر تبخیری
۱۷۵	۶-۵-۷ شیر سرد و شیرین شده
۱۷۶	۶-۷ جداسازی شیر
۱۷۶	۱-۶-۷ فیلتراسیون غشایی در صنعت لبنی
۱۷۷	۲-۶-۷ فرایند
۱۷۸	۳-۶-۷ فیلتراسیون جریان - عرضی
۱۷۸	۷-۷ تولید پنیر به روش اولترا فیلتراسیون
۱۷۹	۸-۷ کره
۱۸۰	۱-۸-۷ انواع متداول کره
۱۸۱	۲-۸-۷ انتقال و فرایند خامه
۱۸۴	۹-۷ قابلیت نگهداری

۱۸۶	۷-۹-۱ کره گیاهی یا مارگارین
۱۸۷	۷-۱۰ بستنی
۱۸۸	۷-۱۰-۱ اجزای تشکیل دهنده بستنی
۱۸۹	۷-۱۰-۲ تهیه مخلوط بستنی
۱۹۰	۷-۱۰-۳ هموژنیزاسیون
۱۹۱	۷-۱۰-۴ افزایش حجم بستنی
۱۹۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم
۱۹۳	خودآزمایی تشریحی فصل هفتم
۱۹۳	تمرینات فصل هفتم
۱۹۵	فصل هشتم: فناوری تولید محصولات گوشتی
۱۹۵	هدف کلی
۱۹۵	هدف‌های یادگیری
۱۹۶	مقدمه
۱۹۶	۸-۱ ساختمان و ترکیب گوشت
۱۹۸	۸-۲ عمل‌آوری گوشت
۱۹۸	۸-۲-۱ نمک
۱۹۹	۸-۲-۲ نیتريت
۲۰۱	۸-۳ نقش نگهدارنده‌ها
۲۰۱	۸-۳-۱ محصولات خام عمل‌آوری‌شده گوشتی
۲۰۲	۸-۳-۲ محصولات گوشتی پخته و عمل‌آوری‌شده
۲۰۲	۸-۴ مشکلات ویژه نیتريت
۲۰۳	۸-۴-۱ نیتروزامین‌ها
۲۰۴	۸-۴-۲ نیترات
۲۰۴	۸-۴-۳ آسکوربات و اریتوربات
۲۰۵	۸-۴-۴ فسفات به‌عنوان نگهدارنده
۲۰۵	۸-۴-۵ گرما و حرارت
۲۰۶	۸-۵ رنگ و طعم گوشت
۲۰۷	۸-۵-۱ رنگدانه‌های گوشت
۲۰۷	۸-۵-۲ ساختمان میوگلوبین
۲۰۹	۸-۵-۳ رنگ‌های گوشت
۲۱۰	۸-۵-۴ فاکتورهایی که رنگ گوشت تازه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند.
۲۱۳	۸-۵-۵ عوامل مؤثر در تشکیل رنگ گوشت‌های عمل‌آوری‌شده
۲۱۴	۸-۵-۶ جایگزین‌های پیشنهادی نیتريت برای تشکیل رنگ در گوشت عمل‌آوری‌شده
۲۱۵	۸-۶ طعم گوشت
۲۱۶	۸-۷ میکروبیولوژی
۲۱۶	۸-۷-۱ کلیات

۲۱۸	۲-۷-۸ متراکم شدن بخار آب در جدار خارجی سردخانه ها و رشد کپک ها
۲۱۸	۳-۷-۸ روش های استفاده از رشد میکروب ها
۲۱۹	۴-۷-۸ روش های کنترل یا از بین بردن میکروب ها
۲۲۵	۸-۸ انواع محصولات عمل آوری شده
۲۲۵	۱-۸-۸ هام و بیکن
۲۲۶	۲-۸-۸ گوشت های لانچئون
۲۲۶	خود آزمایی چهارگزینه ای فصل هشتم
۲۲۷	خود آزمایی تشریحی فصل هشتم
۲۲۸	تمرینات فصل هشتم
۲۲۹	پاسخ نامه
۲۴۳	منابع
۲۴۵	بخش عملی: کتاب شیمی و فناوری مواد غذایی
۲۴۷	فصل اول: روش های کلی در تجزیه مواد غذایی
۲۴۷	هدف کلی
۲۴۷	هدف های یادگیری
۲۴۷	مقدمه
۲۴۸	۱-۱ تجزیه تقریبی مواد غذایی
۲۴۸	۲-۱ اندازه گیری رطوبت
۲۴۸	۱-۲-۱ اندازه گیری رطوبت با استفاده از خشک کن برقی
۲۴۹	۲-۲-۱ اندازه گیری رطوبت با روش خلأ حرارتی
۲۴۹	۳-۲-۱ اندازه گیری رطوبت با روش تقطیر همراه با تولوئن
۲۵۱	۳-۱ اندازه گیری چربی
۲۵۲	۴-۱ اندازه گیری پروتئین
۲۵۲	۱-۴-۱ اندازه گیری پروتئین با روش ماکروکلدال
۲۵۲	۲-۴-۱ مراحل مختلف روش کلدال
۲۵۴	۳-۴-۱ روش آزمایش
۲۵۶	۴-۴-۱ شناسایی پروتئین با روش بیورت
۲۵۷	۵-۱ اندازه گیری خاکستر
۲۵۸	۶-۱ اندازه گیری فیبر
۲۶۰	۷-۱ اندازه گیری کربوهیدرات
۲۶۱	فصل دوم: روش های آزمایش شیر و فراورده های آن
۲۶۱	هدف کلی
۲۶۱	هدف های یادگیری
۲۶۱	۱-۲ تعیین ترکیبات عمده شیر

۲۶۱	۲-۲ سنجش نسبت درصد چربی شیر
۲۶۲	۱-۲-۲ روش های سنجش نسبت درصد چربی شیر
۲۶۳	۲-۲-۲ روش ژربر
۲۶۵	۳-۲ سنجش پروتئین های شیر
۲۶۵	۱-۳-۲ روش های سنجش پروتئین های شیر
۲۶۵	۲-۳-۲ اصول آزمایش
۲۶۸	۴-۲ سنجش مقدار لاکتوز شیر
۲۶۸	۱-۴-۲ روش های فیزیکی برای اندازه گیری لاکتوز شیر
۲۶۹	۲-۴-۲ روش شیمیایی

فصل سوم: اندازه گیری مواد افزودنی در مواد غذایی

۲۷۳	هدف کلی
۲۷۳	هدف های یادگیری
۲۷۳	مقدمه
۲۷۳	۱-۳ دی اکسید گوگرد
۲۷۴	۱-۱-۳ مواد شیمیایی
۲۷۵	۲-۱-۳ اندازه گیری دی اکسید گوگرد از طریق تیتراسیون مستقیم با ید
۲۷۶	۲-۳ اسید بنزوئیک
۲۷۶	۱-۲-۳ روش آزمایش
۲۷۷	۳-۳ اسید سوربیک
۲۷۷	۱-۳-۳ مواد شیمیایی
۲۷۸	۲-۳-۳ روش آزمایش
۲۷۸	۴-۳ اندازه گیری نیتريت در گوشت های پرورده
۲۷۹	۱-۴-۳ مواد شیمیایی
۲۷۹	۲-۴-۳ روش آزمایش

۲۸۱	منابع
-----	-------

پیشگفتار

امروزه تألیف، ترجمه و تدوین کتاب‌های آموزشی هدف مراکز آموزشی، دانشگاهیان، ناشران و پدیدآورندگان کتاب‌های دانشگاهی است. خداوند بزرگ را سپاسگزاریم که توفیق نوشتن این کتاب را یافتیم تا بتوانیم خدمتی هرچند کوچک به جامعه علمی کشور انجام دهیم. هدف از نگارش این کتاب آشنایی دانشجویان و علاقه‌مندان با موضوعات مختلف مربوط به شیمی و فناوری مواد غذایی در دو بخش نظری و عملی است. علم شیمی و فناوری مواد غذایی در جامعه امروزی از اهمیت خاصی برخوردار است و می‌طلبد که اندیشمندان و متخصصان این امر اطلاعات جامعی در زمینه شیمی، اجزای تشکیل‌دهنده، کنترل کیفیت و نظارت بر سالم بودن مواد غذایی داشته باشند. در این کتاب سعی شده است مطالب جامع و کامل درخصوص اجزای تشکیل‌دهنده مواد غذایی بالاخص محصولات لبنی و فراورده‌های آن، مواد گوشتی، مراحل تهیه و فراوری آن‌ها در تولید و چگونگی ارزیابی کیفیت مواد غذایی از قبیل پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، آنزیم‌ها، چربی‌ها و مواد معدنی آن‌ها آورده شود و همچنین آزمون‌های گوناگون استاندارد بودن مواد غذایی ارائه شود. در ضمن مطالب در یک الگوی رسا و شیوا و قابل فهم در اختیار خواننده قرار گرفته است. موضوعات این کتاب برای سال‌های متمادی توسط مؤلفان در دانشگاه‌های مختلف برای دانشجویان دوره‌های کارشناسی رشته‌های شیمی کاربردی، صنایع غذایی و گرایش‌های مختلف مهندسی کشاورزی تدریس شده است. در این کتاب سعی شده است که چارچوب اصلی منطبق با سرفصل‌های مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی و متکی بر آموزش نیمه‌حضور و از راه

دور مدنظر قرار گیرد. بی تردید کتاب حاضر خالی از لغزش نخواهد بود. لذا به منظور رفع نواقص احتمالی آن از پیشنهادات و انتقادات صاحب نظران، همکاران محترم علمی و دانشجویان عزیز استقبال می شود. در عین حال، جا دارد از شورای محترم تخصصی گروه شیمی دانشگاه پیام نور که تألیف این کتاب را تصویب کردند و از ارزیاب، ویراستار و داور محترم و همچنین از کلیه همکاران گروه مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی و چاپ انتشارات دانشگاه پیام نور به ویژه خانم اکرم خواجه پور خوئی کارشناس محترم رشته شیمی در مدیریت تدوین و نیز از خانم علیزاده، که نهایت دقت خویش را در امر تایپ کتاب مبذول داشته اند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم.

دکتر بخشعلی معصومی - دکتر رباب محمدی

زمستان ۹۵

بخش نظری

شیمی و فناوری مواد غذایی

فصل اول

علم مواد غذایی

هدف کلی

در این فصل دانشجو با علم مواد غذایی، نقش آن و عوامل مؤثر فساد در مواد غذایی آشنا می‌شود.

هدف‌های یادگیری

- دانشجو پس از پایان این فصل، باید توانایی‌های زیر را کسب کرده باشد:
- عوامل مؤثر فساد مواد غذایی را نام ببرد.
- نقش ریزارگانیسم‌ها را در فساد مواد غذایی تعریف کند.
- نقش pH، گرما، سرما و رطوبت را در فساد مواد غذایی شرح دهد.
- ارزش غذایی و ارزش انرژی هر ماده غذایی را تعریف کند.
- با نقش حشرات، انگل‌ها و جوندگان در تخریب و فساد مواد غذایی آشنا شود.

مقدمه

تعریف علم مواد غذایی در آغاز این کتاب، ما را در جهت روشن کردن مفهوم صنایع غذایی یاری خواهد داد. اگرچه با توجه به تنوع این صنعت، این امر مشکل به نظر می‌رسد. تا حدود ۳۰ سال قبل به دلیل فقدان مراکز علمی و دانشگاه‌های عرضه‌کننده رشته علم مواد غذایی اکثریت دانشمندان، تکنولوژیست‌ها و پرسنل تولیدکننده، دارای

مدارک رسمی علم مواد غذایی نبوده‌اند. درحالی‌که امروزه در دنیا مراکز و مؤسسات آموزشی فراوانی به‌کار تربیت پرسنل در صنایع گوشت، غلات، میوه‌ها، محصولات زراعی و باغبانی و غیره اختصاص یافته است. سیستم آموزشی فوق‌گرفته مزایای فراوانی را در بردارد، ولی محدودیت‌هایی در رابطه با بخش‌های مختلف صنایع غذایی نیز در آن مشاهده می‌شود.

از دیدگاه صنعت و مؤسسات علمی، تعریف واژه متخصص علم مواد غذایی و آنچه باید به او آموزش داده شود، اغلب متفاوت است. به‌طور مشابه در مراکز آموزشی نیز در رابطه با مسئله فوق، توافقی کلی وجود ندارد.

در سال ۱۹۶۶ کمیته مشاوره در زمینه تعلیم و تربیت تکنولوژیست‌های مواد غذایی، استانداردهایی تهیه کرده‌است. این استانداردها، به‌عنوان شاخص برای فهم این علم عرضه شده‌است. هنوز هم در نقاط مختلف دنیا تعاریف مختلفی برای این علم در نظر گرفته می‌شود. بعضی معتقدند علم مواد غذایی دربرگیرنده تمامی جنبه‌ها از قبیل تولید ماده اولیه، حمل و نقل، فرایند، توزیع، بازاریابی و مصرف نهایی است. درحالی‌که بنا به تعریف دوم، فقط بر خواص مواد غذایی و ارتباط آن با فرایند و سالم‌بودن محصول تأکید می‌شود.

۱-۱ غذا و نقش آن

نقش اصلی غذا آن است که ما را زنده و سالم نگه دارد. شش نوع ماده مغذی وجود دارد که همه آن‌ها در رژیم غذایی افراد سالم یافت می‌شود. کمبود حداقل مقدار مورد نیاز هریک از مواد مغذی به سوءتغذیه منجر می‌شود، درحالی‌که کمبود همه مواد مغذی، کم‌غذایی و در موارد پیشرفته، محرومیت غذایی ایجاد می‌کند. انواع مواد مغذی عبارت‌اند از: چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، آب، عناصر معدنی و ویتامین‌ها. علاوه‌بر مواد مغذی ذکر شده، بدن به تأمین مداوم اکسیژن نیاز دارد. اما معمولاً اکسیژن یک ماده مغذی به‌شمار نمی‌آید، زیرا از هوا و به‌وسیله ریه‌ها تأمین می‌شود و از طریق دستگاه گوارش وارد بدن نمی‌شود.

مواد مغذی از دو دیدگاه، نقش آن‌ها در بدن و ترکیب شیمیایی آن‌ها، می‌تواند بررسی شود. ارتباط نزدیکی بین این دو جنبه وجود دارد، به‌طوری‌که نقش ماده مغذی در

بدن به ترکیب شیمیایی آن بستگی دارد. در فصل‌های بعدی ارتباط این دو جنبه با یکدیگر مورد مطالعه قرار خواهد گرفت، ولی تأکید عمده روی ترکیب شیمیایی خواهد بود. به‌طور کلی، نقش غذا، تأمین مواد مغذی است که عهده‌دار سه وظیفهٔ عمده در بدن است: ارتباط بین مواد مغذی، نقش آن‌ها در بدن و مواد غذایی مهم تأمین‌کننده آن‌ها در جدول ۱-۱ مشاهده می‌شود.

جدول ۱-۱. انواع مواد مغذی، نقش و منابع غذایی عمدهٔ آن‌ها

کربوهیدرات‌ها	چربی‌ها	پروتئین‌ها	عناصر معدنی	آب	ویتامین‌ها
نان	کره	گوشت	سبزی	آب آشامیدنی	میوه
سیب‌زمینی	مارگارین	ماهی	میوه	نوشابه	سبزی
شکر	پنیر	پنیر		میوه	
بیسکویت	روغن زیتون	تخم مرغ		سبزی	
مربا	لارد	شیر			
انرژی		رشد و ترمیم			کنترل فرایندهای بدن

مواد مغذی را می‌توان برحسب ترکیب شیمیایی آن‌ها نیز بررسی و طبقه‌بندی کرد. برای مثال، علی‌رغم اینکه چربی‌ها و روغن‌های مختلف، مانند روغن زیتون و روغن نخل، از نظر ترکیبات شیمیایی یکسان نیستند؛ ولی به‌دلیل تشابه‌هایی که با یکدیگر دارند، در یک گروه قرار می‌گیرند. به همین ترتیب پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌های مختلف مطابق الگوی شیمیایی که ساخته می‌شوند، در دو گروه قرار می‌گیرند.

در روش طبقه‌بندی برحسب نوع شیمیایی، ویتامین‌ها استثناء است، زیرا ماهیت شیمیایی آن‌ها در اکثر موارد پیچیده است. شناسایی اولیهٔ آن‌ها بر اساس اثر ویتامین‌ها روی رشد و سلامت بدن بوده است و با حروف الفبا به‌صورت ویتامین A، B و C و غیره از یکدیگر متمایز شده‌اند. در حال حاضر که ترکیب شیمیایی ویتامین‌ها مشخص و عدم ارتباط شیمیایی آن‌ها آشکار شده است، مطالعهٔ گروهی هنوز هم متداول است.

۱-۱-۱ طبقه‌بندی مواد به‌عنوان غذا

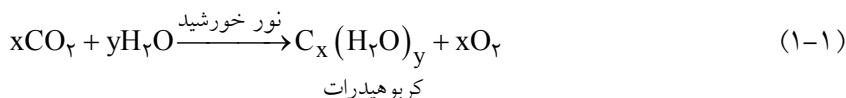
برخی از اجزای تشکیل‌دهندهٔ رژیم غذایی ما که می‌تواند غذا محسوب شود، درحقیقت غیرمغذی است، درحالی‌که برخی دیگر که ممکن است فاقد ارزش غذایی تصور شوند، در تأمین مواد مغذی بدن سهیم است و بنابراین، به‌طور صحیحی جزء مواد غذایی به‌شمار می‌آید. مثال‌های زیر این موضوع را روشن می‌کند:

نمک و فلفل بخشی از رژیم غذایی را تشکیل می‌دهند. نمک یک مادهٔ غذایی محسوب می‌شود، زیرا علاوه‌بر آنکه ادویه است، اعمال بدن را نیز تنظیم می‌کند، درحالی‌که فلفل نقشی جز طعم‌دهندگی ندارد و بنابراین مادهٔ غذایی به‌شمار نمی‌آید. عنصر معدنی آهن به‌عنوان مادهٔ مغذی طبقه‌بندی می‌شود، زیرا برای تشکیل هموگلوبین مورد نیاز است و وجود هموگلوبین نیز که جریان اکسیژن را در بدن تنظیم می‌کند، برای ادامهٔ حیات ضروری است. بنابراین، هر ماده‌ای که آهن رژیم غذایی را تأمین کند، غذا محسوب می‌شود.

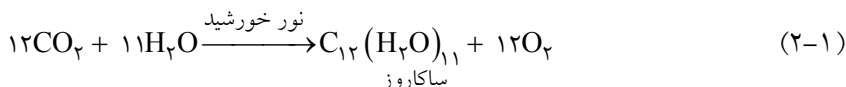
چای، قهوه و کاکائو نوشیدنی‌های رایجی هستند که اکثر مردم آن‌ها را جزء مواد غذایی به‌شمار می‌آورند، ولی ارزش تغذیه‌ای چای دم‌کرده فقط کمی بیشتر از خود آب است که به‌علت وجود کافئین موجود در آن است. چای و قهوه در حقیقت دارو هستند نه غذا، زیرا از طریق دستگاه عصبی و نه دستگاه گوارشی، وارد عمل می‌شوند. اما نوشیدنی کاکائو که حاوی دانهٔ خردشده کاکائو است به‌دلیل وجود مواد مغذی در دانه‌های آن، مادهٔ غذایی به‌شمار می‌آید. همهٔ غذاهایی که منشأ گیاهی دارند، حاوی کربوهیدرات پیچیدهٔ سلولز هستند. با وجود آنکه سلولز جزء متداول رژیم غذایی و یک کربوهیدرات است، برای انسان ارزش تغذیه‌ای ندارد، زیرا بدن انسان قادر به جذب و هضم آن نیست.

۱-۱-۲ غذا به‌عنوان منبع انرژی

منبع اصلی انرژی کرهٔ زمین، خورشید است که بدون آن حیات روی این کره امکان‌پذیر نیست. در بین موجودات زنده، فقط گیاهان انرژی خورشید را به انرژی شیمیایی تبدیل می‌کنند. گیاهان از طریق فرایند فتوسنتز (ساخت نوری)، دی‌اکسیدکربن و آب را به کربوهیدرات تبدیل می‌کنند که آن را می‌توان با معادلهٔ زیر نمایش داد:



بنابراین گیاهان با تشکیل کربوهیدرات بخشی از انرژی خورشید را حبس و ذخیره می‌کنند. به عنوان مثال، چغندر قند، کربوهیدرات را به شکل ساکاروز می‌سازد:



بدین ترتیب، ترکیبات شیمیایی که در گیاهان به وسیله فتوسنتز ذخیره شده‌است، توسط سایر موجودات زنده مانند انسان و حیوانات مصرف می‌شود و انرژی ذخیره شده در دسترس سایر موجودات زنده قرار می‌گیرد. برای مثال، انرژی که هنگام ساخت مولکول ساکاروز در چغندر ذخیره شده‌است، هنگام سوخت و ساز ساکاروز به صورت دی‌اکسیدکربن و آب آزاد می‌شود.

بدیهی است که اکسایش یا سوخت و ساز مواد غذایی، مهم‌ترین فرایند بدن به‌شمار می‌آید، زیرا موجب آزاد شدن انرژی ذخیره شده در کربوهیدرات‌ها (چربی‌ها و پروتئین‌ها) و قابل استفاده شدن آن‌ها در بدن می‌شود. ساده‌ترین روش برای مقایسه ارزش انرژی غذاهای مختلف اندازه‌گیری مقدار انرژی تولید شده و محاسبه آن برحسب حرارت تولید شده‌است. میانگین حرارت احتراق مواد مغذی انرژی‌زا در جدول ۲-۱ برحسب کالری و کیلوژول نشان داده شده‌است.

جدول ۲-۱. میانگین ارزش انرژی مواد مغذی (به‌ازای گرم)

ماده مغذی	حرارت احتراق		ارزش انرژی قابل استفاده	
	کالری (Cal)	کیلوژول (KJ)	کالری	کیلوژول
کربوهیدرات	۱/۴	۱۷	۴	۱۷
چربی	۹/۴	۳۹	۹	۳۷
پروتئین	۵/۷	۲۴	۴	۱۷

به عنوان مثال، ارزش انرژی شیر تابستانه را می‌توان با توجه به نتایج تجزیه تقریبی آن محاسبه کرد که در جدول ۳-۱ دیده می‌شود.