بسمه تعالی

جزوه درس کنترل کیفی و بهداشت مواد غذایی (شیمیایی)

نام استاد: سرکار خانم دکتر عطایی

نگارندگان: غزال ایمانی ، بیتا فرزادکیا ، دایان ترابیان ، مریم قلعی ، آندیا عرب خوئی، حنانه دشتی ، عطیه صادقی، حنانه سادات عمادی ، بهاره بیدهندی

مقدمه: در کشورهایی که صنعتی نشده اند بیشتر مردم در حرفه دامپروری و تولید مواد غذایی مشغول به کار هستند.

اما در کشورهای پیشرفته صنعتی، بیشتر مردم در صنایع و تکنولوژی مشغول به کار هستند.

نکته:کشورهای در حال توسعه یا توسعه نیافته هزینه بیشتری باید برای مواد غذایی خرج کنند زیرا کشورهای صنعتی از مواد غذایی که به دستشان می رسد بیشترین استفاده را می کنند یعنی تا جایی که میتوانند استفاده می‌کنند پس ضایعات کمتری دارند اما در کشورهای توسعه نیافته نهایتاً به دو فرم ماده نمایش داده می شود. مثلاً کشاورزی گوجه پرورش داده است در کشور توسعه نیافته هرچه فروخت سود و بقیه ضرر است و در کشور صنعتی هرچه فروخت سود و باقی محصول به کارخانه رفته تبدیل به رب گوجه ،کنسانتره، سس گوجه و ... میشود و این زیادی محصولات سبب می شود تنوع مواد بیشتر و سلایق مختلف در نظر گرفته می‌شود و انتخاب مصرف کننده بالاتر می رود و چرخه اقتصادی کامل می شود. پس صنعت مواد غذایی به خصوص شیمیایی مواد غذایی بسیار مهم است.

علم مواد غذایی= Food science

۱. شیمی ماده غذایی

۲. میکروب شناسی مواد غذایی(بحث فساد و سلامت)

۳. تغذیه و خصوصیات تغذیه ای مواد

۱. شیمی ماده غذایی: دستیابی جوامع پیشرفته صنعتی به مواد غذایی متنوع فراوان و اطلاع سطح مواد غذایی(مواد تشکیل دهنده یعنی o3و... ، بالا رفتن کیفیت مواد غذایی ویتامین و... ، انجام کارهایی که مواد غذایی محتویاتش بیشتر در دسترس باشند.)

در پرتو آگاهی از اطلاعات علمی که ناشی از علم موجود در جوامع مزبور برای حل مشکلات جوامع در حال توسعه است استفاده می شود. در این رابطه به دو نکته باید توجه کرد:

۱. برخوردی ممالک مختلف از این دستاورد های علمی و تکنیکی در مواردی به سادگی میسر نیست و ممکن است هزینه زیادی یا تن دادن به برخی وابستگی ها باشد که درست و منطقی نیست.

۲. نکته مهم تر: بسیاری از دستاوردهای علمی جدید به شکل خاص و مشخص خود در جوامع رو به توسعه به دلیل شرایط و ویژگی‌های متفاوت قابل اجرا نیست و برای سودمند واقع شدن باید در آنها تعدیل ایجاد کرد تا با نیازهای واقعی جامعه هماهنگ و منطبق گردد. بنابراین برخورداری متخصصین غذایی از دانش اصیل خلاق میتواند به کسب چنین دانشی درفعالیت آموزش پویا میسر گردد. پس به صورت ۱۰۰٪ این روش مناسب نیست به علت وابستگی هایی که ایجاد میکند.

نکته: ما در کشورهای صنعتی ضایعات کم داریم در واقع هر چی تولید شود از آن چیز دیگری به دست می آید.

نکته: با تولید و فرآوری مواد غذایی طول عمر ماده غذایی بیشتر می‌شود. مثلاً شیر اگر به کشک تبدیل شود طول عمر بالاتر می‌رود یا گوجه اگر به رب گوجه تبدیل شود طول عمر بالاتر می رود.

شاخص های کیفیت فرآورده های غذایی:

۱.healthy

۲.sensory(اورگانولپتیک، حسی organoleptic)

۳.اقتصادی

۴.فرهنگی

۵.سهولت مصرف

۶.تاثیر بر محیط زیست

۱.healthy به دودسته تقسیم میشود:

الف) دارویی=pharmaceutical:پیشگیری و درمان

ب)تغذیه ای=nutritional:بیشتر مواد غذایی در این دسته اند.

نکته: یک ماده غذایی می تواند خاصیت تغذیه را به تنهایی یا هم دارویی و هم تغذیه را داشته باشد.

نکته: کربوهیدرات ها ،پروتئین ها ،چربی ها ،ویتامین ها و مواد معدنی موجود در مواد غذایی دارای بخش تغذیه nutrition هستند.

۲. sensory: این شاخص از نظر ۱.(طعم)flavor ۲.texture (بافت) ۳. appearane (ظاهر)

۴.دما ۵.صدا اینها شاخص های مواد اورگانولپتیک است.

طعم:ترکیب بو و مزه (test,odour)است.

نکته: در صنعت غذا علمی که ماده غذایی را از نظر بافت و ظاهر بررسی میکند را علم رئولوژی میگویند.

۳. اقتصادی: در صنعت فقط چیزی تعریف شده است که اقتصادی باشد و هم برای تولید کننده هم مصرف کننده اقتصادی باشد.(تولید کننده و مصرف کننده به هم وابسته اند.)

۴.فرهنگی: درکشورهای مختلف بر اساس آداب و عاداتشان نوع غذاها فرق می کند.(مثلاً در انگلستان گوشت گندیده و در فرانسه پنیر کپک زده استفاده میکنند.)

۵.سهولت: پروسه حمل و مصرف به صورت آسان باشد و ارتباط مستقیم با اقتصادی بودن دارد.

۶.محیط زیست: مثلا پرورش آبزی در محلی که محل زندگی آن نوع آبزی نیست به اکوسیستم محیط صدمه میزند یا کاشت دانه های تراریخته که بیشتر از پتانسیل طبیعی قابلیت رشد دارند باعث آسیب به اکوسیستم میشود.

آب: بیشترین جز ماده غذایی را آب تشکیل داده است.

نکته : معمولاً آب در محیط غذایی یک سیستم دربرگیرنده است که به آن مدیوم (medium) میگویند. یعنی در سیستم مواد غذایی آب بستر واکنش های شیمیایی است.

اما در جاهایی آب خودش واکنشگر مستقیم(direct reaction) است که آن در واکنش های آبکافت است یا همان هیدرولیز یا هیدروکافت (آبکافت.)

پیوند هیدروژنی: اگر مولکول ها بخواهند با هم پیوند هیدروژنی داشته باشند باید یک مولکول هیدروژن داشته باشند و مولکول های دیگر باید یکی از اتم های الکترونگاتیوF.O.N را داشته باشد و این اتم هیدروژن از یک مولکول توانایی تشکیل پیوند با مولکولی که N.O.F دارند را دارد که آن را پیوند هیدروژنی گویند.

مواردی که safety مواد غذایی را دچار مشکل میکند:

1)سموم شیمیایی که از اول در غذا وجود داشتند مثل سم زیر پوست سیب زمینی(سولانین)

یا آمیگدالین که در مغز های تلخ وجود دارد ،یا گوسیپول که در پنبه دانه وجود دارد یا سزامولی که در کنجد وجود دارند.

تمام این ها سموم غذایی که از اول در ماده غذایی وجود دارد و در روند هضم ماده غذایی اثر می گذارد و از نظر safety هم ان را متضرر می کند.

2)آنزیم های بازدارنده ی تریپسین روده که در سویا وجود دارد یا انزیم های بازدارنده در سفیده ی تخم مرغ

آنزیم بازدارنده= enzyme inhibitor

3)سموم میکروبی ترشح شده در غذا: سموم تولید شده در مواد نیمه خشک مثل آفلاتوکسین (نان و پسته) یا بوتولین در کنسرو گوشت را شامل میشود. سموم در اثر فرآیند هایی که دارای حرارت بالااند و سرخ کردن در غذا آزاد می شود. سموم شیمیایی ایجاد شده در غذای بسته بندی شده و نگه داری شده تابع زمان اند.

(packaging material migration) :یعنی اگر تاریخ مصرف بگذرد مواد سمی به غذا مهاجرت می کنند. علاوه بر زمان وجود چربی و حرارت بالای 80 درجه نیز این مهاجرت را تشدید می کنند. (مثلا سم های کشاورزی که روی محصول باقی مانده اند جز این سموم اند.)

نکته : یکسری تغییرات فیزیکی و شیمیایی بین خود اجزا صورت میگیرد که نامطلوب است. مثل واکنش های قهوه ای شدن غیر آنزیمی (برخی مطلوب و برخی نامطلوب هست)

1- واکنش قهوه ای شدن غیر آنزیمی (برخی مطلوب برخی نامطلوب)
2- آبکافت لیپید
3- Natural pigment degration تجزیه رنگدانه های طبیعی
4- واکنش بین کربوهیدرات ها یا فسفات چربی با پروتئین ها
5- دناتوره شدن پروتئین ها
6- Protein agrigation مجتمع(جمع) شدن پروتئین ها
7- پیوند جانبی بین پروتئین ها (cross link) ایجاد میشود.
8- هیدرولیز شدن الیگوساکارید ها و پلی ساکارید ها
9- هیدرولیز شدن پروتئین ها
10- از دست رفتن یکپارچگی سلول وایجاد آنزیم آزاد و فرایندهای نا مطلوبی که رخ میدهند و نابودی بافت را سبب میشوند.

نکته: تغییرات شیمیایی و بیوشیمیایی عامل اتفاقات زیر هستند:

1-کمتر شدن مقدار آب در ماده 2- سبب سخت شدن در برخی مواد 3- کمتر شدن حلالیت 4- سبب نرم شدن در برخی مواد 5- سبب تند شدن و ترشیدگی نامطلوب 6- طعم نامناسب کاراملی 7-بد رنگی،تیرگی و سفید شدن 8- از دست رفتن ویتامین ها ،املاح ،اسید چرب ضروری و حتی ایمنی سلولی ماده

نکته : shelflife =طول عمر نگه دارنده

روش نگهداری غذا:

1- روش تبخیری : حذف آب از طریق حرارت دادن
2- انجماد : یعنی با رسیدن ماده غذایی به انجماد مولکول آب را از حالت سیالیت در آورده و از دسترس خارج کرده. روش freezing
3- افزودن نمک یا شکر :ماهی نمک سود شده بیشتر می ماند یا مربا طول عمر بالاتر دارد یعنی به تعویق انداختن واکنش های آسیبی

نکته: مولکول های آب با یکسری از پیوند های شیمیایی با دسته ای از مواد یک ترکیباتی ایجاد می کند و علاوه بر آن یکسری واکنش فیزیکی روی پروتئین و کربوهیدرات و لیپید، نمک ها رخ میدهد که اثر و خاصیت بافتی را تغییر میدهد.

حال چگونه به صورت فیزیکی این کار را میکند ؟(یعنی روی پروتئین و لیپید اثر بگذارد)

لیپید ها آبگریز اند. بنابراین میان کنش فیزیکی ایجاد میشود و لیپیدها از مولکول آب فرار کرده و دور هم جمع شده اند و پراکنده نیستند و میسل تشکیل می دهند.

در مورد پروتئین : یک سر آبگریز یک سر آب دوست دارند. سر آب گریز دور از آب قرار میگیرد و سر آب دوست در مواجهه با مولکول آب قرار گرفته و آب گریز ها دور هم جمع شده اند.

ساختار مولکول آب:

به صورت یک تترا هتران (4وجهی منتظم و به 4 مولکول دیگر از راه اتصال هیدروژنی متصل شده است.)

یعنی هر مولکول آب از سر اکسیژن با دو مولکول H پیوند هیدروژنی میدهد و از سر اتم هیدروژن به یک اکسیژن متصل است .

نکته: ساختار چهار وجهی منتظم از 5مولکول اب (4 تا در وجهه ها قرار میگیرند و یکی در مرکز قرار میگیرد(آب در مرکز قرار میگیرد.))

نکته: شکل فضایی آب خیلی از خواص فیزیکی و شیمیایی آن را توجیه می کند(نسبت به سایر موادی با فرمول مولکولی مشابه با آب)

نکته: نحوه قرار گرفتن مولکول ها کنار هم یک شبکه سه بعدی ایجاد می کند. خیلی از خصوصیات ویژه به همین ساختار ها و این 4 وجهی سه بعدی که با پیوند هیدروژنی کنار هم قرار گرفته اند.(کمترین حجم و بیشترین چگالی) مربوط است.

پیوند هیدروژونی یعنی حتما یک سر هیدروژن و سر دیگر اتم های فلور ، اکسیژن و نیتروژن می تواند باشد .

نکته: گاز متان 4 تا هیدروژن دارد و کربن.

پس چرا متان گاز است و آب مایع ؟زیرا آب پیوند هیدروژنی دارد.

نکته: NH3 آمونیاک چرا خواصش این قدر با آب متفاوت است ؟

زیرا شکل فضایی آن ها با هم فرق می کند (آب 4 وجهی منتظم و سه بعدی ولی NH3 در کنار هم ساختار دو بعدی ایجاد می کند.)

نکته: زاویه بین دو مولکول اب 104.5 است

نکته: آب وقتی یخ می زند افزایش حجم دارد، این افزایش حجم به گونه ای است که یک یازدهم 1/11 حجم اولیه خود افزایش حجم دارد. زیرا وقتی اب یخ می زند شکل چهار وجهی منتظم تغییر پیدا کرده و هگزاگونال (6 وجهی) میشود.

نکته :آب به حالت مایع ، یخ و بخار تبدیل میشود ، ساختار پایدار یخ در یک درجه سانتی گراد و یک اتمسفر در آب خالص شکل میگیرد. فشار و دما هر دو به هم مرتبط اند.

نکته : یخ در مقایسه با آب اتصالات هیدروژنی اش توسعه بیشتر دارد و فاصله H کم تر شده است.

نکته :با توجه به سرعت و دمای انجماد ما پلی مورف کریستال داریم یعنی شکل گیری مختلف داریم. به چند مولکول منظم کنار هم کریستال گویند ولی گاهی در دمای پایین آب یخ زده و کریستال تشکیل نمی دهد که به آن **آمورف** گویند .

آبی که یخ زده ولی کریستال نیست آمورف(amorph) است.

نکته: بالاترین چگالی آب در دمای ۴ درجه سانتیگراد است یعنی با کاهش دما تا ۴ درجه سانتیگراد حجم آب کاهش پیدا کرده و کمترین حجم و بیشترین چگالی و از آن به بعد افزایش تا 1/11را دارد.

_ انواع آب موجود در غذا:

۱.آب متصل: پیوسته، آب تک لایه(tighty bound water)(bond water)

۲.آب آزاد (free water)

۳.آب بینابینی: لایه بینابینی(loosely bound water)

آب متصل: خصوصیات آب خالص را نداشته یعنی در صفر درجه یخ نمی زند و در منفی ۲۰ درجه منجمد میشود و آب متصل با مواد غذایی پیوند میدهد (و مواد غذایی را رها نمیکند و به آن چسبیده است)و تبخیر نمی شود. فقط در صورتی که به صورت شیمیایی پیوند بین آب و ماده غذایی بشکند می توان آن را جدا کرد (نه منجمدمیشود و نه خشک یا تبخیر میشود).

آب آزاد: در اثر فشار مکانیکی خارج میشود، خصوصیات آب را دارد(در فشار 1 اتمسفر در ۱۰۰ درجه جوشیده ، صفر درجه منجمد میشود) مثل آب پرتقال.

آب بینابینی: خصوصیات یکسانی نشان نمی‌دهد، قسمتی که به آب متصل نزدیک ویژگی آب متصل را دارد و قسمتی که به آب آزاد نزدیک خصوصیات آب آزاد را دارد.

_مواد غذایی بر اساس میزان رطوبت موجود به سه دسته:

۱.رطوبت پایین low moisture

۲.رطوبت متوسط :رطوبت20٪ تا60٪ مثل پنیر و خرما

۳. رطوبت بالا high moisture

نکته: آب متصل با یخ زدن هم کریستال نمی دهد .

نکته: یک خصوصیت مهم آب معمولی حلالیت آن است.

نکته: مواد غذایی هم آب متصل هم آب بینابینی و هم آزاد دارند ولی با روش های ما آب متصل جدا نمیشود.

نکته: رطوبت یکی از موارد فساد مواد غذایی است و میزان دسترسی آب موجود در مواد غذایی که در اختیار میکروارگانیسم قرار می گیرد مهم است.

میزان رطوبت ماده غذایی_ دو اصطلاح مهم:

۱ .درصد رطوبت ماده غذاییmoisture content : درصد کلی رطوبت موجود هر ماده غذایی است.

۲ .آب فعال (آب آزاد یا فعالیت آب(activity water)) از یک کسری به دست می آید.

$aw=\frac{p}{p_0}$ (فعالیت آب)

نکته: این کسر هیچ وقت از یک بالاتر نمی رود. aw<1

P= فشار بخار آب موجود در ماده غذایی در دمای معین

P_0 = فشار بخار آب خالص در همان دمای معین

نکته: روش دیگر محاسبه: $aw=\frac{ERH}{100}$

ERH : رطوبت نسبی متعادل

نکته: مواد غذایی ، آب فعال بالایی دارند و میزان فساد پذیری بالاتری هم دارند و در تشخیص میزان فساد پذیری aw اهمیت بیشتری دارد یعنی میزان واکنش پذیری و واکنش های شیمیایی نیز به آن بستگی دارد.

نکته: فشار بخار به میزان آب موجود در ماده غذایی، درجه حرارت، غلظت مواد محلول در آب (مخصوصا غلظت قند و نمک) بستگی دارد. یعنی :

هر چه درصدaw بیشتر » آب موجود بیشتر

هر چه درجه حرارت بیشتر » فشار بخار بالاتر

هرچه غلظت مواد محلول کمتر »aw بیشتر

نکته: هرچه مقدار پروتئین در ماده غذایی بیشتر ، میزان آب متصل بیشتر و یعنی باقی آب ها کمتر شده(بینابینی و آزاد به همان درصد کمتر) وaw (فعالیت آب)کاهش می‌یابد زیرا فشار بخار p کمتر شده و کسر awکمتر.

نکته : طبق نکته بالا هر چقدر پروتئین ماده غذایی بیشتر، آب متصل بیشتر به این صورت که بین گروه آمین و کربوکسیل پروتئین با مولکول آب پیوند ایجاد میشود.

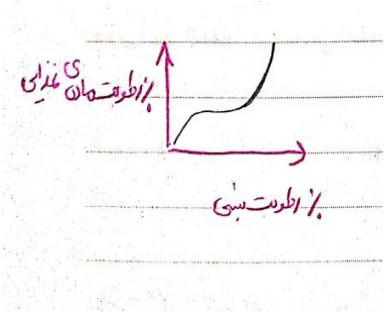
نکته: در یک حرارت ثابت وقتی رطوبت ماده غذایی با محیط خود به تعادل برسد دیگر در طول انبار کردن ماده غذایی نه رطوبتی جذب و نه از دست میدهد. این رطوبت را رطوبت متعادل ماده غذایی می گویند(EMC equiliyum mosture content (محتوای رطوبت متعادل)) و رطوبت متعادل آن انبار می گویند.

نکته: مثلاً اگر دمای محیط رطوبتش کمتر از ماده غذایی باشد ماده غذایی آب از دست و به هوا می دهد تا زمانی که تعادل ایجاد شود.

نکته: روش دیگر محاسبه aw این است که$\frac{ERH}{100}$ شود.

ERH: رطوبت نسبی متعادل

نکته: زمانی که مقادیر رطوبت نسبی در مقابل میزان رطوبت متعادل وصف شود منحنی جذب هم دما (water sorption isometric) مطرح میشود.



مواد غذایی از نظر درصد رطوبت:

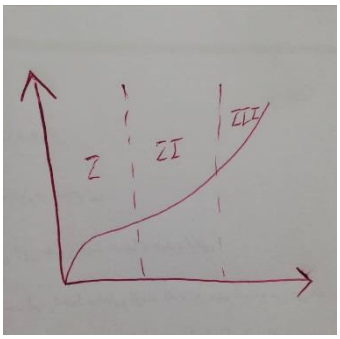
۱ .رطوبت بالا(high moister food)	0.9<aw<1
۲.رطوبت متوسط(inter mediate moister food)	0.6<aw<0.9
۳.رطوبت کم(low moister food)	aw<0.6

نکته: تمام منحنی های جذب هم دما سه قسمت دارند:

قسمت ۱(zoon1) مربوط به مقدار آب متصل در مواد غذایی (منجمد و تبخیر نشده)

قسمت ۲ (zoon2) مربوط به ماده بینابینی موجود در ماده غذایی

قسمت۳ (zoon3) مقدار آب آزاد در ماده غذایی



آب آزاد: مولکول های آبی هست که به طور فیزیکی گیر افتاده و با فشار مکانیکی هم می‌تواند خارج شود در حقیقت در ساختمان موئینه ای که (بافت مواد غذایی یک سری ساختمان موئینه دارند که اب آزاد در این ساختمان ها گیر افتاده پس خیلی راحت توسط فشار مکانیکی خارج می شود ، به راحتی در دسترس میکروب و آنزیم قرار گرفته.

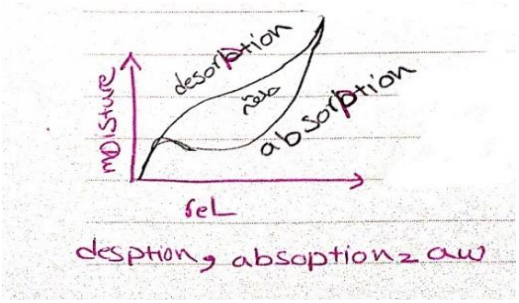
نکته: از منحنی جذب دما در طول نگهداری در انبار استفاده می شود. کلا از منحنی های جذب هم نما برای اگاهی از ماده ی غذایی در طول نگهداری در انبار استفاده میشود.

پدیده هیستر سیس: هنگامی رخ داده که یک ماده غذایی تا یک میزان فعالیت آب awمشخص خشک گردد. مثلاً ماده غذایی که 0.9 aw را دارد تا 0.8 خشک کرده و نمودار جذب هم دما و جلوی نمودار جذب اون ماده غذایی که اول خشک کنیم و بعد برسانیم به aw ، 0.8 این دو تا روی هم منطبق نمی شوند.

به عبارت دیگر هنگامی که یک ماده غذایی تا یک میزان فعالیت آب خاص خشک می گردد در مقایسه با زمانی که ماده غذایی به طور کامل خشک شود و سپس در معرض جذب آب مشخص همان میزان فعالیت آب قرار گیرد ، منحنی جذب هم دمای یکسانی نشان نداده یعنی روی هم منطبق نشده و یک حالت حلقه مانند ایجاد می‌شود.

Desorption : تا مقدار معینی خشک و آهسته

Apsoeption: اول خشک خشک و بعد از آمدن بهش آب اضافه کردند که هر دو aw یکی شود.



نکته: قسمت آب متصل منطبق» زیرا با حرارت دادن نمی توان جدا کرد زیرا تغییر ایجاد نکرده.

نکته: از پدیده‌ی هیسترسیس به ویژگی ماده غذایی دسترسی پیدا کرده و نحوه نگهداری در انبار آن.

روش هایی برای تجزیه مواد غذایی به روش کلاسیک:

1. روش های حجم سنجی:

بر اساس تعیین حجم محلولی از یک ماده شیمیایی با غلظت معین و استاندارد که جهت واکنش کامل با محلول تهیه شده از نمونه غذایی مورد تجزیه می باشد.

نکته: نقطه‌ای که دقیقاً مقادیر معادلی از ماده تیتر شونده (titrad: ماده مورد مطالعه داخل ارلن)

و ماده تیتر کننده(titrant: ماده خارج شده از بورت به داخل ارلن) نقطه هم ارزی یا نقطه پایان نظر گویند.

که با استفاده از یک شناساگر شیمیایی تغییر رنگ آن مشخص است و به ماده حاصل یا نتیجه حاصل حجم محلول استاندارد گویند

نتیجه یا data : مقداری از تیتر کننده که استفاده می شود تا تیتر شونده خنثی شود.

1.تیتراسیون:

الف.اکسایش-کاهش

ب.اسید با باز:خنثی

ج. رسوبی

2.روشهای وزنی = gravimetric method

دیتای ما اختلاف وزن است.

3.استخراج با حلال = solvent extraction

4.قطب سنجی

نکته : روش های اندازه گیری رطوبت موجود در ماده ی غذایی :

1) تبخیری : براساس کاهش وزن ماده غذایی براساس خشک شدن

2) تقطیری (destilation) : آب بخار در مواد غذایی که توسط مولد سرد و در ظرف دیگر اندازه گیری میشود و حجم آب جمع کرده دیتا ما است.

مثلا : 20cc به درصد رطوبت تبدیل به روش Dean and stark

3) شیمیایی :

روش تیپ سنجی : اساس آن تعیین حجم مولکولی از یک ماده شیمیایی با غلظت معین و استاندارد، جهت واکنش کامل با محلول تهیه شده از نمونه غذایی مورد تجزیه می باشد .

ماده تیپ کننده : محلولی که غلظت معین و استاندارد دارد.

نکته : مقداری از تیپ کننده مصرف تا تیپ شونده خنثی یا تغییر رنگ بدهد را data گویند.

پیدا کردن مقدار رطوبت ماده غدایی ؛ ادامه مورد ۳ (شیمیایی):

الف) تیپ سنجی کارل فیشر: به روش شیمیایی آب موجود را اندازه گیری میکنند .(روش شیمیایی برای اندازه گیری رطوبت موجود در ماده غذایی 2 دسته است 1- کارل فیشر 2- روش دستگاهی که اساس ان واکنش ماده غذایی با ترکیب خاص می باشد)

روش فیشر: برای غذاهایی با رطوبت کم است:

آب را با مخلوطی از I2(ید) و دی اکسید گوگرد موجود در الکل (CH3OH) و یک آمین (C5H5N), پریدین مخلوط کرده (می توان از آمین ایمیدازول هم استفاده کرد.)

1) ابتدا دی اکسید گوگرد با الکل واکنش می دهد و تولید استر می کند.

2) استر حاصله به وسیله باز خنثی میشود و بعد با ید اکسید می‌شود و در مجاورت با آب به متیل سولفات تبدیل میشود.

نکته: از این روش برای انواع میوه ها و سبزی های خشک استفاده میکنیم زیرا در اثر قرار دادن در خلاء نتایج نامطلوبی می گیریم.

نکته انیدرید سولفورو نام دیگر دی اکسی گوگرد است

ب)توسط دستگاهی مستفیما نشان داده شده: یعنی یک فرایند شیمیایی انجام و سپس اندازه گیری شده.

اساس این روش : اندازه گیری به روش شیمیایی بر این اصل است که آب با ترکیبات خاصی وارد مواد غذایی و تولید گاز کرده و این دستگاه ها از فشار گاز مقدار آب را اندازه گیری می کنند.

مثل : واکنش کاربید کلسیم با آب تولید گاز استیلن می کند (به وسیله دستگاه اندازه گیری).

4) روش دستگاهی : براساس خصوصیات فیزیکی یا فیزیک شیمیایی نظیر هدایت الکتریکی میزان رطوبت موجود را اندازه گیری کرده.

نکته : فرق دستگاهی زیر مجموعه شیمیایی و دستگاهی :

دستگاهی در زیر مجموعه شیمیایی ، ماده غذایی یک واکنش شیمیایی رخ داده و مثلا به گاز تبدیل و بعد اندازه گیری ولی دستگاهی بر اساس هدایت الکتریکی ماده غذایی به طور مستقیم درصد رطوبت داده و بر اساس خصوصیت فیزیک و فیزیک شیمیایی انجام میشود.

انواع تبخیری :

- آون معمولی (A) : در صد درجه به مدت 16 ساعت طول می دهد که آب را مقطر کرد (ماده غذایی که به صد درجه پایدار بماند.)
- آون خطی (R) : در صد درجه به مدت 4 ساعت مقدار آب ماده غذایی
- آون ماکروویوی (C) : در عرض چند دقیقه مقدار آب ماده غذایی
- لامپ خشک کننده ماده غذایی (D) : یک ترازو دارد و مستقیم می خواند و اتوماتیک
- دسیکاتور خلاء (E) : در دمای محیط می توان پیدا کرد.

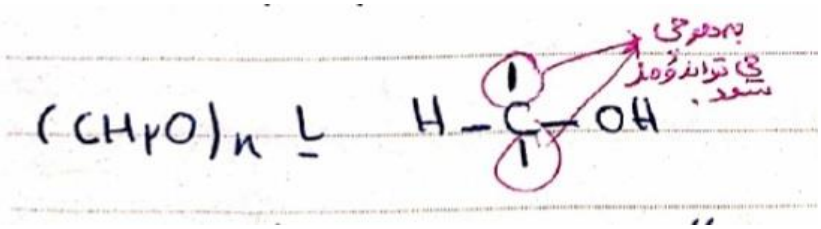
کربوهیدرات ها : فراوان ترین مواد آلی و ارزان ترین منبع انرژی برای انسان ، طیور و...در طبیعت هستند و ارزان ترین منبع انرژی برای انسان و طیور و حیوانات و.. کربوهیدرات ها از کربن و هیدروژن و اکسیژن تشکیل شده اند البته پکتین در ساختارش ترکیبات دیگری نیز دارد

نکته : وقتی چیزی فراوان باشد ، ارزان هم هست.

کربوهیدرات : واحد سازنده آن ها مونوساکارید است.

- ✓ دو مونوساکارید کنار هم را دی ساکارید گویند.
- ✓ تعداد محدودی (دو تا ده مونوساکارید) کنار هم را الیگوساکارید گویند.

نکته : کربوهیدرات ها (گلیکان ها) : دارای ساختار پایه ای به صورت زیر است.



مونوساکارید : قند های ساده با چندین گروه (OH) ، براساس تعداد کربن به تریوز ، تتروز ، پنتوز ، هگزوز و...گلوکز ، فروکتوز ، گالاکتوز

نکته : حداقل مونوساکاریدها سه کربن اند (تریوز).

دی ساکارید : از دو مونوساکارید که به صورت کوالان به هم متصل شده اند ساخته شده است (ساکارز ، مالتوز ، لاکتوز).

الیگوساکارید : تعداد محدودی مونوساکارید (2 تا 10) که به صورت پیوند کوالان به هم متصل شده اند.

- ✓ تری ساکارید : رافینوز
- ✓ تترا ساکارید : استاکیوز

نکته : دی ساکاریدها در واقع جزء الیگوساکاریدها هستند ولی چون مهم اند ، جدا می کنیم آن ها را.

نکته : از ده تا بیشتر مونوساکارید را پلی ساکارید گویند.

نکته : پلی ساکاریدها در بدن انسان قابل هضم یا غیرقابل هضم اند. به غیرقابل هضم ها فیبر میگویند.

خصوصیت فیبرها غذایی :

1) حجم غذا را در معده بالا می برد.
2) اعلام سیری به مغز (فشار و کششی که توسط معده ایجاد شده)
3) تحریک : حرکت های پلی ساکارید های غیر قابل هضم (سلولز ، همی سلولز ، پکتین) زیاد شده ، مواد دفعی در بدن باقی نمی ماند و مواد دفعی شامل مواد مضر و با سموم که از بدن حذف می شوند.
4) احتمال سرطان روده پایین می آید
5) حذف صفرا کاهش و دفعش افزایش میابد
6) کاهش کلسترول مضرخون

نکته : دو نوع مونوساکارید داریم که منشاء و منبع باقی کربوهیدرات ها هستند ؛

- **گلیسرول (گلیسرآلدهید) :** یک مونوساکارید آلدوزی یعنی گروه آلدهیدی دارند.
- **دی هیدروکسی استون :** یک مونوساکارید کتوزی یعنی عامل کتوز دارند یعنی کتونی.

نکته : پس تمام مونوساکاریدهایی که از گلیسرآلدهید مشتق شده جزء گروه آلدوزها هستند.

نکته : تمام مونوساکاریدهایی که از دی هیدروکسی استون مشتق شده جزء گروه کتوزی اند.

نکته : برای نام گذاری هر کدام از گروه ها اول آن **آلدو** می گذاریم مثلا :

- گروه آلدوتتروز یعنی آلدهیدهای 4 کربنی مثل : اریتروز
- گروه کتوتتروز یعنی کتوزهای 4 کربنی مثل : اریترولوز
- گروه آلدوپنتوز یعنی آلدهیدهای 5 کربنی مثل : ریبوز
- گروه کتوپنتوز یعنی کتوزهای 5 کربنی مثل : ریبولوز
- گروه آلدوهگزوز یعنی آلدهیدهای 6 کربنی مثلا : گلوکز
- گروه کتوهگزوز یعنی کتوز های 6 کربنی مثل : فروکتوز

نوع قند	آلدوز	کتوز
تریوز	گلیسروز (گلیسرآلدهید)	دی هیدروکسی استون
تتروز	اریتروز	اریترولوز
پنتوز	ریبوز و زایلوز	ریبولوز و زایلولوز
هگزوز	گلوکز	فروکتوز،سوربوز=sorbose،تاگاتوز=tagatose

گلیسر آلدهید جز آلدوتریوز است و باید یک کربن به عامل آلدهیدی متصل باشد.

نام دیگر کربوهیدرات گلیکان است. از فرمول2به توانn برای تعداد ایزومرها در یک قند استفاده کنیم.

کربن نامتقارن: نام دیگر کایرال به کربنی گویند که هر 4دست کربن به عناصر مختلفی متصل شده باشد(عناص یا ترکیبات)

گلیسر آلدهید دارای 1 کربن نامتقارن است.(کربن وسط)

اگر اخرین کربن نامتقارنOHدر سمت چپ وHدر سمت راست باشد فرمLاست. اگر آخرین کربن نامتقارن سمت راست و Hدر سمت چپ باشد فرمDاست.

گلوکز: دارای 4 کربن نامتقارن است. و کربن های 2 و 3 و 4 و 5 نامتقارن اند.

گلوکز یک آلدوهگزوز است. در آلدهیدی ها کربن اول همان کربن که به عامل آلدهید متصل است.

در کتوزها معمولا کربن شماره2 عامل کتوزی زیرا نمی تواند اولین کربن قرار گیرد.

ایزومر:

تعریف ایزومر: ترکیباتی با فرمول بسته یکسان و فرمول ساختاری متفاوت هستند.

انواع ایزومر:

1.ساختاری: شامل ایزومر: اسکلتی یا خیره ای،موضعی یا موقعیتی،عاملی

2.ایزومر فضایی: شامل هندسی و نوری

هندسی: سیس وترانس

نوری: دیاستومر و ...

1.اسکلتی یا ذخیره ای: توی هیدروکربن مثلا 2 هیدروکربن فرمول بسته یکسان ولی ساختمانی از نظر شاخه دار شدن زنجیره کربنی متفاوت می باشد.

هیدروکربن: کربن و هیدروژن دارد.

کربوهیدرات: کربن، اکسیژن و هیدروژن.

2.موضعی و موقعیتی: بسته بهOH روی کدام کربن قرار میگرد اسمش تغییر می کند.

پروپانول OHروی کربن 1

پروپانول OHروی کربن 2

ولی فرمول$C3H7OH$

3.ایزومر عاملی: فرمول بسته گلوکز$C6H12O6$و فروکتوز$C6H12O6$ هر دو یکی است ولی ایزومر عاملی اند زیرا گروه فعال آلدهیدی و فروکتوز کتونی است.

4.ایزومرهای فضایی: هندسی سیس وترانس: وقتی دو ترکیب پیوند دوگانه در یک طرف بودند و اگر 2جهت مختلف ترانس گویند. به این ها ایزومر هم گویند. ترکیب فضایی متفاوت و ساختاری یکسانی دارند. شامل انان تیومر و دیاستومر اند. در حقیقت نحوه ی قرار گرفتن اتم در فضا اختلاف دارد اما از نظر چگونگی اتصال اتم ها و گروه عاملی متفاوت است.

وقتی گروه های مشابه در یک طرف پیوند باشند سیس ولی در دو طرف پیوند دوگانه باشد ترانس.

اگر 2گروه مشابه به اون 2 کربنی که پیوند 2گانه داده اند وصل باشند دیگر سیس و ترانس نیست ما زمانی سیس و ترانس داریم که گروه های متفاوت به کربن پیوند دوگانه متصل شده باشند.

5.نوری: پاره ای از مولکول ها و یون ها که در 2شکل قابل انطباق به همدیگر نیستند مثل رابطه ی دست راست و چپ باهمدیگر به عنوان ایزومر نوری از نوع تصاویر آینه یا انانتیومر شناخته فرم LوD

تعریف کلی ایزومر: ترکیباتی که فرمول مولکولی یکسان ولی آرایش اتمی متفاوت دارند.

نمی تواند در مورد خواص ساختاری و فیزیکی ایزومرها یعنی اینکه شبیه هم اند یا نه حرف زد.

گونه ای از ایزومرها خواص فیزیکی یکسان و تنها تفاوت بر روی نور قطبی شده(پلاریزه شده) است تفاوت دارند. و نور پلاریزه به سمت راست و چپ منحرف در نتیجه آن هایی که به راست منحرف مثبت راست گرد وچپ را با منفی یا چپ گرد گویند. نوعی ایزومر نوری که با دستگاه پلاریزان مشخص میشود.

نوعی دیگر از ایزومر فضایی: اگر دو ملکول فرمول شیمیایی بسته یکی و نه انان تیومر هم و نه اپیمرهم به این دو گویند ایزومر فضایی از نوع فضایی از نوع دیاستومر اند.

اپیمر:

اپیمر: هرگاه دو ایزومر فضایی تنها در آرایش فضایی اطراف یکی از کربن های نامتقارن باهم تفاوت داشته باشند به آن ها اپی مر گویند. یعنی ایزومری که در تنها در قرارگیری OHوH یک کربن متفاوت. مثل گلوکز و مانوز

اپی مر: قندهایی که باهم تنها در محل استخلاف یک اتم کربن از نظر چگونگی استقرار گرفتن گروه هیدروکسیل نسبت به صفحه ی ساختار فضایی اختلاف دارند اپیمر گویند. فقط یک گروه کربن.

تفاوت گلوکز و مانوز رویOH متصل به کربن شماره 2 است.

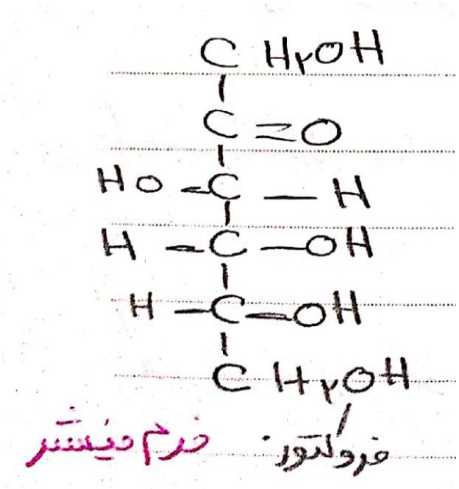
فیشر: اولین طرح ساختمانی که برای مونوساکارید ها پیشنهاد شد.

در این طرح مونوساکارید ها به صورت یک ساختار باز و خطی و ساختمان زنجیره ی باز و این طرح فیشر می شود. ولی بعدها فهمیدند که این نمی تواند ساختار قندها باشند زیرا باید یک خاصیت 100٪ آلدهیدی داشته باشند و فهمیدند در طبیعت به این حالت نیست بلکه عامل آلدهیدی در ترکیب با یک ماده دیگر در طبیعت است.به همین علت محلول گلوکز ما خاصیت ۱۰۰٪ الدهیدی ندارد و درنهایت ساختمان بسته تعریف کردند.

نکته:ساختمان بسته ای که در اثر انجام واکنش میان عامل الدهیدی و یک عامل الکلی موجود در گلوکز به وجود می اید یک همی استات(ساختمان بسته الدوهگزوز) است

نکته: فروکتوز عامل کتوزی دارد. اما در حقیقت فروکتوز هم در محیط این شکلی نیست زیرا اگر این شکلی بود باید خاصیت کتوزی نشان دهد و در محیط به شکل بستهه است.

به این صورت که وقتی یک واکنش بین عامل کتونی و یک عامل الکلی ایجاد شود ساختمان بسته ای به نام همی کتاز(ساختمان بسته کتو هگزوز) به وجود می اید.



نکته:چنانچه واکنش بین عامل آلدهیدی و کربن شماره ۵ صورت گیرد یک حلقه ی ۶ ضلعی شبیه ساختمان پیران تشکیل داده از این جهت پیرانوز گویند.

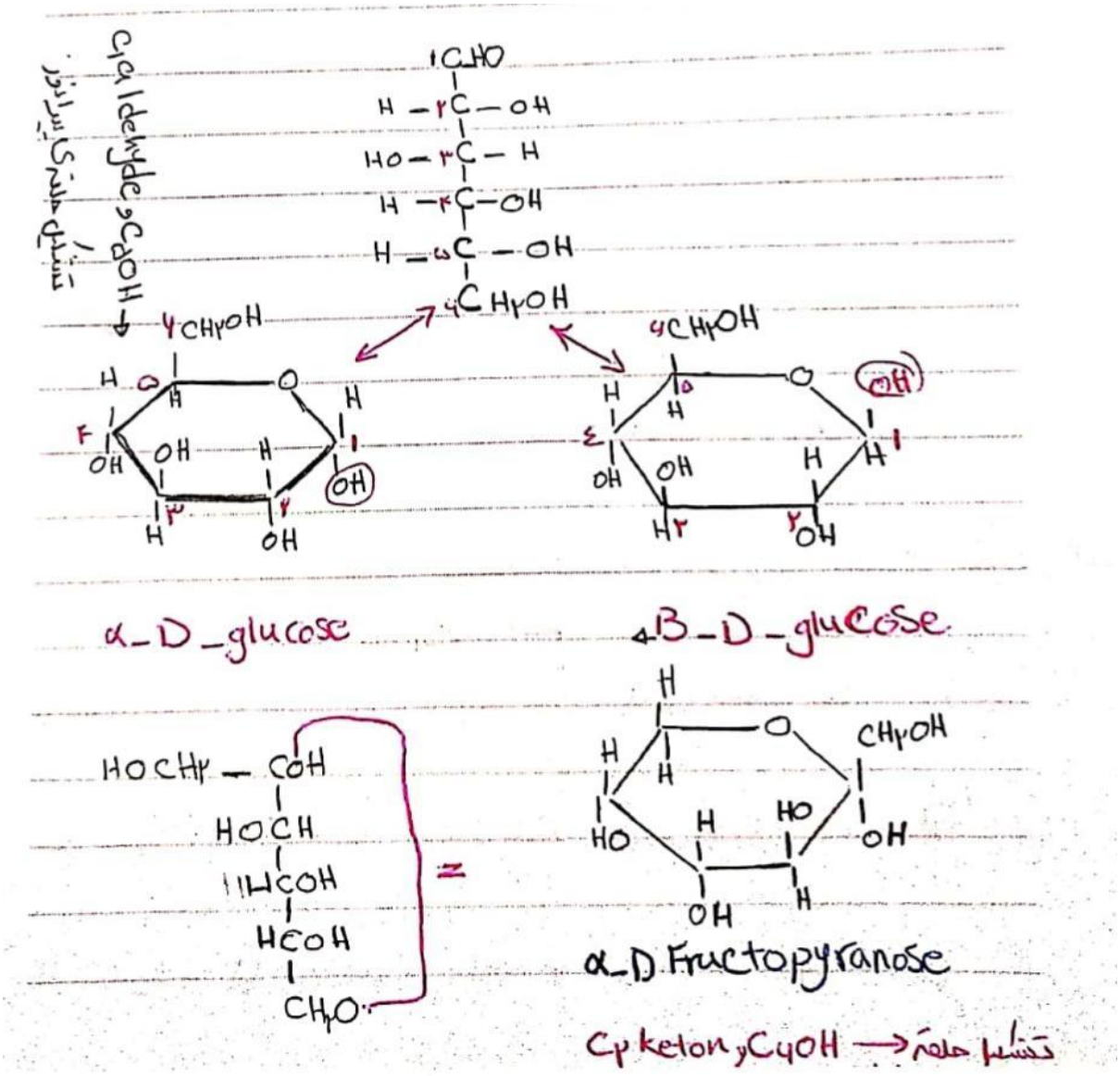
پس اگر در گلوکز عامل الدهیدی با کربن شماره ۵ متصل شود به آن گلکوپیرانوز گویند و یک حلقه ی ۶ ضلعی نامتقارت است.

نکته: حال اگر عامل الدهیدی با کربت شماره ۴ متصل به ان حلقه ۵ ضلعی که شبیه ملکول فوران است،فورانوز گویند. مثل گلکوفورانوز

نکته:اگر عامل کتونی متصل به کربن شماره ۲ با عامل OH کربن شماره ۵واکنش دهد به ان پیرانوز گویند مثل فروکتوپیرانوز

نکته:اگر عامل کتونی با OH کربن متصل به شماره ۴ واکنش دهد به ان فورانوز گویند. مثل فروکتوفورانوز

(حلقه های پیرانوزی ۶ ضلعی: گروه های آلدهیدی و کتونی در پنتوزها و هگزوز ها میتواند با گروه الکلی (OH) ،کربن های پایین خود پیوند ایجاد کرده و ساختارهای همی استال و همی کتال تشکیل میدهند.)



تنها منوساکاریدی که کربن نامتقارن ندارد پس ایزومر ندارد دی هیدروکسی استون است.

در فرم حلقوی ها آنومر میبینم که α وβگویند. هنگامی که عامل احیاکننده در تشکیل همی استات شرکت میکند کربن شماره ۱ بی تقارن میشود و برحسب اینکه عامل هیدروکسیل متصل به ان در طرح فیشر در سمت تشکیل حلقه یا مخالف سمت تشکیل حلقه باشد به نوع ۲ ایزومرα وβ تبدیل میشوند و انومر هم دیگراند. در جهت αو در خلاف جهت β برای فیشر

ساختار هاورس(سه بعدی):

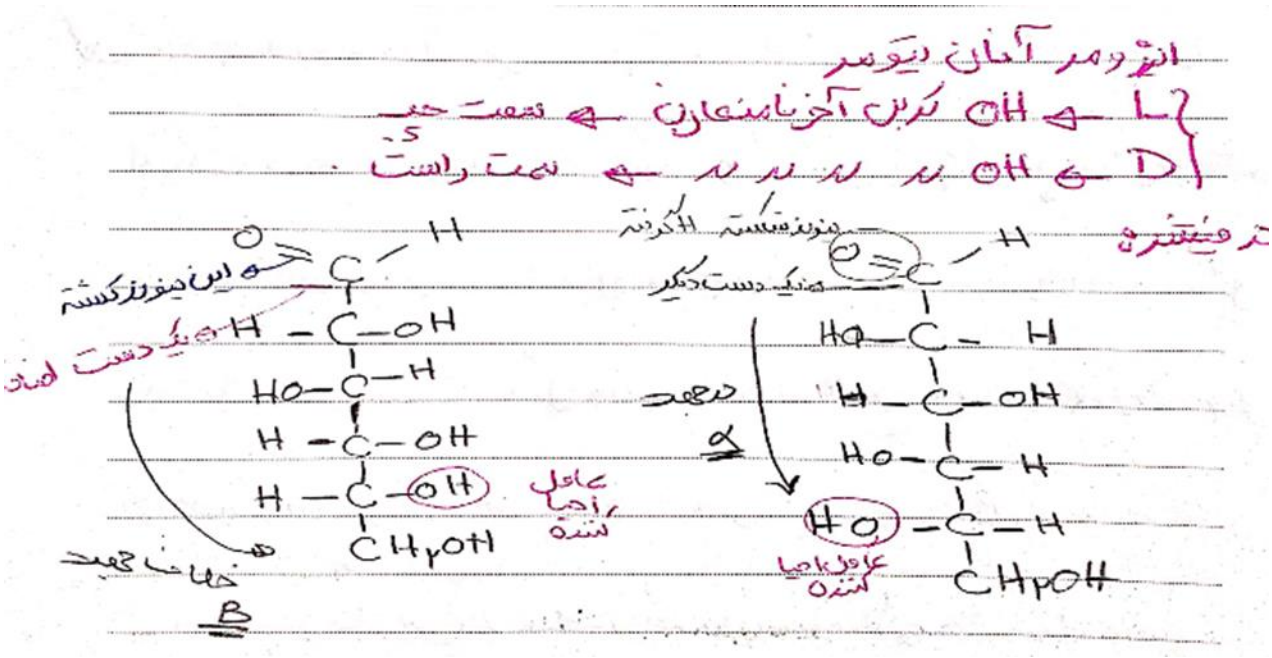
ساختاری که برای منوساکارید ها در طبیعت پیشنهاد شده همان ساختار همی استال یا همی کتال گویند.

-حال اگر OH متصل به کربن شماره ۱ در پایین قرار بگیرد α گویند.

-حال اگر OHمتصل به کربن شماره ۱ در بالا قرار بگیرد βگویند.

ایزومر آنومر

هاورس	فیشر
OHکربن شماره 1 بالا:β پایین :α	عامل احیا کننده OH درجهت α خلاف جهتβ



ساختمان صندلی:

ساختمان کامل تر از هاورس که در طبیعت است و شکل محکم و پایدارتر و بیشتر در محلول هگزوزها میبینیم.
این ساختمان در حقیقت برای پیرانوز ها یا ۶ ضلعی ها است.

نکته: فراوان ترین منوساکارید در طبیعت گلوکز گویند.

فرق گلوکز با گالاکتوز که هر دو فرمول C6H12O6 را دارند در محل اتصال کربن شماره ی ۴ است.

نکته: فرق مانوز با گلوکز در محل اتصال OH متصل به کربن شماره ۲ است .

گلوکز،گالاکتوز،مانوز،تالوز،التوز همه دارای فرمول C6H12O6 هستند و نسبت به هم ایزومرند.

تعریف نوعی ایزومر:

چنانچه ۲ منوساکارید از نظر شکل فضایی فقط در اطراف یک کربن مشخص با یکدیگر متفاوت باشند اپیمر گویند.

گالاکتوزو مانوز اپی مر گلوکز هستند .

اشکال حلقوی قندها

۱-فیشر(fisher projection)

توجیه کننده ی واکنش های شیمیایی نیست.

۲-هاورس

میتوانند واکنش های شیمیایی را توجیه کنند.

۳-صندلی(conformational)

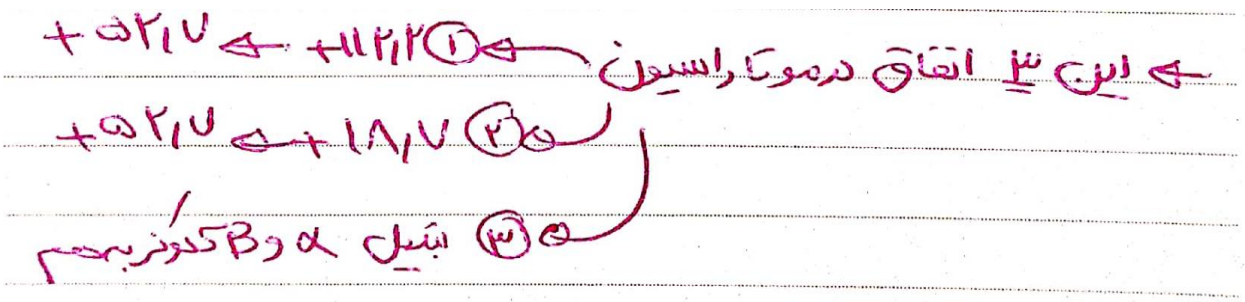
پدیده موتاریشن:

واکنشی که در محلول های گلوکز اتفاق می افتد. وقتی که یک محلول تازه تهیه شده از گلوکز ۲ چرخش نوری آن را بخواهیم تعیین کنیم، اول که در پلاری متر میگذاریم. یک چرخه ی مخصوص دارد برابر با 112,2 + درجه و شروع به کم شدن میکند تا برسد به 52,7+ درجه و در این درجه ثابت میماند که به آن موتاروتاسیون گویند. دانشمندی محلول گلوکزی تهیه کرد و در دمای ۹۸ گذاشت و کریستاله کرد و گلوکز حاصله چرخش مخصوصش با گلوکز عادی فرق دارد.

وقتی محلول تازه بود چرخش 18,7+ بود بعد یواش یواش زیاد و به 52,7+ می رسید و در اینجا ثابت میماند.

به این گلوکز معمول که اول 112,2+ بود و بعد به 52 میرسدαگلوکز میگویند.
به گلوکزی که در دمای ۹۸ چرخش اول که 18+ و بعد به 52+ میرسد βگلوکز میگویند.

نکته: این دو شکل گلوکز به سادگی به هم تبدیل میشوند در محلول ها تابه یک حالا تعادل برسد که در این حالا34٪ از نوع α و 66٪ از نوع β و کمتر از 1٪ گلوکز با ساختمان باز (حدفاصل بین αوβ)



نکته تفاوت αو βگلوکز :

چرخش مخصوص،حلالیت در آب: β حلال تر از α

میزان نسبی اکسیداسیون توسط گلوکز اکسیداز درα خیلی زیاد وβکمتر، نقطه ذوب هم ۴ درجه متفاوت است.

نکته: در میان کتوزها فروکتوز، فراون ترین انها در طبیعت، میزان در عسل 40٪ ودر عصاره ها هم مقدارش زیاد و چرخش مخصوص فروکتوز در پلاریمتر مهم نیست.

پیوند گلیکوزیدی : دی ساکاریدها :

وقتی گروه OH کربن آنومری یک قند با گروه OH قند دیگر یا OH سایر ترکیبات پیوند ایجاد کند این پیوند را پیوند گلیکوزیدی گویند .(آلدئید یک قند با گروه الکلی ترکیب دیگر)

نکته : کربن آنومری ، همان آلدهیدی نیست . زیرا OH بالا باشد یا پایین آنومر آلفا و بتا داریم . ولی در ساختار باز فیشر کربن شماره 1 آلدئیدی است ولی در شکل بسته پیوند ها تغییر می کند و به کربن شماره 1 ، کربن آنومری گویند.

نکته : از پیوند کربن آنومری یک قند با قند دیگر (OH قند دیگر) یا OH سایر ترکیبات آب آزاد می شود . یعنی کربن شماره 1 با کربن 4 قند دیگر (4 با 1) نهایتا به دی ساکارید می رسیم .

الیگوساکارید ها : می توانند هتروژن یا هموژن باشند . بین 2 تا 10 مونو ساکارید دارند پس دی ساکارید ها زیر مجموعه این ها هستند .

ساکارز : قند معمولی : گروکوز + فروکتوز = دارای پیوند گلیکوزیدی

ساکارز : یک ساختار فروکتوز که همی کتال و یک گلوکز که همی استال و نظر از اینکه آب از قسمت همی کتال و همی استال گرفته می شود اتصال بین دو گروه کربونیل بوده و فاقد احیا کنندگی است .

نکات :

نکته فروکتوفورانوز : عامل کتونی با OH کربن شماره 5

نکته گلکوپیرانوز : عامل آلدئیدی با OH کربن شماره 5 = 6 ضلعی = پیرانوز

نکته فروکتوپیرانوز : عامل آلدئیدی با OH کربن شماره 6 = 6 ضلعی

نکته الیگو ساکارید ها : می توانند هموژن یا هتروژن باشند و به 2 دسته تقسیم می شوند :

احیا کننده (دارای OH آزاد انومری)

غیر احیا کننده (OH انومری درگیر پیوند گلیکوزیدی)

منبع اصلی ساکارز : از چغندر قند (17 درصد آن) از نیشکر (15 درصد)

کربن آنومری گلوکز + کربن آنومری فروکتوز : ساکارز

طبق دلایل قبلی فاقد احیا کنندگی هست و همچنین در پدیده های موتاروتاسیون شرکت نمی کند .

پیوند بین گلوکز و فروکتوز ضعیف است و در محیط اسیدی یا حرارت شکسته. حال که شکسته و آزاد شدند هر دو مونوساکارید خاصیت احیا کنندگی دارند . مونو ساکارید ها احیا کننده اند .

آزمایش هایی به نام فهلینگ وجود دارد که خواص احیا کنندگی را نشان می‌دهد که ساکارز چون احیا کننده نیست پس معرف فهلینگ را احیا نمی‌کند. ساکارز در واکنش میلارد شرکت نمی‌کند پس طی واکنش به ما رنگ قهوه‌ای نمی‌دهد.

علت ضعیف بودن پیوند : زیرا یکی 5 ضلعی ، یکی 6 ضلعی پس پیوند محکم نشده و فورانوز ناپایدار تر از پیرانوز است.

به گلوگز و فروکتوز آزاد شده از ساکارز قند انورت گویند : و خواص آن ها با اولیه فرق دارد ، که یکی از آن ها تغییر جهش مخصوص در پلاریمتر است . محلول ساکارز چرخش 66/5 و حال با شکاندن پیوند ها آن را در بار بهتر گذاشته و حال چرخش 19/8- است پس به این قند انورت یا اینورت (invert)گویند .

شکاندن با گذاشتن در اسید ضعیف یا گرما :

نکته : عسل منبع قند اینورت invert : فروکتوز 38٪ ، گلوکز 31٪ ، ساکارزو 1/3٪ ، 7٪ مالتوز است .

نکته : تفاوت گلوکز اینورت **invert** با گلوکز عادی :

قند اینورت invertخاصیت جذب رطوبت بالا و حلالیت و شیرینی بیشتری دارند . یعنی عسل شیرین تر از گلوکز معمولی است پس در صنعت بسیار مهم اند .

نکته : حلالیت ساکارز در آب زیاد یعنی 223 گرم ساکارز در دمای 30 درجه در 100 گرم آب حل می شود .

نکته : با هیدروکسید کلسیم ایجاد ترکیب نامحلول کرده و در کارخانه تصفیه شکر استفاده می شود .

لاکتوز : فقط در شیر و مقدار آن 5 درصد است ولی اگر اجزای خشک شیر را جدا کنیم ، مقدار لاکتوز از سایر اجزای خشک بیشتر است و مقدار اعظم آن در هنگام پنیرسازی به صورت لخته جدا و وارد آب پنیر (مایع پنیرشده)

لاکتوز دارای آلفا و بتا است و حالت های فیزیکی آن ها فرق دارد مثلا آلفا نسبت به بتا حلالیت کمتری دارد . ولی لاکتوز در کل حلالیت خوبی در آب ندارد : در فرآورده های غلیظ شده شده ی شیر که تولید می شوند مشکل ایجاد می کند. یک حالت کریستالی یا شنی ایجاد می کنند. (حالت شنی sandiness : لاکتور تولید شده در حرارت کم به شکل کریستال شده را گویند)

نکته : اگر لاکتوز به سرعت خشک شود آمورف را به وجود آورده که به شدت جاذب رطوبت است ، اگر در محیط مرطوب بگذاریم لاکتوز آمورف 8 درصد رطوبت جذب می کند که به حالت مثلثی و کریستالی شده به اصطلاح کلوخه ای است .

نکته : پس لاکتوز خاصیت احیا کنندگی دارد و در واکنش میلارد شرکت کرده و و به رنگ قهوه ای در آمده و به این درد نمی خورد .

افرادی که به لاکتوز حساسیت دارند چون آنزیم لاکتاز ندارند پس شیر همراه با آنزیم آن مصرف می کنند.

مالتوز : گلوکز + گلوکز

از تجزیه نشاسته حاصل می شود در جریان تولید مالت مقدار زیادی مالتوز آزاد می شود . طعم خاص مالت به علت مالتوز است ، ماده غذایی خوبی برای رشد میکروارگانیسم و فرایند تخمیری است .

نکته : مالتوز احیا کننده است و در فرایند قهوه شدن میلارد هم شرکت می کند .

نکته : رافینوز و استاکیوز : در حبوبات و مخصوصا سویا وجود دارند و چون در روده کوچک جذب نمی شوند و در روده بزرگ باکتری ها آن را تجزیه می کنند باعث ایجاد نفخ می شود .

رافینوز : تیریوز است : 3 تا مونوساکارید : گالاکتوز + ساکارز

استاکیوز : تتروز است : 4 تا مونوساکارید : رافینوز + گالاگتوز

سلبیوز : دی ساکاریدی که واحد تکرار شونده در ساختمان سلولز است از پیوند 2 تا گلوکز

$\beta\ (1 \rightarrow 4)$

سلبیوز : گلوکز + گلوکز

پلی ساکارید ها :

چنانچه تعداد مونوساکارید ها بیشتر از 10 تا باشد در ساختمان قند ها ، پلی ساکارید ها را به وجود می آورند . حال اگر تمام مونوساکارید ها شرکت کننده از یک نوع باشند به آن همو پلی ساکارید گویند. مانند : نشاسته و سلولز و اگر بیش از یک واحد قندی در آن باشد به آن هترو پلی ساکارید گویند. مانند همی سلولز

نشاسته : پلیمری از مولکول های گلوکز است که در بافت گیاهی به صورت دانه های جدا از هم و گرانولی وجود دارد ، قطر این گرانول ها بین 2 تا 100 میکرون است و خصوصیات مختلفی دارند و گرانول ها در گیاهان متفاوت می توانندعلل تفاوت نشاسته های مختلف باشند ، گرانول نشاسته می توانند :

1) کروی 2) بیضی 3) چند وجهی باشند. همچنین در میکروسکوپ قابل تشخیص هستند .

اکثر گرانول ها یک مبدا مرکزی دارند که توسط حلقه های متحدالمرکزی احاطه شده، به حلقه ی مرکزی گرانول ها هیلوم (hilum) گویند که توسط حلقه های متحدالمرکز احاطه شده است.

نکته: مهم ترین منبع تهیه نشاسته ذرت است ، اما نشاسته گندم، برنج، سیب زمینی، کاساوا و ساگو هم در بازار به فروش می‌رود.

به نشاسته کاساوا، تاپیوکا، tapioca گویند.

نکته:بزرگترین گرانول با قطر متوسط 33 میکرون مربوط به سیب زمینی است و کوچک ترین گرانول مربوط به برنج است.

نکته: نشاسته از 2 قسمت و 2 نوع مولکول پلی مری تشکیل شده است:

1-خطی و فاقد انشعاب :آمیلوز گویند.

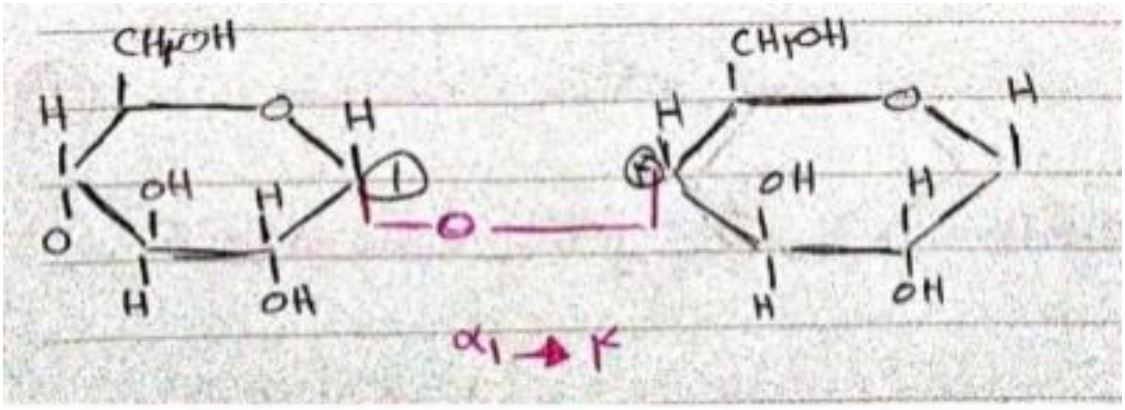
2-دارای انشعاب :آمیلوپکتین گویند.

معمولا 70 تا 80 ٪ را آمیلوپکتین تشکیل می دهد و بقیه را آمیلوز :در نشاسته طبیعی

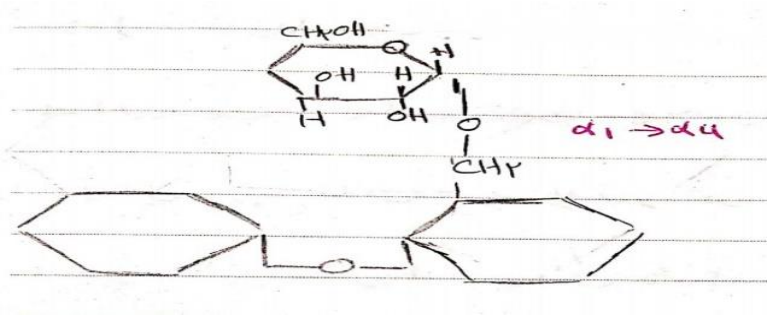
یکسری نشاسته ها جهش یافته و یا موتاسیون شده اند که همان نشاسته های اصلاح شده اند : یعنی از طریق مهندسی ژنتیک برای هدفی مشخص تغییراتی در ژنتیک ایجاد کردند تا به یک محصول خاص برسند. حال بسته به نوع تغییر درصد آمیلوز یا آمیلوپکتین تغییر می کند. حتی تا 80 درصد هم آمیلوز می تواند داشته باشد.

نکته: بسته به نوع آنزیم در نشاسته درصد آمیلوز و آمیلوپکتین معلوم می‌شود.

نکته: اگر در نشاسته آنزیمی اتصال آلفا یک به آلفا 4 بیشتر کند، آمیلوز بیشتر است. حال اگر در نشاسته آنزیمی اتصال آلفا یک به آلفا 6 را بیشتر کند، آمیلوپکتین بیشتر است.



نکته:OHمتصل به کربن شماره یک پایین، همان در پیوند گلیکوزیدی شرکت می کند و آلفا یک به آلفا چهار ایجاد می‌کند و یا آلفا یک به آلفا شش ایجاد می کند .



نکته: نشاسته یک زنجیره ی خطی دارد که هر 7 یا 8 عدد گلوکزیک شاخه بهش متصل و به شاخه حدود 20 گلوکز دیگر متصل می شود. شاخه اصلی آلفا یک به آلفا 4 و شاخه ی فرعی آلفا یک به آلفا 6.

نکته:شاخه ی فرعی خود 20 تا گلوکز دارد که با پیوند آلفا 1به آلفا4به هم متصل اند.

نکته: وزن مولکولی آمیلوز بین 100تا 2000 هزار ولی وزن مولکولی آمیلوپکتین تا یک میلیون هم می رسد.

نکته:زنجیره آمیلوزی با پیوند گلیکوزیدی آلفا 1 به آلفا 4 یک حالت مارپیچی دارد(هلیکس) هر 6 گلوکز یک دور می زند و مارپیچ را به وجود می آورد.این ویژگی خیلی اهمیت دارد:

چون موادی مانند اسیدچرب وتب زا داخل، این مارپیچ بودن دیگر می افتد و باتوجه به خصوصیات می تواند آمیلوز های نشاسته زا از خمیر آبکی نشاسته (paste) جدا کنیم. موادی مثل بوتانول، اسیدچرب، فنول استفاده و حرارت اعمال می شود و اجازه می دهند این خمیر نشاسته از حرارت نزدیک به نقطه جوش تا حرارت اتاق سرد شود. (اول تا جوش برده سپس سرد کرده) در این حالت آمیلوز با این اسید های چرب، فنول، بوتانول به صورت کریستال درآمده که با سانتریفیوژ کردن می توان آمیلوز را جدا کرد.

نکته :آمیلوز خیلی در صنعت استفاده می شود و به صورت ورقه هایی تهیه می کنند که آن ورقه‌های شفاف برای دسته بندی مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نکته: چون ذات آمیلوز خوراکی است پس ما مواد را با بسته بندی خوراکی بسته بندی می کنیم.

نکته :در آمیلوپکتین هم مارپیچ وجود دارد ولی نه به این شکل آمیلوز وبه شکل دیگری و این خصوصیات را به آمیلوپکتین نمی دهد.

نکته : نشاسته باید رنگ آبی ایجاد کند و از این طریق می توان به تقلبات موادغذایی پی برد. تشکیل این رنگ آبی به میزان ید موجود در مارپیچ خطی زنجیره‌های گلوکز که گرفتار می شود بستگی دارد. پس تشکیل این رنگ به طول زنجیره های خطی گلوکز که فرم مارپیچ دارند بستگی دارد.

نکته :برای اینکه ید در نشاسته گیر بیافتد باید حتما 9 دور زنجیره های مارپیچ گلوکز داشته باشد پس حداقل 54 (9*6) گلوکز داشته باشد.

نکته :آمیلوز می تواند باعث ایجاد رنگ آبی شود.

نکته: ولی ید با آمیلوپکتین رنگ قرمز می دهد و چون طول زنجیره کمتر در نشاسته طبیعی معلوم کند.

نشاسته تغییر یافته :یکسری تغییرات شیمیایی ایجاد شده است. برای مصارف خاص استفاده می‌شود و با نشاسته اصلاح ژنتیکی فرق دارد.

چون اصلاح ژنتیکی، ذرت آن اصلاح شده و نشاسته آن به دست آمده، نشاسته حاصل از اصلاح ژنتیک شده است ولی نشاسته تغییر یافته روی خود نشاسته تغییر ایجاد می‌کند برای مصارف خاص.

به کارگیری اسید در حرارتی پایین تر از نقطه ژلاتینی شدن نشاسته سبب هیدرولیز نشاسته در قسمت های آمورف نشاسته می شود. (آمورف = بی‌شکل)

نشاسته :

1-کریستال :همه‌ی مولکول ها با نظم خاص اطراف هم و شکل خاص.

2-آمورف:بی شکل

و با هیدرولیز شدن در قسمت آمورف نشاسته قسمت های فشرده و کریستالی بدون تغییر باقی می ماند. به این ترتیب قسمت آمیلوپکتین نشاسته باید میزان بیشتری نسبت به آمیلوز آن تحت اثر اسید قرار گیرد، مدت زمان انجام این پروسه طولانی و از طریق کاهش ویسکوزیته محیط می‌توانید به پایان آن پی برد. حال این محلول نشاسته را توسط یک قلیا مثل هیدروکسید سدیم خنثی می کنیم. نشاسته به وسیله صافی جدا و خشک کرده. علت این کار:

1-کاهش ویسکوزیته ی خمیر های تهیه شده از آن

2-افزایش ژلاتینی شدن نشاسته است.

نکته :در میان نشاسته های تغییر یافته، نشاسته های فسفاته خیلی مهم اند که دارای 0.01 تا 0.2 گروه فسفات به ازای هر واحد گلوکز اند.

نکته:استفاده از نشاسته های مونوفسفاته در موادغذایی منجمد خیلی سودمند است، چون باعث می شود ماده غذایی منجمد هنگام خروج از انجماد قسمت مایع خود را حفظ و به صورت مایع تراوش نکند.

نکته:این نشاسته مونوفسفاته حتی در آب سرد هم محلول است.

««

این بخش جز بخش عملی می باشد و از مباحث تئوری جدا است.

مبحث عملی:

آزمایش ۱:

سختی آب : مقاومت آب در برابر مصارف صنعتی و خانگی که مربوط به کلسیم و منیزیم است اما سایر فلزات غیر قلیایی هم نقش دارد.

مشکلات سختی آب:

صابون کف نمی کند، غذا دیر می پزد، در دیگ بخار در کارخانه رسوب کند و حتی می‌تواند باعث انفجار شود.

اکثر گرانول ها یک مبدا مرکزی دارند که توسط حلقه های متحدالمرکزی احاطه شده اند، به حلقه ی مرکزی گرانول ها هلیوم (Hilum) گویند.

نکته: مهم ترین منبع تهیه نشاسته ذرت است، اما نشاسته گندم، برنج، سیب زمینی، کاساوا و ساگو هم در بازار به فروش می‌رود.

به نشاسته کاساوا، تاپیوکا، tapioca گویند.

نکته:بزرگترین گرانول با قطر متوسط 33 میکرون مربوط به سیب زمینی است و کوچک ترین گرانول مربوط به برنج است.

نکته: نشاسته از 2 قسمت و 2 نوع مولکول پلی مری تشکیل شده است:

1-خطی و فاقد انشعاب :آمیلوز گویند.

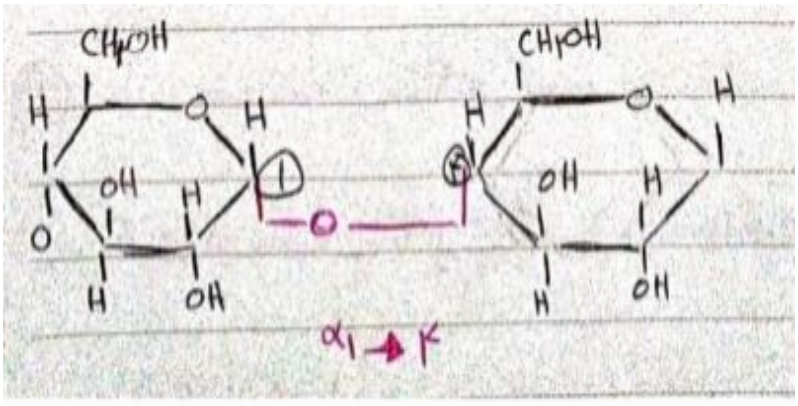
2-دارای انشعاب :آمیلوپکتین گویند.

در نشاسته طبیعی معمولا 70 تا 80 ٪ آن را آمیلوپکتین تشکیل میدهد و مابقی را آمیلوز

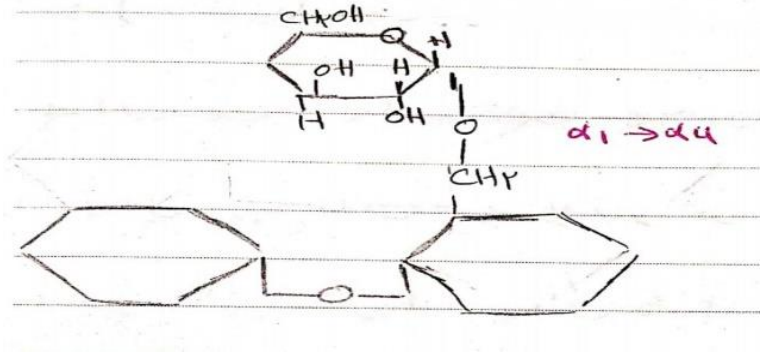
یکسری از نشاسته ها جهش یافته و یا موتاسیون شده اند که همان نشاسته های اصلاح شده اند : یعنی از طریق مهندسی ژنتیک برای هدفی مشخص تغییراتی در ژنتیک ایجاد شده تا به یک محصول خاص برسند. حال بسته به نوع تغییر درصد آمیلوز یا آمیلوپکتین تغییر می کند. حتی تا 80 درصد هم آمیلوز می تواند داشته باشد.

بسته به نوع آنزیم در نشاسته درصد آمیلوز و آمیلوپکتین معلوم می‌شود.

نکته: اگر در نشاسته اتصال آلفا یک به آلفا 4 بیشتر باشد، آمیلوز بیشتر است. حال اگر در نشاسته آنزیمی اتصال آلفا یک به آلفا 6 را بیشتر کند، آمیلوپکتین بیشتر میشود .



نکته:OHمتصل به کربن شماره یک پایین همان در پیوند گلیکوزیدی شرکت می کند و کربن آلفا یک با کربن آلفا چهار پیوند ایجاد میکند و یا کربن آلفا یک با کربن آلفا شش پیوند ایجاد میکند.



نکته: نشاسته یک زنجیره ی خطی دارد که هر 7 یا 8 عدد گلوکزیک شاخه به ان متصل میشود و به هرشاخه حدود 20 گلوکز دیگر متصل می شود. شاخه اصلی آلفا 1 به آلفا 4 و شاخه ی فرعی آلفا 1 به آلفا 6 متصل میشود.

نکته:شاخه ی فرعی خود 20 گلوکز دارد که با پیوند آلفا 1به آلفا 4 به هم متصل اند.

نکته: وزن مولکولی آمیلوز بین 100تا 2000 هزار ولی وزن مولکولی آمیلوپکتین تا یک میلیون هم می رسد.

نکته:زنجیره آمیلوزی با پیوند گلیکوزیدی کربن آلفا 1 به آلفا 4 یک حالت مارپیچی دارد(هلیکس) هر 6 گلوکز یک دور می زند و مارپیچ را به وجود می آورد.

این ویژگی خیلی اهمیت دارد:

چون مواد تب زا و اسیدچرب داخل این مارپیچ ها گیر می افتد و باتوجه به خصوصیات می تواند آمیلوز های نشاسته زا از خمیر آبکی نشاسته (paste) جدا کنیم. موادی مثل بوتانول، اسیدچرب، فنول استفاده میشود و با اعمال حرارت اجازه می دهند این خمیر نشاسته از حرارت نزدیک به نقطه جوش تا حرارت اتاق سرد شود. (اول تا جوش برده سپس سرد کرده) در این حالت آمیلوز با این اسید های چرب، فنول، بوتانول به صورت کریستال درآمده که با سانتریفیوژ کردن می توان آمیلوز را جدا کرد.

نکته :آمیلوز خیلی در صنعت استفاده می شود و آن را به صورت ورقه هایی تهیه می کنند که آن ورقه‌های شفاف برای دسته بندی مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نکته: چون ذات آمیلوز خوراکی است پس ما مواد را با بسته بندی خوراکی بسته بندی می کنیم.

نکته :در آمیلوپکتین هم مارپیچ وجود دارد ولی نه به این شکلی که در آمیلوز وجود دارد و این خصوصیات را به آمیلوپکتین نمی دهد.

نکته : نشاسته باید رنگ آبی ایجاد کند و از این طریق می توان به تقلبات موادغذایی پی برد. تشکیل این رنگ آبی به میزان یدی که در مارپیچ خطی زنجیره‌های گلوکز گرفتار می شود بستگی دارد. پس تشکیل این رنگ به طول زنجیره های خطی گلوکز که فرم مارپیچ دارند بستگی دارد.

نکته :برای اینکه نشاسته گیر بیافتد باید حتما 9 دور زنجیره های مارپیچ گلوکز داشته باشد پس حداقل 54 (6*9) گلوکز داشته باشد.

نکته :آمیلوز می تواند باعث ایجاد رنگ آبی شود.

نکته: ولی ید با آمیلوپکتین رنگ قرمز می دهد و زیرا طول زنجیره آن کوتاه تر است و این امر در نشاسته طبیعی قابل رویت است.

نشاسته تغییر یافته :یکسری تغییرات شیمیایی ایجاد شده است. برای مصارف خاص استفاده میشود و با نشاسته اصلاح ژنتیکی فرق دارد.

چون اصلاح ژنتیکی، ذرت آن اصلاح شده و نشاسته آن به دست آمده، نشاسته حاصل از اصلاح ژنتیک است ولی نشاسته تغییر یافته روی خود نشاسته تغییر ایجاد می‌کند برای مصارف خاص.

به کارگیری اسید در حرارتی پایین تر از نقطه ژلاتینی شدن نشاسته سبب هیدرولیز نشاسته در قسمت های آمورف نشاسته میشود. (آمورف = بی‌شکل)

نشاسته :

1-کریستال :همه‌ی مولکول ها با نظم خاص اطراف هم قرار گرفته اند و شکل خاصی دارند.

2-آمورف:بی شکل

و با هیدرولیز شدن در قسمت آمورف نشاسته، قسمت های فشرده و کریستالی بدون تغییر باقی می ماند. به این ترتیب قسمت آمیلوپکتین نشاسته باید میزان بیشتری نسبت به آمیلوز آن تحت اثر اسید قرار گیرد، مدت زمان انجام این پروسه طولانی و از طریق کاهش ویسکوزیته محیط می‌توان به پایان آن پی برد. حال این محلول نشاسته را توسط یک قلیا مثل هیدروکسید سدیم خنثی می کنیم. نشاسته به وسیله صافی جدا و خشک کرده.

علت این کار:

1-کاهش ویسکوزیته ی خمیر های تهیه شده از آن

2-افزایش ژلاتینی شدن نشاسته است.

نکته :در میان نشاسته های تغییر یافته، نشاسته های فسفاته خیلی مهم اند که دارای 0.01 تا 0.2 گروه فسفات به ازای هر واحد گلوکز اند.

نکته:استفاده از نشاسته های مونوفسفاته در موادغذایی منجمد خیلی سودمند است، چون باعث می شود ماده غذایی منجمد هنگام خروج از انجماد قسمت مایع خود را حفظ و به صورت مایع تراوش نکند.

نکته:این نشاسته مونوفسفاته حتی در آب سرد هم محلول است.

این بخش جز بخش عملی می باشد و از مباحث تئوری جدا است.

مبحث عملی:

آزمایش ۱:

سختی آب : مقاومت آب بیشتر در برابر مصارف صنعتی و خانگی که مربوط به کلسیم و منیزیم است اما در سایر فلزات غیر قلیایی هم نقش دارد.

مشکلات سختی آب:

صابون کف نمی کند، غذا دیر می پزد، در دیگ بخار در کارخانه رسوب کند و حتی باعث انفجار شود.

انواع آب:

سطحی: مواد نامحلول زیاد،رنگ اب کدر است ولی سختی آب کم است پس سبک تر از آب عمقی اند.

عمقی: مواد نامحلول کم، شفاف ولی سختی آب زیاد است.

مواد نامحلول: یا معدنی اند یا آلی که با روش فیزیکی جدا می شوند.

مواد محلول: ترکیبات ازته، بی کربنات، کلرال ها، فسفات ها و سولفات ها است که با روش شیمیایی جدا می شود.

نکته: در آبco_2 وo_2به صورت محلول است.

واحد سختی آب ppmاست و هر ppmمعدل یک میلی گرم بر لیتر است.

واحد دیگر آن درجه فرانسویی است که معادل10 ppmاست.

انواع سختی:

دائم: حامل مواد محلول از نوع ترکیبات کلرال، سولفات و نیترات(کلسیم و منیزیم) است که با جوشاندن رسوب نمی کند.

موقت: سختی ناشی از وجود ترکیبات بی کربنات کلسیم و منیزیم در آب که با جوشیدن رسوب میکند و از آب جدا میشود.

بی کربنات کلسیمCa(HCO3)2: آبی که دارای این ماده است با جوشیدن رسوب کربنات کلسیمcaco3 و همراه گاز H2oوco2 می دهد.

بی کربنات منیزیمMg(HCO3)2آبی که دارای این ماده است بعد جوشیدن رسوب کربنات منیزیمMgCo3 و بخار آب و گازCo2 می دهد.

سختی کل= از مجموع سختی دائم و موقت محاسبه میشود

دامنه سختی کل: آب ها بر اساس میزان سختی کل تقسیم بندی میشوند:

آب خالص و خیلی سبک:50ppmتا150سختی کل باشد در نتیجه خورندگی فلزات زیاد است.

آب آشامیدنی خیلی خوب : 150 ppmتا300سختی کل

آب سنگین تقسیم شده:300ppmبالاتر

دامنه سختی دائم:

آب سنگین: 120 ppm تا180

خوب: 50 ppm تا 120

آب خیلی خالص: 20تا 50

میزان سختی دائم کمتر ازسختی کل است زیرا درسختی کل مقداری سختی موقت هم داریم.

آزمایش2:

روش تصفیه ی آب آشامیدنی:

فیزیکی: با کم کردن سرعت، مواد نامحلول جدا میشوند و فیلتر آن ها را برداشته.

شیمیایی: برای جدا کردن مواد محلول از کربنات سدیم و زئولیت استفاده میشود که سدیم به آب میدهد و کلسیم و منیزیم را جذب میکند.

ضد میکروبی: از کلر حداکثر تاppm 2 استفاده میشود، اشعه یUV و اوزونO3

روش اندازه گیری سختی آزمایشگاهی

روش تیتراسیون: اتیلن دی آمین تترا استیک اسید EDTA است و معرف آن Eriochrome Black T است که در PH 10با حضور Mgوca به رنگ قرمز شرابی در آمد. بین 25 تا 30 لیتر نمونه آب را با 1تا 2 میلی لیتر بافر(17گرم کلرید آمونیوم به همراه 143سی سی هیدروکسید آمونیوم که با آب مقطر به حجم 250 سی سی رسانده ایم)

پس از بافری که برای سنجش سختی آب استفاده میکنیم متشکل از: کلرید آمونیوم و هیدروکسید آمونیوم و آب مقطر است

برای هر نمونه ما 1تا 2 سی سی بافر می خواهیم که با 25 سی سی نمونه مخلوط نموده و بعد 0.2گرم معرف Eriochrome Black T می زنیم و قرمز شرابی می شود و در نهایت با EDTA تیتر کرده تا جایی که رنگ نمونه آبی شود، چون وقتی Mgوca در ترکیب EDTA شلاته شده رنگ از قرمز به آبی رفته و پایان آزمایش است.

روش اندازه گیری رطوبت در مواد غذایی می تواند بر اساس کاهش وزن بر اثر خشک شدن ماده غذایی باشد که به روش هایی که بر این اساس آب موجود را اندازه گیری میکنند روش تبخیری یا خشک کردن گویند.

روش تبخیری:

روش کند: مثل آون معمولی دمای 100 درجه سانتی گراد یا خشک کردن با دسیکاتور خلاء برای فراورده هایی مثل پودر نانوایی که نسبت به تجزیه شدن در حرارت بالاتر از حرارت معمولی حساس اند.

استفاده از آون تحت خلاء با دمای 70 درجه برای غذاهایی که میزان قند موجود در آن ها بالا است و ممکن است در 100درجه تجزیه شود.

روش تند: روش کارتر- سیمون یا لامپ خشک کننده مادون قرمز با ترازوی قرائت یا روش آون های ماکروویوی.

روش تقطیری: روش دین و استارک(Dean and Stark)هم نام دارد در این روش مقدار معینی از یک ماده غذایی در یک بالن تقطیر ریخته به این بالن حلال هم اضافه میکنیم (حلال نقطه جوش بالاتر از آب دارد).و در نهایت با حرارت دادن، مایع موجود در غذا تبخیر میشود(رطوبت غذا)

روش شیمیایی: همان کارل فیشر و توسط دستگاه .

خشک کردن کند با حرارت 100 درجه: ظرف استیل با دربش را اول در داخل آون خشک کرده برای جلوگیری از خطا و رطوبت محیط .همچنین دست ماهم ممکن است ایجاد خطا کند.

اهمیت ماده غذایی:

درکشف خلوص یک ماده و مقداررطوبت موجود در آن است.

برای جلوگیری از خطا ظرف و درب آن را در آون خشک کرده و با گیره مخصوص در دسیکاتور گذاشته که شرایط خلاء دارد، وقتی در دسیکاتور خنک شد وزن کرده و یادداشت میکنیم و بعد 5تا 10 گرم ماده غذایی درون این ظرف ریخته و درب آن را بسته و به مدت 5تا 6ساعت درون آون 103 تا 105 درجه گذاشته(حتما کمتر از 100 درجه نشود) و بعد از 6ساعت با گیره در آورده و داخل دسیکاتور گذاشته بعد از خنک شدن ان را وزن نموده و یادداشت میکنیم و دوباره حدودا 30 دقیقه داخل آون گذاشته و وزن کرده حال اگر وزن دفعه قبل با این دفعه یک عدد بود آزمایش تمام می شود. ولی اگر نبود 30 دقیقه یکبار گرم کرده و وزن می کنیم تا به وزن برابر برسیم.

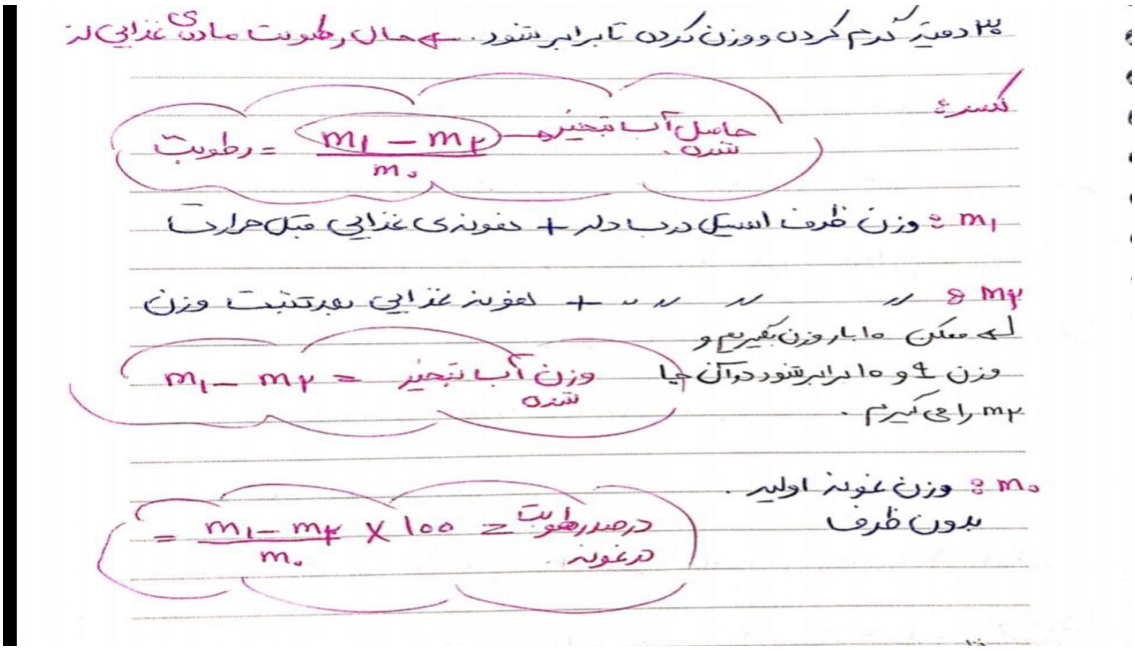
رطوبت ماده غذایی $\frac{M1-M2}{M0}$ است.

در این فرمول M1: وزن ظرف استیل درب دار+ نمونه غذایی قبل حرارت

M2: وزن ظرف استیل درب دار+ نمونه غذایی بعد تثبیت وزن

و در اخر M0 وزن نمونه اولیه بدون ظرف است.

اگر این فرمول را در 100 ضرب کنیم درصد رطوبت نمونه حساب می شود.



مقدار معینی از نمونه ی ماده ی غذایی تا حصول وزن ثابت در آون خشک می گردد که میزان کاهش وزن برابر میزان رطوبت موجود در غذاست.

برای انواع مواد غذایی بر اساس همین، تغییراتی ایجاد می شود مثلا اگر از فراورده های گوشتی استفاده کنیم. در آزمایشگاه از ماسه برای سنجش رطوبت استفاده می شود در نتیجه مقدار 20 گرم ماسه را در یک ظرف علامت گزاری شده تمیز گذاشته و 30 دقیقه در آون گذاشته و در نهایت در دسیکاتور گذاشته و بعد وزن کرده و یک همزن هم لازم است تا ماسه را حرکت دهد و در وزن گیری علاوه بر ظرف همزن هم حساب می شود ، حال 4تا 6 گرم از ماده غذایی را با دقت اندازه گیری و این ماسه را با ماده غذایی مخلوط می کنیم. و مانند قبل محاسبه می کنیم.

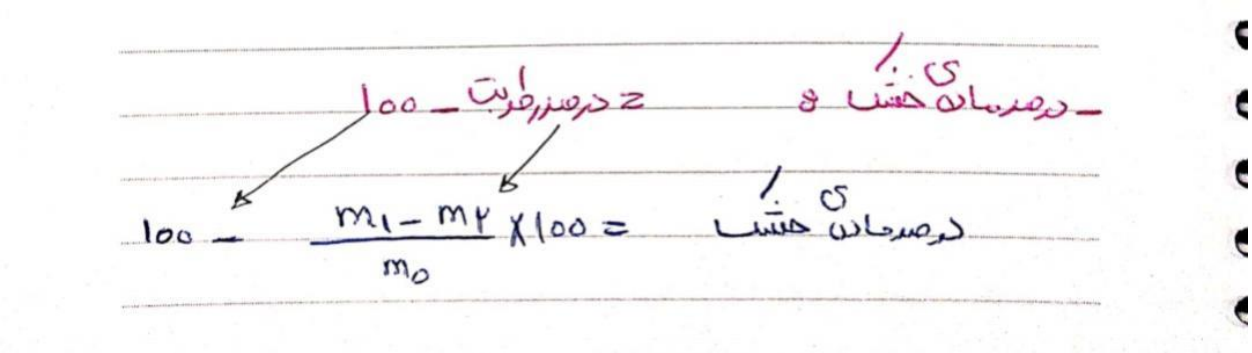
برای موادی مانند شیر که آب زیادی دارد در ابتدا آن را در حمام آب جوش(بن ماری) گذاشته و سپس در دمای 150 درجه تا حصول وزن اب به مدت 2ساعت خشک می کنیم

مواد غذایی مرکب مانند میوه و سبزیجات هم ظرف 30 دقیقه در دمای 105درجه خشک کرده و در دسیکاتور سرد میکنیم و توزین (وزن) می کنیم.

نمونه بسیار مرطوب هم اول در آب جوش قرار داده و بعد در آون گذاشته(در آب جوش می گذارند تا آب اضافی از بین برود)

در هنگام ثبیت وزن برای پیدا کردن وزن یکسان باید کمتر از 0.1 درصد از وزن نمونه ی اولیه باشد.

برای محاسبه درصد ماده خشک کسر قبلی(درصد رطوبت) از 100 کم می کنیم.



روش دین و استارک (Dean and Stark):

روشی برای سنجش رطوبت: روش تقطیری با استخراج حلال همراه است.

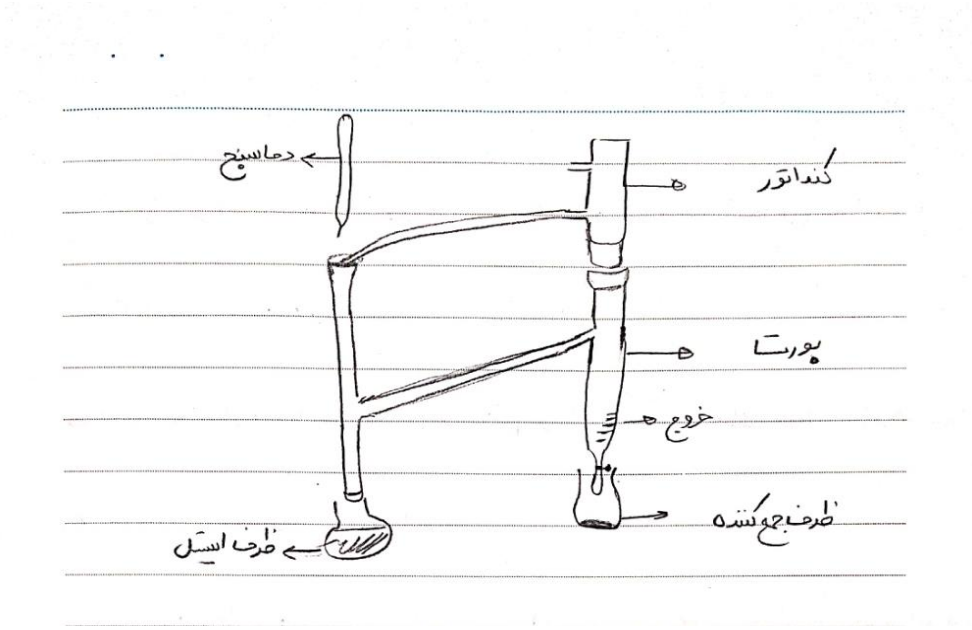
این روش برای غذاهایی که با رطوبت کم و فراورده های که دارای روغن فرار هستند و استفاده میشود.(درتقطیر گیاهان و ادویجات مفید است)

عیب: میزان رطوبت را کمتر از مقدار واقعی نشان می دهد چون همه ی آب ها جدا نمی شوند

حلال مورد استفاده تولوئن می باشد.

روش کار: ماده ی غذایی که در حلال است(حلال نقطه جوش بالاتری از اب دارد زیرا می خواهیم اب تبخیر شود)

ماده غذایی در بالن تقطیری ریخته و با حرارت دادن ماده غذایی بخار شده و بعد از عبور از کنداتور وارد بورت شده و در نهایت وارد خشک کن شده و بعد از این که حجم ثابت شد حرارت داخل را خاموش و آب را خارج می کنیم.



<u>پایان بخش عملی</u>

- ✓ برخی از مواد غذایی مثل سیلوی ذرت پر از اسید چرب فرار است که در دمای پایین تر از اب جوش، از بین رفته و تبخیر شده پس نمی توان صبر کرد تا از دمای جوش و روش حرارتی استفاده کرد.
- ✓ برای این ازمایش حلال تولوئن،زایلن و هپتان است که تلوئن از همه رایج تر است و دستگاه شبیه به دستگاه تقطیر است.
- ✓ 10تا 20 گرم نمونه را در بالن ریخته و 75 سی سی تولوئن اضافه کرده و دستگاه را وصل به بالن گرما میکنیم تا همه آب موجود در ماده غذایی در لوله مدرج جمع شود و از یک جا به بعد مقدار ثابتی باقی می ماند.

نکته:

عملکرد ثابت ماندن: حرارت در بالن یا ظرف استیل داده و آب موجود در ماده ی غذایی که در تلوئن حل شده، بخار شده وارد ظرف مدرج شده است. وقتی در لوله ی مدرج تا یک اندازه ای ثابت ماند،گرما قطع و شیر لوله مدرج را باز کرده و در ظرف جمع کننده، اب را جمع کرده در لوله مدرج هر عددی که ثابت بماند را میخوانیم.

روش کار: ماده غذایی که در حلال است (حلال نقطه جوشی بالا تر از آب دارد زیرا می‌خواهیم آب را تبخیر کنیم)»»» ماده غذایی در بالن تقطیری پخته و با حرارت دادن ماده غذایی بخار شده و بعد از عبور از کندانتور وارد بورت شده و در نهایت وارد جداکننده شده، بعد از اینکه حجم ثابت شد، حرارت را خاموش و آب را خارج می کنیم.

_مزیت: آسان و کم خرج است.

این روش برای غذاهایی که با رطوبت کم و فرآورده هایی که دارای روغن فرار هستند (تقطیر گیاهان و ادویه جات مفید است) و روغن به صورت محلول در حلال باقی مانده است.

_عیب: میزان رطوبت را کمتر از مقدار واقعی نشان می دهد، چون همه آب ها جدا نمی‌شوند.

_حلال های مورد استفاده تولوئن میباشد.

خصوصیات حلال مناسب تقطیری:

1.عدم ترکیب با آب

2.دارای نقطه جوش بالاتر از آب

3.دارای دانسیته کمتر از آب

اندازه گیری رطوبت :

دسیکاتور (روش تبخیری) : هم خلاء دارد و هم رطوبت گیری خوب دارد.

داخل آن اسید سولفوریک ریخته و شرایط خلاء و نقطه جوش آب ماده غذایی پایین و آب شروع می کند به تبخیر شدن و آن موادی که ته بالن ریختیم این آب را جذب میکند (محیط بسته).

- **روش شیمیایی :**

1) کارل فیشر

2) روش بین دستگاهی و ماده شیمیایی اندازه

- **روش دستگاهی**

تیپ سنجی به روش کارل فیشر : برای غذاهایی با رطوبت کم استفاده میشود و توسط دستگاه های تجاری صورت می گیرد.

محلول : شامل (ید + دی اکسید گوگرد) که هر دودر الکلی مثل متانول حل شده و با یک آمین که اینجا پیریدین است (که می توان به جای آن از ایمیدازول هم استفاده کرد چون امنیت بیشتری دارد) وارد واکنش شده است.

نکته : به دی اکسید گوگرد (SO_2) انیدرید سولفید هم می گویند.

ابتدا دی اکسید گوگرد با الکل واکنش و تولید استر کرده ، در اثر اکسیداسیون دی اکسید گوگرد در مجاورت آب (به وسیله ید) ، انیدریک سولفوریک تولید کرده که گاز پیریدین ، انیدریک سولفوریک را از محلول خارج کرده ، به عبارتی وقتی دی اکسید گوگرد با الکل واکنش و تولید استر کرد ، استر با باز خنثی شده و سپس استر خنثی شده توسط یُد اکسید شده تا موقعی که آب در محیط باشد ، ید در مخلوط باقی می ماند و به

محض تمام شدن آب ، ید آزاد و رنگ محیط را تغییر میدهد. از این طریق میزان آب ماده غذایی را میتوان سنجید. در نهایت استر اکسید شده در مجاورت آب به متیل سولفات تبدیل شده.

نکته مهم : این روش برای انواع میوه ها ، سبزی خشک ، روغن ها و قهوه بو داده قابل استفاده است اما برای مواد غذایی که رطوبت بالا دارد ، قابل استفاده نیست.

مهم : این روش برای موادی است که Low mostiure اند یا هموژن اندیا به حرارت حساس اند.

نکته : این روش برای موادی است که در شرایط خلاء نمی شود حرارت داد.

هر مول H_2O به یک مول ید نیاز دارد.

نکته : تغییر رنگ از زرد به قهوه ای است.

نکته : این تیپ سنجی به روش کارل فیشر تا زمانی ادامه دارد که رنگ ید به صورت دائم مشاهده شود.

2. توسط دستگاهی مستقیما نشان داده میشود :یعنی یک فرآیند شیمیایی انجام و سپس اندازه گیری میشود.

اساس این روش : به روش شیمیایی اندازه گیری بر این اصل استوار است که آب با ترکیبات خاصی وارد مواد غذایی شده و تولید گاز کرده و این دستگاه ها از فشار گاز مقدار آب را اندازه گیری میکنند. مثل واکنش کاربید کلسیم ($CaCo2$) با آب تولید گاز استیلن (به وسیله دستگاه اندازه گیری میشود) میکند.

4. روش دستگاهی : بر اساس خصوصیت فیزیکی یا فیزیکوشیمیایی نظیر هدایت الکتریکی میزان رطوبت موجود را اندازه گیری کرده ، براساس تاثیر آب برهدایت الکتریکی موثر و میزان رطوبت خوانده میشود و مستقیم به ما داده میشود.

نکته : برای کنترل میزان رطوبت غلات که مقدار آن زیاد است این روش دستگاهی مهم و کارآمد است.

نکته : با استفاده از رطوبت ماده غذایی و قابلیت جریان الکتریکی (مقاومت در برابر عبور جریان برق) از روش دستگاهی استفاده میشود.

مزیت : ارزان و سریع و قرائت مستقیم است.

عیب : دقیق نیست چون فقط آب در عبور جریان الکتریکی موثر نیست.

نکته: برآورد این روش نسبت به دقیق نبودنش ارزش دارد زیرا مرتبا رطوبت غلات را بررسی میکنیم.

روش های سنجش رطوبت :

1.تبخیری (شامل : آون معمولی ، آون تحت خلاء ، آون ماکروویوی ، اتوماتیک آنالیزور ها infrared ، دسیکاتور تحت خلاء با دمای محیط ،کوره کارتر سیمون)

2. تقطیری (دین و استارک ، تیپ سنجی)

3.شیمیایی (کارل فیشر ، دستگاهی شیمیایی)

4.دستگاهی (الکتریکی(هدایت الکتریکی))

روش تبخیری:

کارتر سیمون : در یک کوره مواد غذایی خشک که بیشتر برای غلات است باید در حرارت 150 سانتی گراد به مدت 15 دقیقه در غلات باشد. اگر ماده غذایی دیگر باشد دما و دقیقه تغییر می کند.

نکته :روشی که زنجیره به طور مداوم کار کرده و در فواصل معین از یک سمت نمونه وارد و از سمت دیگر نمونه خشک خارج می شود .

- انواع روش های تبخیری :

Ovenمعمولی

Ovenتحت خلأ

Ovenماکروویوی

اتوماتیک آنالیزر ها infrared

دسیکاتور تحت خلأ با دمای محیط

کوره کارتر سیمون

روش اندازه گیری خاکستر:

خاکستر بخش غیر آلی (inorganic) که با سوزاندن ترکیبات آلی به دست می آید و نشان دهنده مواد معدنی خام است.

خاکستر مجموع مواد معدنی نشان داده شده است و برای فهمیدن هر ماده باید روی خاکستر آزمایش انجام دهیم، یعنی برای درصد هر ماده ی معدنی باید آزمایش روی خاکستر کرد.

نکته : بخش ماده ی خشک، ماده ی غذایی که خاکستر تشکیل می دهد غیر انرژی زا است و وقتی قسمت غیر انرژی زا از ماده غذایی حذف کنیم می توان به بخش انرژی زای ماده ی خشک رسید. یکی از روش های قیمت گذاری بر روی مواد این است که چقدر آن ماده انرژی می دهد **مخصوصاً در غذای دام**.

ماده غذایی از رطوبت است و ماده خشک که شامل خاکستر و ذخیره ماده آلی که شامل کربوهیدرات، پروتئین، چربی، مواد معدنی، ویتامین و لیپید ها تشکیل شده است.

نکته : مواد آلی در ماده غذایی شامل: کربوهیدرات، پروتئین، چربی، مواد معدنی، ویتامین و لیپیدها .

روش اندازه گیری خاکستر برای تعیین مواد معدنی آن است که ابتدا باید ماده در کوره انداخته و سوزانده شده و خاکستر تهیه شده به روش اسپکترومتری (نور سنجی) میزان دقیق عناصر معدنی مانند فسفر و... می‌تواند در حد میلی گرم باشد.

به طورکلی به جز کربن، نیتروژن و اکسیژن و هیدروژن که عناصر اصلی سازنده ماده آلی اند بقیه عناصر شیمیایی مثل فسفر و کلسیم و گوگرد و سدیم و آهن و مس و... به عنوان عناصر مواد معدنی در مجموع خاکستر مواد معدنی را تشکیل داده اند.

عناصر آلی بر اثر اکسید شدن به صورت دی اکسید کربن، بخار آب و اکسید نیتروژن درآمده و از ماده خارج و بقیه ماده جزء ماده معدنی است.

صمغ : پلی ساکارید هایی از انواع هیدروکلوئید ها ، در واقع هیدروکلوئیدهایی هستند که با جذب آب سبب افزایش ویسکوزیته و در نتیجه پایداری برخی از سیستم های غذایی شده ، با استفاده از صمغ ها حتی فرمولاسیون مواد غذایی را هم می توان تغییر داد .

به طور مثال : با به کارگیری صمغ در سس های سالاد ، فرمولاسیون آن ها را تغییر می دهد و از صمغ به جای روغن استفاده می کنیم این صمغ ها هم سس را پایدار می کند و هم حس چرب بودن به ما می دهد و از نظر تغذیه ای سس مطلوب تری حاصل می شود .

نکته : انواع صمغ ها بسته به این که از چه منبعی تامین می شوند متفاوت هستنند .

1) صمغ عربی :

تراوش شده از درخت آکاسیا است ،زمانی که به پوست درخت آکاسیا اسید وارد شود از آن قطره قطره صمغ خارج شده و در اثر مجاورت با هوا خشک می شود آن را جمع آوری کرده و به عنوان صمغ عربی استفاده می کنند .

مشخصه : در آب بسیار محلول است یعنی تا 50 درصد می تواند در آب حل شود .

تفاوت با سایر پلی ساکارید ها :

بقیه پلی ساکارید ها حتی اگر در غلظت های کم هم به محلول اضافه شوند ویسکوزیته محلول را زیاد می کنند ولی صمغ عربی در غلظت های پایین ویسکوزیته محلول را زیاد نمی کند ولی در غلظت های بالا ویسکوزیته را زیاد می کند .

نکته : PH در میزان ویسکوزیته ای که صمغ عربی ایجاد می کند تاثیر دارد . وقتی PH بالا یا پایین باشد ویسکوزیته صمغ عربی کم شده ولی در PH 6 تا 8 ویسکوزیته صمغ عربی در بیشترین حالت خودش قرار دارد.

نکته : از صمغ عربی به عنوان املسیون کننده و پایدار کننده استفاده می شود (از جدا شدن چربی و روی سطح قرار گرفتن آن جلوگیری می کند) از رشد بلور های شکر درمحصولات قنادی یا رشد بلورهای یخ در بستنی جلوگیری می کند

نکته : صمغ ها جز هتروپلی ساکارید ها هستند و در ساختمانشان ال آرابینوز، ال رامنوز ،ساکارز و گلوکورونیک اسید وجود دارد .

یک از مصارف صمغ عربی : به عنوان املسیون کننده و پایدار کننده در اسانس های روغنی و عصاره مرکبات استفاده می شود .

نکته : وقتی یکسری ترکیبات را به مواد غذایی می زنیم سازگاری ندارند

مثلا با آنزیمات سدیم و ژلاتین : مثلا ترکیباتی که آنزیمات سدیم زیاد یا ژلاتین زیادی دارند انتخاب صمغ عربی برای آن ها به عنوان املسیون کننده مناسب نیست .

2) صمغ ترا اگانت :

این صمغ از گیاه اُستراگالوس ترشح می شود که بی مزه و بی بو است و مثل صمغ عربی قدمت طولانی دارد در ایران به این صمغ ، صمغ کتیرا گویند . هترو پلی ساکارید است و ساختار آن به صمغ عربی فرق دارد با این که در ساختمانش ال آرابینوز و دی گالاکتوز دارد که با صمغ عربی مشترک است ولی سایر ترکیبات شرکت کننده آن فرق دارد و موادی مانند دی گالاکتورونیک اسید داریم که در سس های مختلف استفاده می شود و علاوه بر قوام بالا یک احساس دهانی خوب (کامپزیونی) ایجاد می کند و غیر از این مواد ترکیبات دیگری هم دارد .

نکته : این صمغ یک جزئی دارد که در آب محلول است به عبارت دیگر :

تراگانت یک جز محلول در آب و یک جز غیر محلول در آب دارد . به قسمت محلول **تراگاکانتین** و به قسمت غیر محلول **پلی مر باسورین** گویند .

تفاوت با صمغ عربی : صمغ تراگانت در غلظت های کم هم ویسکوزیته را بالا می برد .

3) **صمغ آنزیناتها** : منبع اصلی تولید این صمغ از دیواره های سلولی الگ های قهوه ای است . این صمغ ها مشتق اسید آلژنیک هستند .

نکته: این صمغ ها در بستنی ها به منظور تولید بافت مناسب و اینکه مانع رشد کریستال یخ در بستنی شوند، بسیار کاربرد دارد و در شش ها به عنوان امولسیون کننده و پایدار کننده استفاده می شوند.

نکته: این صمغ حتی عمر انبار کردن سیب زمینی ها را هم افزایش می دهد.

نکته: اگر این آلزیناتها به صورت نمک فلزات قلیایی باشند خیلی راحت در آب گرم و سرد محلول شده ولی اگر به صورت نمک های فلزات دو یا سه ظرفیتی باشند به صورت نامحلول اند ولی اگر ترکیب با آمونیاک باشند در آب گرم و سرد به راحتی حل می شوند.

نکته: ویسکوزیته ی ایجادکننده توسط صمغ آلزیناتها بهPH مربوط نیست و تاثیر آن بسیار کم است.

نکته: افزایش درجه حرارت باعث کاهش ویسکوزیتدی محلول آن می شود.

نکته: آلزیناتها در حضور یون کلسیم ژل تولید می کنند.

تولید ژل الزیناتها با تفسیر PH تغییر می کنند. یعنی با اینکه آلزیناتها با حضور یون کلسیم ژل می دهند ولی درPH=3 حتی وقتی کلسیم هم نباشد در 3 هم ژل تولید می کند.

به ژلی که در حضور کلسیم، آلزیناتها تشکیل می دهند: جعبه تخم مرغی گویند چون در واقع شبیه جعبه تخم مرغ است.

4) صمغ گوآر:

که از اندوسپرم دانه گیاه گوآر بدست می آید که جزو گروه حبوبات محسوب می شود این در هندوستان، پاکستان، آمریکا رشد می کند و بیشتر برای تغذیه دام استفاده می شود.

این صمغ به سهولت آب جذب می کند و یک محلول بسیار غلیظ با خاصیت پیکسوتروپی به وجود می آورد. انحلال این صمغ بسیار سریع است ولی در حرارت بالا باعث تجزیه می شود. یعنی با حرارت بالا، عمل انحلال صمغ سریع تر می شود ولی اگر خیلی بالا باشد باعث تجزیه صمغ می شود.

نکته: تغییرات PH تاثیر کمی روی ویسکوزیته ی آن دارد و نمک ها هم تاثیر کمی در آن می گذارند.

نکته: صمغ گوآر در پنیر سازی و تولید بستنی و سس سالاد برای غلظت .و پایداری استفاده می شود.

نکته: این صمغ باعث می شود دوره نگه داری محصولات آرادی هم بیشتر شود.

نکته: در محصولات آرایشی و بهداشتی نیز کاربرد دارد.

5) صمغ دکستران:

این صمغ از باکتری تولید می شود به نام استرپتو باکتریوم کلسترانیوم است.

این باکتری وقتی در محیطی که ساکارز دارد رشد کند صمغ دکستران از آن تولید می شود.

واحد سازنده: ذنجیره های گولوکان که به آن ذنجیره های جانبی تشکیل از گلوکز وجود دارد و در محصولات آردی و نوشابه جهت ایجاد غلظت پایدار استفاده می شود.

نکته: این صمغ بسیار محلول در آب است.

نکته: بیشتر مصرف این صمغ پزشکی است.

6) **صمغ گزانتال**:

منبع آن از باکتری تولید می شود به نام گزانتوموناس

یک پلی ساکارید خارج سلولی است.

واحد اصلی سازنده گلوکز، مانوز و اسید گالاکتورونیک اند.

نکته: با وجود اینکه وزن مولکولی بسیار زیاد دارند ولی به راحتی در آب سرد و گرم حل شده و محلول بسیار غلیظ ایجاد می کند.

نکته: تغییرات PH در ویسکوزنیدی آن اثر چندانی ندارد ولی هم زدن ویسکوزیند آن راکم می کند.

نکته: نوشابه ها، کنسروها و مواد غذایی منجمد مورد استفاده قرار گرفته.

علت استفاده مواد منجمد؟ زمانی که ماده غذایی از حالت انجماد خارج می شود مایع کمتری تراوش می کند.

7) صمغ ژلان

-یک پلی ساکارید خارج سلولی است و توسط نوعی باکتری به نام سودوموناس الودی تولید می شود. (سودوموناس ELODEA)

8) صمغ لوبیای لوکاس یا (locust bean gum)

-از دانه گیاه همیشه سبز کارپ تشکیل شده و این گیاه در مدیترانه و خاور نزدیک محل رشتش است.

- مواد سازنده 88 درصد (گالاکتوز و مانوز) ،5 درصد پلی ساکارید و 6 درصد پروتین و یک درصد خاکستر

نکته :مانند دیگر صمغ ها پایدار تر ، موادغذایی موثر مثل سس سالاد،بستنی ،سوسیس و حتی در تهیه ی پنیر های نرم هم باعث میشود پنیر نرم هم سریع تر و هم بازده ی ان بیشتر باشد (یعنی میزان از دست رفتن موادجامد شیر هم کمتر میشود)

9) صمغ آگار

از الگ دریایی قرمز به نام ردوفیسه تولید (rhodophycea) می شود.

نکته : آگار در اب سرد نامحلول است و در حال جوش محلول است

نکته : آگار قوی ترین ماده ی ژل ساز است حتی با غلظت های خیلی هم تولید ژل می دهد . بعد از تولید در حرارت بالا هم حالت ژلی خود را حفظ میکند .

-مصرف : در محیط های کشتی و به عنوان املسیون کننده و پایدار در مواد منجمد ، پنیر ، ماست ، عصاره ی میوه ها و محصولات آردی مورد استفاده واقع می شود.

در محصولات آردی از این صمغ برای عقب انداختن زمان بیاتی نون استفاده می گردد.

10) صمغ کاراگینان :

از نوعی خزه ایرلندی به دست می ایند ،

نکته: این صمغ پلی مری از استر سولفاته ملکول هگزوز است . که نسبت سولفات ها به هگزوز ها حدود 1 است
نکته : 5 نوع پلی مر یا گروه در ساختار آن وجود دارد :

از این 5 نوع در صنعت غذاسازی مفید:

1- نوع کاپا (ویژگی تولید ژل دارد)
2- نوع لامبدا (ویژگی تولید ژل ندارد)

نکته : سولفاته که در این کاراگینان است که باعث میشود که با پروتین ها وارد واکنش شود و بعد یک کمپلکس کلوئیدی پایدار تشکیل می دهد.

نکته:در شیر کاکائو ها از این استفاده می شود که مانع رسوب شکلات موجود در شیرکاکائو میشود در پنیر و دسر های منجمد هم استفاده ، نقش ان در پنیر ساختار املوسیونی تقویت میشود .

نکته:در دسر منجمد برای اینکه کریستال یخ بزرگ نشوند.
نکته : یکسری فراورده ها هستند که در یک عمقی از روغن باید سرخ شوند و اگر از این صمغ استفاده شود در موقع سرخ جذب روغن خیلی کمی دارد .

نکته : در گوشت چرخ کرده هم از این صمغ استفاده میشود و تحت شرایطی خاصی وقتی نیم درصد از این صمغ اضافه می کنیم 10درصد آب اضافه توانستند از گوشت چرخ کرده همبرگر تهیه کنند که درصد چربی از 10 درصد کمتر ولی کیفیت مطلوب دارد .

پس ماده غذایی سالم تری ایجاد کرده زیرا همبرگر معمولی 20 درصد چربی دارد ولی در این حالت میزان چربی کمتری دارد .

واکنش های قندها: اکسیداسیون(ضعیف و شدید)

مونوساکاریدها: در اکسیداسیون قندها به صورت ملایم تبدیل به اسید های آلدونیک شده و آسپرزیلوس گلوکز بر اثر تخمیرهولزی(شرایط اکسید کننده ملائم) ، محصول حاصل آن اسید کلوککونیک است.

نکته: اکسید شدن ملائم نقش مهم حفاظتی در موارد غذایی که با اکسیداسیون با اکسیژن حساس اند. مثل نوشابه ها در مجاورت$o2$ و اکسیداسیون آن بدطعم می کنند. حال اگر درون آن پر از مونوساکارید گلوکز باشند این گلوکز با $O2$ در تماس(شرایط اکسید کننده ی ملایم) ایجاد اسید آلدونیک و $O2$محیط مصرف می شود. بنابراین افزودن گلوکز و گلوکز اکسیداز به نوشابه اثر محافظتی برای این ماده ی غذایی دارد، باعث می شود نوشابه با $O2$ این گونه مصرف شود و نمی تواند اثرات بدطعمی و بد رنگی را در نوشابه ایجاد کنند.

در واقع نمی گذارند $o2$ با مواد نوشابه واکنش و بدطعمی ایجاد کند.

اکسیداسیون شدید: با در معرض قرار گرفتن مواد غذایی با اسید نیتریک غیر از گروه های آلدهیدی است که اکسید شده است و ممکن است تغییرات دیگری هم رخ دهد. یعنی وقتی مونوساکارید در شرایط اکسید کننده ی شدید قرار گرفته اسید آلدلریک تولید کند. گلوکز در معرض اسید نیتریک سبب تولید گلوکاریک اسید می شود.

در اکسنده ضعیف فقط گروه های آلدهیدی اکسید و تولید اسید آلدونیک می کنند.

در اکسیده شدن شدید غیر از گروه های آلدهیدی ممکن گروه های دیگری نظیر : گروه های$CH2OH$ هم در اکسیده شدن شدید اکسیده می شوند و تولید اسید آلدریک کرده.

نکته: گاهی گروه آلدهیدی محافظت شده در اکسیده شدن قویی و فقط $CH2OH$ اکسید در نتیجه اسید ارونیک تولید شده و در نتیجه گالاکتوز واحد اصلی سازنده پکتین است که در اثر اکسیداسیون شدید تبدیل به اسید گالاکتورونیک شده است.

نکته : منوساکارید بعد اکسید شدن اسید تولید (قند اسیدی) میکند.

نکته : گلوکز در اکسیده شدن شدید، اگر گروه الدهیدی اکسید شده و فقط $CH2OH$ اکسیده نشوند، تولید اسید گلوکاریک تولید .

نکته : اسیدهای تولید شده از قند ها تولید لاکتوت کرده که در تولید طعم خاص در غذا نقش دارد.

2- احیا

منوساکارید ها بعد از احیا تبدیل به قند الکلی شده ، عوامل کربونیل ها در اثر احیا ان ها را به الکل تبدیل کرده ، از این قندهای الکلی می توان به عنوان جایگزین استفاده کرد.

ساکارز (گلوکز + فروکتوز) احیا میشود و تولید سوربیتول

-در صنعت با فشار زیاد هیدروژن در حضور کاتالیزورنیکل ما گلوکز را هیدروژنه کرده و در واقع ان را احیا کرده که تبدیل به ادلوسیتول که جایگزین خوبی برای گلوکز است .
نکته: مانوز احیا میشود و به مانیتول تبدیل میشود.

نکته: از قند الکلی بیشتر در فراورده های رژیمی استفاده میشود و الکل های قندی مخصوصا در میوه ها و سبزی ها دیده میشود.

-تشکیل گلیکوزید ها :

گروه کربونیل قند ها در یک محیط اسیدی ملایم با الکل ترکیب و با از دست دادن یک مولکول آب، تولید یک مولکول گلیکوزیدی کند . این پیوند گلیکوزیدی در مقابل اسید و آنزیم حساس بوده و میشکند ولی در برابر قلیا مقاوم است.

نکته: حال اگر این گروه الکلی مربوط به یک منوساکارید(قند) دیگر باشد، محصول واکنش یک دی ساکارید است.

پس :

نکته : اگر عامل الکلی مربوط به یک قند دیگر(منوساکارید) باشد یک ترکیب گلیکونی است و

اگر عامل مربوط به یک قند دیگر نباشد به این قسمت غیر قندی، اگلیکون Aglyconeگویند .

نکته : این ترکیبات گلیکوزیدی در صنعت بسیار مهم هستند .

نکته : گزیلیتول یا زایلیتول: قند الکلی حاصل از گزیلوز یا قند الکلی حاصل از زایلوز است. (یک آلدوپنتوز است که یعنی یک مونوساکارید آلدئیدی 5 کربنه است.)

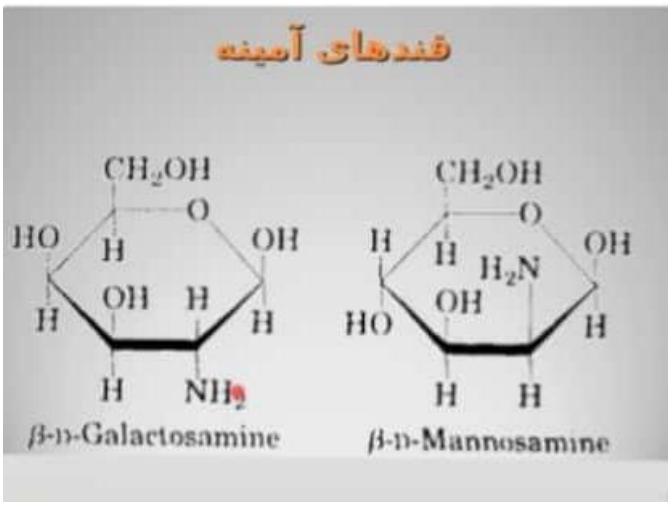
نکته : زایلوز از پیش ساز های همی سلولز هم است. (از اصلی ترین آن ها است.)

3) تولید قند های آمین دار(آمینه) : در صورتی که گروه آمین، جایگزین گروه هیدروکسیل کربن شماره 2 در مولکول قند شود، قند آمین دار به وجود می آید. مثل گلوکز آمین که همراه بسیاری از پلی ساکارید ها در بافت حیوانی وجود دارد یا گالاکتوآمین که جزئی از کاپا کازئین میباشد.

نکته : گلوکز آمین یکی از اصلی ترین مواد سازنده ی کیتین هاست که همان پوشش سخت حشرات و سخت پوستان است . هم چنین گلوکز آمین همراه لیپوپروتئین ها در تخم مرغ هم وجود دارد .

نکته : گالاکتوز آمین همراه با کازئین شیر وجود دارد .

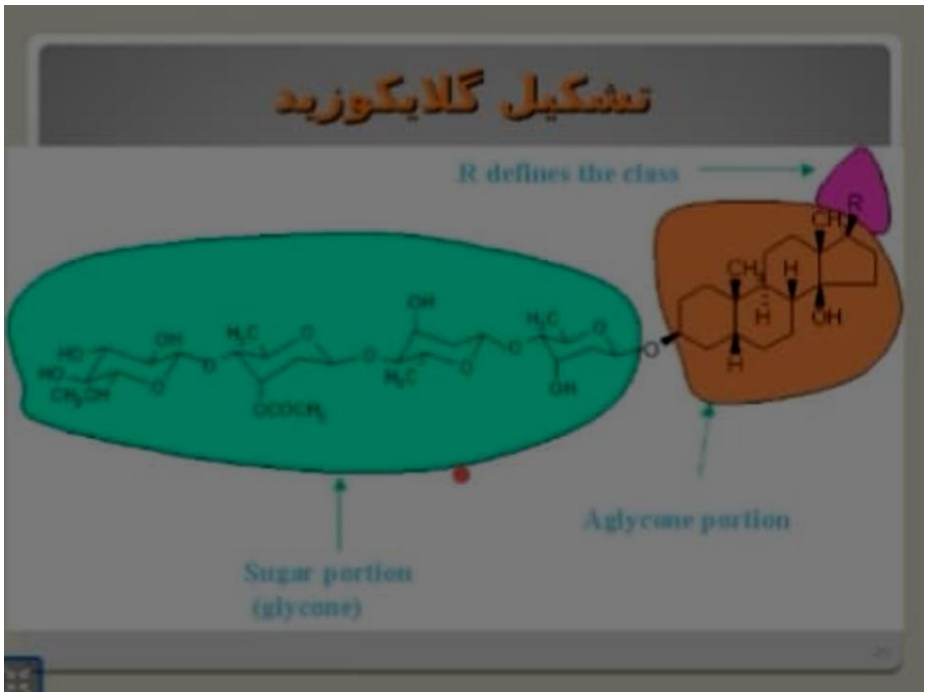
مهم : قند های آمینه : 1)گلوکز آمین ، 2) گالاکتوز آمین 3) اسید نورآمینیک)



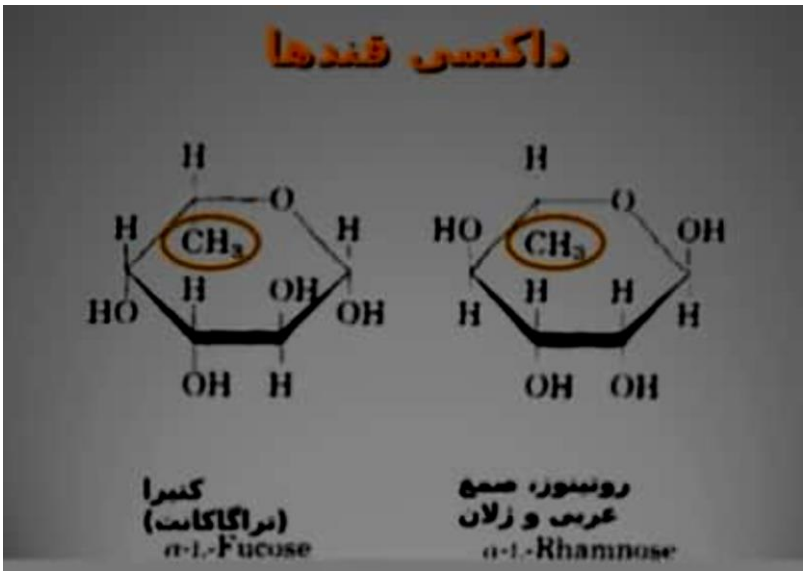
4) واکنش قهوه ای شدن (میلارد) :

گروه کربونیل مونوساکارید با گروه آمین موجود در پروتئین یا اسید آمینه واکنش داده و سبب ایجاد رنگدانه تیره و قهوه ای و همچنین اجزای طعم دار در مواد غذایی میشود.

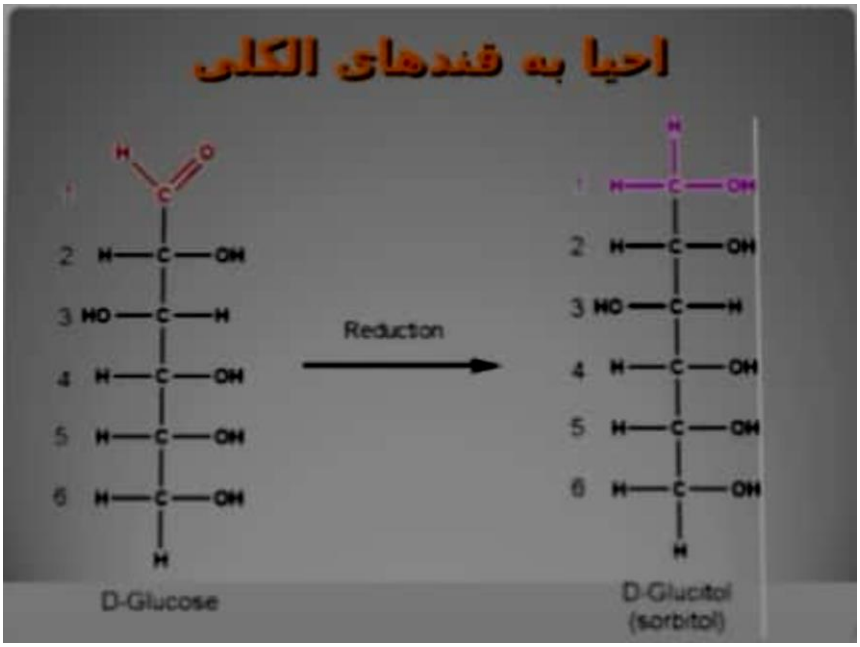
-مونوساکارید ها تمایل دارند در واکنش میلارد شرکت کنند.



تشکیل گلیکوزید آمین : کربونیل قند با آمین غیر قند



داکسی قندها : در کتیرا و صمغ عربی هم وجود دارد .



- **اندازه گیری عناصر معدنی در غذا ها به وسیله طیف سنج جذب اتمی (با استفاده از خاکستر):**

زیرا در خاکستر تمام مواد آلی سوزانده شده است و هرچه باقی می ماند خاکستر یا عناصر معدنی است.

وقتی با طیف سنج آزمایش کردیم میفهمیم کدام ماده معدنی یا عناصر قلیایی بیشتر در خاکستر است.

نکته: اساس آن این است که خاکستر ماده غذایی در اسید کلریدریک حل شود.

آزمایش atomic absorption spectrophotometry :

ابتدا 4 تا 6 گرم از ماده غذایی در بوته که قبلا در کوره سوزانده و سپس در دسیکاتور سرد شده وزن میکنیم.

توجه: نمونه های غذایی که رطوبت بالا دارند ابتدا تا مرز خشک شدن یا کاهش حجم در حمام آب جوش یا آون ۱۰۰ درجه تبخیر پیش میروند و بعد از آن، وارد فاز کوره میشوند.

نکته: اگر ماده غذایی آرد غلات،برنج و گندم بود از گلیسرول به ترکیب اضافه میکنیم ولی برای سایر مواد از اسید کلریدریک استفاده میکنیم.

نکته: در نمونه های آرد گندم،برنج،غلات برای سنجیدن از این طریق، چند قطره گلیسرول اضافه و مخلوط میکنیم. بعد این نمونه را روی شعله ی چراغ گاز اینقدر حرارت داده تا به زغال تبدیل شود. بعد این بوته را به کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه میبریم تا زمانی که خاکستر روشن تولید شود.

وجود رگه سیاه نشان دهنده ی ماده آلی است. اگر بعد از باز کردن کوره این رگه ها وجود داشت باید با چند قطره اب مرطوب کرده و بقیه مراحل را مجدد طی کرد.

مراحل به زبان ساده:

۴تا ۶ گرم از نمونه داخل بوته ریخته در کوره گذاشته تا خاکستر روشن حاصل شود و بعد اسیدکلریدریک غلیظ را به ان اضافه میکنیم و به مدت ۵ دقیقه در hotplate در هود شیمیایی می جوشانیم.

نکته:در هنگام جوشیدن اگر حجم اسید کلریدریک زودتر تمام شد مجدد اضافه میکنیم.

حال محلول شامل خاکستر و اسیدکلریدیک را در بشر ریخته و آب مقطر در بوته خالی ریخته و به بشر اضافه (همان بوته آزمایش) حجم محلول را به 40ml رسانده. این بشر را 10 دقیقه در شعله گاز جوشانده و سپس بشر را سرد کرده و محلول داخل را از روی پشم شیشه به داخل بالن ژوژه صاف کرده (بالن ژوژه انتخابی حجمش 100ml باید باشد دوباره آب مقطرشده را داخل بالن ژوژه ریخته تا هیچی داخل بشر نماند.) سپس صبر میکنیم سرد شود و بعد از سرد شدن با آب مقطر به حجم میرسانیم.

حال محلول خاکستری که داریم را میتوانیم هرگونه موادی که داخل این محلول خاکستر هست را پیدا کنم .

نکته:برای اینکه بتوانیم atomic absorption spectrophotometry به منظور استفاده از عناصر آن کنیم باید محلول استاندارد تهیه کنیم.

برای تهیه محلول استاندارد، پروتکل متفاوتی وجود دارد وبا توجه به آن محلول استاندارد میسازیم.

بسته به محلول استاندارد از مقایسه ی محلول استاندارد با محلول خاکستر توسط دستگاه

atomic absorption spectrophotometry ما به یک منحنی استاندارد میرسیم.

روش رسیدن به منحنی استاندارد :

ابتدا دستگاه، با محلول استاندارد تهیه شده (با غلظت 3 تا 5 میلی گرم در لیتر از عنصر را تهیه)

ابتدا دستگاه را با محلول استاندارد 3 میلی گرم تنظیم کرده سپس شدت جذب هر کدام از محلول های استاندارد را تهیه کرده و با این کار به منحنی استاندارد میرسیم.

نکته : با همین روش شدت جذب نور تهیه شده از خاکستر را اندازه گیری کرده که بر حسب غلظت آن از صفر تا 5 میلی لیتر است.

-پس جذب نور بر حسب غلظت است .

سپس شدت جذب محلول خاکستر را با منحنی استاندارد عنصر مورد نظر تطبیق داده، در داخل فرمول گذاشته و میابیم چند درصد از ماده معدنی در ماده غذایی وجود داشته است.

اسپکتروم فتومتری (جذب سنجی) :

جذب سنج ها دستگاه هایی هستند که برای اندازه گیری شدت جذب نور تابیده شده اند.

این دستگاه ها برای اندازه گیری انرژی نورانی جذب شده توسط مایعی که نور از آن عبور داده شده طراحی شده اند.

مایع ما همان محلول خاکستر و محلول استاندارد است. (مقایسه محلول مورد آزمایش با محلول استاندارد).

نکته : این دستگاه ها انواع مختلفی دارند. بسته به اندازه گیری کدام طول موج باشند مثلا برای موج uv و مرئی (Visible) باشد ، دستگاه طیف سنجی جذبی فرابنفش مرئی و اختصاصا uv و مرئی را اندازه گرفته (این طیف سنج جذب اتمی است).

اساس این دستگاه : اتم این فلزات وقتی تابش حاوی طول موج مشخص و محرک آن ها از نمونه آبکی شده یک محلول حاوی عنصر خاص عبور داده شود ، انرژی را جذب میکند.

-کاهش شدت تابش رابطه مستقیم با غلظت محلول دارد.

محلولی از نمونه ماده غذایی طی فرایندهایی نظیر استفاده اسید در خاکستر حاصل از غذا تهیه شده است. سپس این محلول توسط فرآیند غبارسازی به ابر و غبار درآمده ، وارد شعله داغ شده و این شعله به وسیله هوا و استیلن و مونواکسید نیتروژن با دمای 2300 درجه سانتی گراد ایجاد میشود. این شعله موجب تبخیر حلال نمونه گردیده و ترکیب فلزی به اتم فلزی یا رادیکال آزاد شکسته ، به این فرایند **اتمی کردن** یا **بمباران اتمی** گویند.

در مرحله ای که منبع نوری طول موج خاصی را که به وسیله لامپ کاتدی از داخل اتم های آزاد مزبور عبور میدهد، مقداری از تابش جذب میشود که میزان جذب آن تابش، به غلظت فلز موجود که در محلول وجود دارد، بستگی دارد.

اتمام آزمایش

««

پکتین: یک هترو پلی ساکارید است که جزء اصلی مواد تشکیل دهنده ی دیواره ی سلولی گیاهی است.

قسمت اصلی آن، پلی مری از اسید گالاکتورونیک است. (از گالاکتوز، اسیدگالاکتورونیک تولید می شود که با اتصال آلفا یک به آلف چهار به هم متصل هستند.)

درجه متیل دار شدن(متیلیشن) در پکتین :

عوامل کربوکسیل(اسید گالاکتورونیک) که در اسید(COH) با متانول ترکیب شده و تولید استر میکنند. (اسید+الکل:ااستر) هنگامی که عوامل کربوکسیل به صورت استر درآمدند، قسمت های metoxyl(متوکسیل) 16 درصد وزن مولکول پکتین را تشکیل میدهند. ولی ما در طبیعت پکتینی نداریم که تمام عوامل کربوکسیل با متانول واکنش دهند و 16 درصد وزن آن متوکسیل باشد، در واقع در طبیعت بین 9 تا 12 درصد گروه متوکسیل دارند.

پس درجه متیل بودن در مورد پکتین : از نسبت تعداد گروه های متوکسیل به تعداد کل واحدهای اسید گالاکتورونیک (پلی مر اصلی تشکیل دهنده پکتین) ضربدر100به دست می آید.

$$\text{درجه متیل دارشدن} = \frac{\text{تعدادگروههایمتوکسیل}}{\text{تعدادکلواحدهایاسیدگالاکتورونیک}} \times 100$$

نکته: با توجه به اینکه پکتین یک هترو پلی ساکارید پس غیر از اسید گالاکتورونیک، مواد های دیگری هم نقش دارند که یکی از آنها گالاکتان ها هستند.

نکته : در میوه ی نارس، پروتوپکتین وجود دارد. در میوه های نارس پکتین به صورت همراه یا متصل با سلولز است. که به این پکتین همراه، پروتوپکتین گویند. پروتوپکتین در آب نامحلول است. وقتی بخشی یا تعدادی از گروه متوکسیل جدا شود ماده ی به جا مانده را اسید پکتینیک (pectinicacid) میگویند و اگر تمام گروه های متوکسیل جدا شود، ماده ی باقی مانده اسید پکتیک (pectic) گویند.

نکته :میوه ها بر اساس اینکه چقدر رسیده یا نارس اند، نسبت پروتوپکتین و اسید پکتینیک و اسید پکتیک آنها فرق دارد.

نکته: یک کاربرد مهم پکتین در تولید ژل است، هم در آرایش و هم سیستم غذایی استفاده می شود، پس تشکیل ژل پکتین از خواص پکتین است.

خواص کاربردی پکتین :

در سیستم غذایی از پکتین به عنوان پایدار کننده و ایجاد ویسکوزیته و ایجاد کننده ی قوام در تشکیل ژل استفاده می کنند.

-حال این خواص پکتین بستگی به اندازه مولکول و میزان استری بودن اسید گالاکتورونیک دارد. (یعنی متیل دار شدن آن)

نکته : متیل چون گروه های آبدوست زیادی دارد، به میزان زیادی آب جذب میکند. نقش آب در ژل پکتین، حل کردن اسید و قند است که هر دو برای تولید ژل لازم اند.(پکتین در آب پراکننده ،سیستم کلوئیدی تشکیل)

نکته : پکتین وقتی در آب حل شده تولید یک شبکه ی سه بعدی کرده که آب را در این شبکه گیر می اندازد.

نکته :اسید که در آب می رود هیدروژن از دست داده تولید بار منفی کرده و از طرف دیگر قند در آب با گروه هیدروکسیلی که دارد پیوند هیدروژنی با مولکول آب داده، پس در تشکیل ژل پکتین حتما اسید و قند احتیاج است.

نکته :به علت پیوند هیدروژنی مولکول های پکتین این شبکه ی سه بعدی ایجاد می‌کند. این مولکول های قند می توانند بین رشته های پکتین قرار گیرند و یک اتصالاتی ایجاد کنند.

نکته: تشکیل ژل در PH اسیدی صورت می‌گیرد. در PH» 2.8 تا3.5 صورت گرفته و حدود ۶۵ درصد هم قند لازم است.

- خود مقدار پکتین بین 0.2 درصد تا 1.5 درصد کافی است.

نکته: در کل تشکیل ژل پکتین در PH » 2.8 تا 3.5 مناسب است.چه بالاتر و چه پایین تر از آن به درد نمی‌خورد.

نکته: متیله شدن پکتین در تشکیل ژل پکتین موثر است. مثلاً پکتین هایی که کمتر متیله شدند برای تشکیل ژل خود، قند کمتری احتیاج دارند ولی حتما باید فلزات دو ظرفیتی مثل کلسیم و غیره در محیط وجود داشته باشد، این فلزات دو ظرفیتی در لایه‌های زنجیره‌های پکتین قرار گرفته و مثل پل عمل کرده، وقتی که بیشتر از نصف گروه کربوکسیل در پکتین، غیر متیل باشد، این پکتین می تواند بدون قند هم ژل تشکیل دهد، البته حتماً به آن فلزات دو ظرفیتی مخصوصاً کلسیم احتیاج دارد.

- کلسیم در شیر زیاد است پس این عمل ژل پکتین در شیر زیاد اتفاق می افتد. یعنی شیر را تبدیل به ژل می‌کند.

نکته: درجه پکتین شدن خواص مختلفی به پکتین می‌دهد. این خواص کیفیت غذایی را بالا می‌برد.

نکته: پکتین ها که دارای متوکسیل کمی هستند نسبت به آنهایی که متوکسیل شان زیاد است ویسکوزیته محیطشان کمتر افزایش پیدا میکنند.

نکته: از پکتین برای تولید مربای رژیمی هم استفاده می‌شود و تشکیل ژل توسط پکتین یک چیزی حدود ۴۸ ساعت طول می‌کشد.

نکته: تشکیل ژل در یک درجه حرارت نیست و بستگی به تفاوت متیل دار شدن زنجیره پکتین دارد. حال چه متیل دار شدن خیلی زیاد یا خیلی کم باشد زود تشکیل ژل می‌دهند ولی پکتین های در حد متوسط متیل شدن به آرامی تشکیل ژل میدهند.

نکته: به پکتین هایی که میزان متیل دار شدن آنها ۷۰ درصد بیشتر باشد پکتین با درجه متیل دار شدن زیاد گویند. بین ۵۰ تا ۷۰ درصد را متوسط گویند و کمتر از ۵۰ درصد را هم کم گویند.

تقسیم بندی پکتین در کارخانه ها بر اساس درجه ژل سازی آن است. طبقه بندی آن بر اساس:

۱.درجه ژل سازی بالا

۲.درجه ژل سازی پایین

درجه ژل سازی(gelly grade):

عبارت است از مقدار پوند یا کیلوگرم ساکارزی که با یک پوند یا کیلوگرم پکتین تحت شرایط اسیدی مناسب تشکیل ژل دهد. این درجه ژل سازی می‌تواند بین ۱۵۰ تا ۳۰۰ متغیر باشد.

نکته: پوند(واحد وزنی) ساکاروز: مقدار قند

نکته: دو منبع اصلی تهیه پکتین، پوست مرکبات و قسمت وسط سیب است و برای تهیه پکتین بهتراست از میوه نارس یا کمی رسیده استفاده کنیم. میوه کامل رسیده، قدرت ژل سازی آن بد است.

-گاهی در فرایند رسیدن میوه، گروه پکتین جدا می‌شود و مولکول پلیمری اسید گالاکتورونیک هم در میوه رسیده میشکند و این شکسته شدن هم قدرت ژل سازی را کاهش میدهد.

نکته: جدا شدن *کامل* متیل از گروه‌های پکتین سبب از دست رفتن تشکیل ژل می‌شود»»کلمه *کامل* مهم است زیرا حتی اگر مقدار آن کم باشد، با قدرت بیشتری در حضور فلزات دو ظرفیتی ژل می دهد.

نکته: میوه خیلی نارس هم پیشنهاد نمی‌شود. مثلاً سیب خیلی نارس آنقدر نشاسته زیادی دارد که پکتین استخراج شده ژل با کیفیت نمی‌دهد.

نکته: برای تولید پکتین تحت اثر حرارت و اسید، پروتوپکتین نامحلول را به محلول تبدیل کرده یعنی پکتین این فرایند را تبدیل کرده و سه عامل PH، درجه حرارت و زمان در این پروسه اهمیت دارد. PH همان اسید است.

بعد از اثر این سه عامل، حال پکتین را استخراج کرده، صاف کرده، ناخالصی را گرفته و از آب جدا می کنند به وسیله حلالی مثل ایزوپروپانول یا اتانول این کار را انجام میدهند و پکتین محلول در آب را جدا کرده. پکتین به صورت توده ژلاتینی رسوب کرده، رسوب را جدا کرده و تحت اثر جریان هوای گرم، پکتین رسوب کرده را خشک می کنند و تا ۶ الی ۱۰ درصد رطوبت آن را خشک میکنند.

قهوه ای شدن:

این عمل در برخی جاها مفید و بعضی جاها مضر است.

- مثلاً در شیرخشک، قهوه ای شدن نباید اتفاق بیفتد و حتی در جاهایی که قهوه ای شدن مفید است، ممکن است مضر هم باشد. یعنی مثلا غذای سرخ کرده خوش طعم و از نظر طعم مطلوب است ولی چون سرخ کرده است مضر است. یا نان زیاد برشته شده طعم خوبی دارد ولی چون در این فرآیند ترکیبات مضری هم به وجود می‌آید پس یک جنبه مفید و یک جنبه مضر دارد.

در واکنش قهوه ای شدن:

1) آب آزاد شده و 2) aw ماده بالا میرود.

درنتیجه، فساد افزایش میابد. در این فرآیند یکسری ترکیبات بو و مزه دار تولید شده که می‌تواند مطبوع یا نامطبوع باشد.

- منظور از آزادسازی آب این است که در این واکنش های شیمیایی برای قهوه‌ای شدن، مولکول آب هم تولید و آزاد میشود.

نکته: طعم تشکیل شده است از بو و مزه.

نکته: قهوه ای شدن علاوه بر اینکه در طعم غذا موثر است ، می‌تواند مانع جذب پروتئین های غذایی در بدن شده و دسترسی زیستی را به پروتئین کم کرده و یا باعث کاهش وجود یک اسید آمینه در ماده غذایی شود.

نکته: چون یک سر واکنش سر آمین این پروتئین ها است. پس واکنش قهوه ای شدن در جذب پروتئین ها هم اثر دارد.

نکته: اسید آمینه لیزین یک اسید آمینه ضروری و برای بدن لازم است و از طریق غذا وارد بدن شده و زمانی که وارد واکنش شده قهوه‌ای شدن می‌شود از دسترس بدن خارج میشود و این برای بدن مضر است.

نکته :در قهوه ای شدن، ترکیبات آزاد برخی سمی و برخی سرطان زا و برخی از ترکیبات ضد میکروبی برخی آنتی اکسیدان و برخی خاصیت شلاته کننده دارند یا حتی برخی خاصیت کف سازی دارند.

- پس تمام ترکیبات ایجاد شده بد نیست یعنی هم ترکیبات خوب هست و هم ترکیبات بد.

- مثلاً تولید دانه های ملانوئیدی که در صنعت قند(کریستالیزه شدن ساکارز) باعث پایین آوردن خلوص ساکارز میشوند و نامطبوع است.

نکته: واکنش قهوه ای شدن در نان،گوشت،کاکائو،قهوه،چای وکباب و تغییر رنگ در فرایند رستینگ(roasting)(برشته شدن،تفت دادن،کباب کردن، سرخ کردن) مفید است چون حین این فرایندها انتظار تغییر رنگ داریم.

نکته: تغییر رنگ در شیر خشک،پودر تخم مرغ، میوه و سبزیجات نامطلوب است.

انواع واکنش های قهوه ای شدن:

1. آنزیمی
2. غیرآنزیمی

قهوه ای شدن غیر آنزیمی:

1. میلارد
2. کاراملیزاسیون

3. قهوه ای شدن اسید آسکوربیک

قهوه ای شدن آنزیمی:

در حضور اکسیژن با حضور سوبسترای فنولی و آنزیم فنولاز، قهوه ای شدن آنزیمی صورت می گیرد.

نکته : قهوه ای شدن آنزیمی خیلی در میوه و سبزیجات رخ می‌دهد.

نکته: برای انجام یک فرآیند آنزیمی ما یک آنزیم و سوبسترا و در اینجا اکسیژن نیز نیاز داریم.

نکته: این سوبسترا فنولی می‌تواند ترکیبات فنول دار مثل *منوفنول* یا *پارا دی فنول* باشد.

نکته: در فرایند قهوه ای شدن آنزیمی، کو آنزیم مس نیز خیلی نقش دارد.

نکته: برای پخت نان، میلارد و کاراملیزاسیون صورت می‌گیرد.

- در شیر خشک و پودر تخم مرغ هم میلارد صورت می‌گیرد. که در شیر خشک و پودر تخم مرغ نامطلوب است.

واکنش های قهوه ای شدن آنزیمی: حتما در محیط اکسیژن باید وجود داشته باشد و واکنش در محیط اسیدی بهتر انجام می شود و رنگدانه ای که به وجود می‌آید همان ملانین ها هستند.

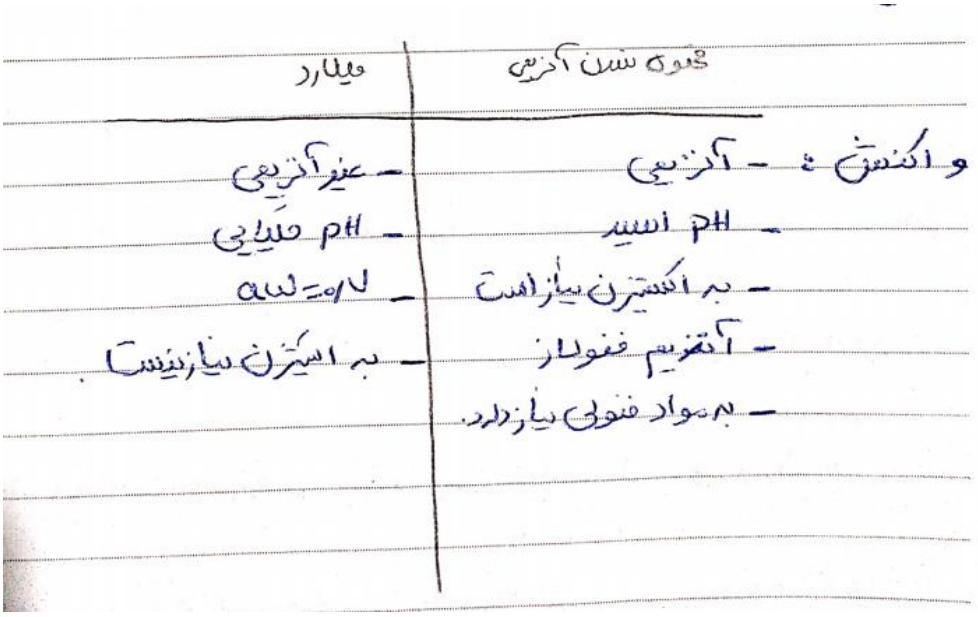
نکته: برای واکنش میلارد که همان واکنش آمین با کربوکسیل است، PH قلیایی بهتر است. و احتیاج به اکسیژن نداریم و میزان aw اولیه ماده غذایی که میلارد صورت می‌گیرد می‌تواند پایین باشد ولی در واکنش قهوه ای شدن آنزیمی ما احتیاج به o_2 داریم و محیط باید اسیدی باشد.

نکته: در میوه، سبزی و سیب زمینی وقارچ محیط اسیدی بیشتر است، واکنش قهوه ای شدن آنزیمی صورت می‌گیرد.

نکته: آنزیم فنولاز در سیب زمینی و قارچ وجود دارد. کو آنزیم آن مس است. در سیب زمینی ترکیب فنولی که با فنولاز واکنش می دهد، اسیدآمینه تیروزین است.

نکته: اسید آمینه تیروزین تنها اسید آمینه منوفنولی است.

- در چای، دانه کاکائو و قهوه علاوه بر میلارد ، قهوه ای شدن آنزیمی هم صورت می‌گیرد. در چای قهوه ای شدن آنزیمی به علت وجود ترکیبات فلانوئیدی و آنزیم فنولاز است.



راه های جلوگیری از قهوه ای شدن آنزیمی:

1. حرارت دادن که آنزیم فنولاز، دناتوره میشود.

حرارت دادن باید به صورتhigh tempreture short time باشد. یعنی در دمای ۷۲ درجه با۱۵ ثانیه حرارت دادن در عرض چند دقیقه تا۴ درجه سانتیگراد خنک می شود.

2. ترکیبات گوگردی آنهایی که خاصیت احیا کنندگی دارند مثل SO_2، دی سولفید ها. این ها را به شکل محلول و گاز در آورده و این محلول‌ها به آن ماده غذایی نفوذ کرده (همان ترکیباتی که نمی‌خواهیم واکنش آنزیمی درونش رخ دهد)»» این ترکیبات احیا کننده مانع اکسید می‌شوند یعنی اکسیژن محیط را مصرف کرده یا به عبارتی حذف کرده. یکی از این موارد سولفید سدیم است که به سیب پوست کنده ، سیب زمینی پوست کنده و هلوی پوست کنده زده که قهوه ای نشود و ویتامین cآن که ناپایدار است در برابر اکسیژن حفظ شود .(وقتی از این روش استفاده می‌کنیم که از حرارت دادن نشود استفاده کرد.)

نکته: این ترکیبات گوگردی مقداری خاصیت ضد باکتری هم دارند.

نکته: گفتیم برخی مواد آزاد شده از واکنش قهوه ای شدن خاصیت شلاته کننده دارند و جلوی تغییر طعم غذا را گرفته و با رسوب خود این کار را می‌کنند.»» کو آنزیم مورد نیاز برای قهوه ای شدن آنزیم، مس که یک فلز است که وقتی مواد شلاته کننده فلز را دور می کنند، طعم غذا را حفظ می‌کنند.(در واقع مواد شلاته کننده با ترکیبات موجود در ماده غذایی (فلز مس) که کوآنزیم واکنش قهوه ای شدن است ترکیب شده (مانع ایجاد قهوه ای شدن میشود) در نتیجه مانع تغییر طعم میشود.)

مزایای استفاده از ترکیبات گوگرد دار: علاوه بر اینکه ترکیبات گوگردی جلوی قهوه ای شدن را می گیرد، باعث تثبیت ویتامینc هم شده و کمی خاصیت ضد میکروبی دارد پس از مدت زمان نگهداری مواد غذایی را بالا می‌برد.

معایب استفاده از ترکیبات گوگرد دار:

1. افرادی که آسم دارند یا حساسیت دارند نمی توانند استفاده کنند و به سرفه شدید افتاده
2. تیامین را اکسید کرده یعنی از دسترس خارج می‌کند(تیامین همان ویتامینB1 است).
3. در صورت مصرف زیاد، طعم نامطلوب سولفیدی داده و در برخی موارد باعث بی رنگ شدن برخی رنگدانه ها شده.

نکته: حذف اکسیژن هم می تواند با استفاده از 1.ترکیبات سولفیدی باشد و هم 2.غوطه ور کردن در آب یا 3.غوطه‌ور کردن در شربت قند و همچنین 4.ایجاد شرایط خلا (شرایط خلا باعث می‌شود اکسیژن موجود در بافت ماده غذایی خارج شود و همزمان در شربت قند غوطه‌ور و جای هوارا این شربت می‌گیرد.) در نهایت قهوه ای شدن صورت نمی‌گیرد.

5. در روش دیگر، اسپری کردن اسید آسکوربیک است که می‌تواند در حذف O_2 نقش داشته باشد که به اسید اسکوربیک، اکسیژن اسکونجر(oxygen scavenger) هم می گویند. یعنی اکسیژن زدایی انجام می دهد.

-اسید آسکوربیک چون خاصیت اکسیژن زدایی دارد با اکسیژن وارد واکنش شده و آن را غیر قابل دسترس میکند یعنی آن را مصرف می‌کند.

نکته: راه دیگر جلوگیری از قهوه ای شدن، استفاده از نمک است. کلر نمک که با آنزیم واکنش داده و آن را مهار کرده یعنی بار الکتریکی را به هم ریخته در نهایت آنزیم دناتوره شده، استفاده از نمک 0.1%(محلول نمک 0.1% باید استفاده شود.)

- نمک Nacl از آنزیم فنولاز آب زدایی می‌کند که این هم مفید است.

نکته: نمک Naclبه روش :

1.کلر با آنزیم واکنش میدهد

Na.2 بار الکتریکی را به هم ریخته

3. نمک از آنزیم آب گیری کرده (جلوی واکنش قهوه ای شدن را گرفته.)

قهوه ای شدن غیر آنزیمی میلارد:

یکی از مهمترین واکنش هایی که در جریان فرآیند نگهداری مواد غذایی صورت گرفته، واکنش میلارد است. این واکنش بین گروه آمین آزاد پروتئین و ترکیبات کربونیلی مثل آلدهیدها و کتون ها (ترکیبات کربونیلی در اثر اکسیداسیون چربی حاصل شده) یا گروه هیدروکسیل گلوکوزیدی قندهای احیا کننده، انجام می گیرد. . یعنی یک طرف حتما گروه امین ازاد پروتئین است و طرف دیگر میتواند گروه هیدروکسیل قند احیا کننده باشد و یا میتواند گروه کربونیلی باشد. در نهایت تولید ترکیبات رنگی و برخی مواد طعم زا در ماده غذایی کرده، در مورد بعضی مواد مانند برشته شدن نان مطلوب است و گاهی نامطلوب مانند قهوه ای شدن شیر خشک؛ علاوه بر ظاهر نامطلوب می تواند باعث کاهش ارزش تغذیه ای هم شده باشد؛ به طور مثال اسید آمینه لیزین که جزو اسیدآمینه های ضروری و بازی بود، به دلیل گروه آمین آزاد خاص خود (اگر بازی باشد یعنی گروه آمین آزاد دارد)، به سهولت وارد واکنش میلارد شده و از این طریق نابوده شده و باعث افت لیزین (تولید در نان تا 25٪) (در شیر خشک در انبار تا 40٪) می‌شود و به این صورت است که اسید آمینه ضروری از دسترس بدن خارج میشود.

میلارد در برشته شدن نان مطلوب است چون طعمش را خوب میکند ولی در نان هم باعث کاهش لیزین میشود.

برای سنجش میزان نابود شدن لیزین می توان از واکنش سانگر استفاده کرد؛ 1- فلورو 2و4- دی نیتروبنزن، عضو فعال سانگر است و با گروه آمین در زنجیره جانبی لیزین واکنش می دهد و انجام واکنش نشان دهنده ی حضور لیزین است.

در طی واکنش میلارد ممکن است ترکیبات سمی و سرطان زا و... هم تولید شود.

آمین ها از پروتئین ها و مشتقات آنها تأمین شده و کربونیل هم از هر منبعی می توانند تأمین شوند مانند قندهای احیا کننده یا آلدهیدها و کتون ها.

واکنش میلارد می تواند همراه با سایر واکنش های قهوه ای شدن صورت بگیرد و موازی با هم انجام شود درنتیجه مواد مختلفی طی آنها تولید و مصرف شود.

میلارد علاوه بر کاهش ارزش تغذیه ای میتواند تولید مواد سمی کند، ایجاد کننده ی جهش و موتاسیون باشد، در عین حال هم خواص مطلوب مثل طعم و رنگ و قوامی که می‌خواهیم را ایجاد کند مانند برشته شدن نان و رسیدن دانه ی قهوه. محصول نهایی که از این تولید میشود ملانوئیدین است که ایجاد رنگ قهوه ای می کند. واکنش پیچیده ای است صدها ترکیب در آن تولید میشود یکسری مسیرها شناخته نشده و میتواند با سایر واکنشهای قهوه ای شدن همزمان صورت گیرد. از خواص سرطانی و هم خواص مطلوب مانند عطر و طعم و رنگ خوب دارد. در میلارد علاوه بر اینکه گاز CO_2 ایجاد میشود ترکیبات آنتی اکسیدان و ضدمیکروبی هم ایجاد میشود. آنتی اکسیدان خود ضدسرطان است و از طرفی هم ترکیبات جهش زا ایجاد میکند.

مراحل انجام واکنش میلارد:

3 فاز دارد که شامل:

1. Initial یا اولیه
2. Intermediate یا واسط
3. termination یا نهایی یا فاینال می‌باشد.

1. مرحله Initial – اولیه (بی رنگ)(ترکیب قند با آمین)

a: Sugar amin condensation

b:Amadori rearrangement

2. مرحله intermediate – حد واسط (زرد کم رنگ)

<u>قهوه ای شدن غیر آنزیمی میلارد:</u>

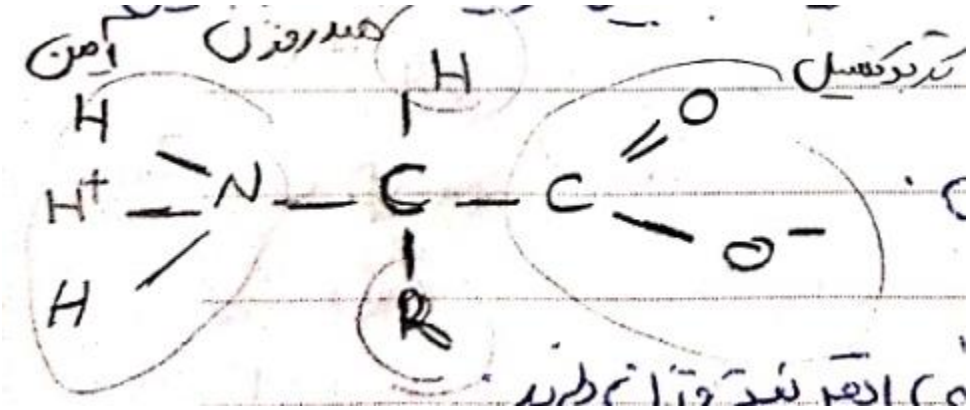
اسید آمینه ضروری شامل: لوسین، ایزولوسین، والین، فنیل آلانین، ترئونین، متیونین، تریپتوفان و لیزین می باشد.

هیستیدین:جنین انسان ضروری

آرژنین:جنین حیوان ضروری

قسمت های تشکیل دهنده اسید آمینه:

یک کربن آلفا دارند، یک کربوکسیل و یک طرف گروه آمین یک طرف هیدروژن و طرف دیگر بهRوصل است.



اسید آمینه ی بازی 8زنجیره جانبی اتم نیتروژن دارند.

نکته: لیزین، آرژنین، هیستیدین، هرسه اسید آمینه بازی و دارای بار مثبت است. هرسه در زنجیره ی جانبی گروه نیتروژن دارند.

-برای اینکه در واکنش میلارد شرکت کنند باتوجه به این که یک طرف آن گروه آمین آزاد موجود در پروتئین با گروه کربونیلی آلدهیدها یا کتون ها یا گروه هیدروکسی قندها واکنش دهد.

نکته: پس بنابردر این گروه اسید آمینه های بازی که گروه آمین آزاد بیشتری نسبت به سایر اسید های آمینه دارند تمایلشان برای شرکت در واکنش میلارد بیشتر است.

واکنش سانگر: واکنش هایی که اسیدهای آمینه در آن شرکت می کنند.

یک واکنش یکه ماده ی موثر 1فلئورو، 2و4 دی نیتروبنزن است که با امین پروتئین مجاور هم پیوند داده واین واکنش می تواند تعیین اسید آمینه تشکیل دهنده و ترتیب قرار گرفتن آن ها بدهد

واکنش هایی که اسید آمینه توش شرکت می کنند:

1.واکنش ادمن که با فنیل ارزوتیو سیانات

2.واکنش با نینهیدرین ایجاد رنگ کرده و باکلری متری اندازه گیری می کند.

سنجش رنگ: بسته به نوع واکنش رنگ متفاوت ولی ابتدا پروتئین باید هیدرولیز شود و اسید آمینه آزاد تشکیل تا وارد واکنش شود.

3.واکنش با دن سین کلرائید(dansyl choride): اسید آمینه ای انتهای رشته آمینی

4. واکنش با اُ فتال آلدهید برای واکنش در محیط باید 2مرکابتواتانول باشد و نتیجه آن مشتق فلورسانت و ایجاد رنگ فلورسنت کرده است.

5.اسید آمینه علاقه به شرکت اکسیداسیون و یا ایا دارد: مثل واکنش اسید آمینه ی سیستین به سیستئین

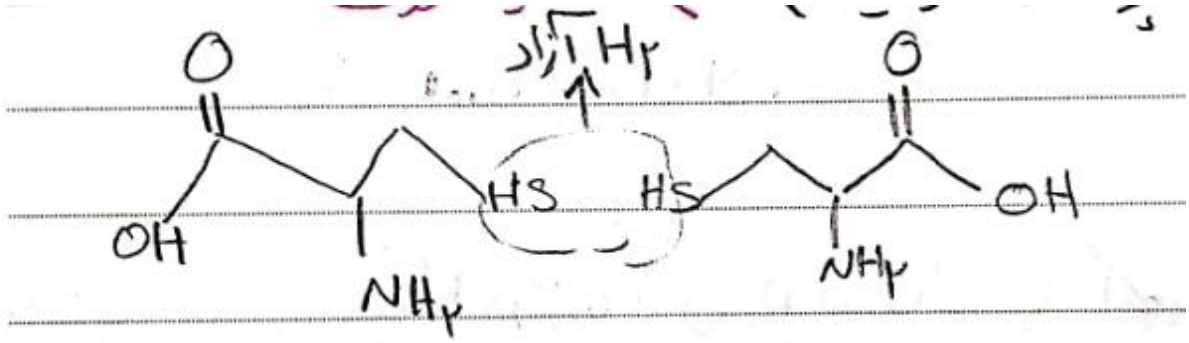
6.اسید آمینه علاقه به شرکت سانگر دارد.

سانگر: ماده 1فلوئورو، 2و4 در نیترو بنزن با گروه آزاد آمین اسید آمینه که در انتهای زنجیره پپتیدی یا با آمین آزاد گروهR اسید آمین لیزین ترکیب شده. زنجیره پپتیدی از توالی اسید آمینه باهم است.

با پیوند پپتیدی به هم متصل که بین گروه کربوکسیل یک اسید آمینه با آمین اسید آمینه دیگر، پس وقتی ما زنجیره پپتیدی داریم، دو سر آزاد دارد. یک سر آن گروه کربوکسیل و سر دیگر آمین است.

نکته: هر زنجیره پپتیدی دو سر دارد. یک سر کربوکسیل و سر دیگر آمین است.

نکته: وقتی 2سیستئین باهم پیوند می دهند، اسید آمینه ایجاد ترکیب گوگرد داربه نام سیستئینکرده و ایجاد پیوند از سرHSاست که طی پیوندH2 آزاد می شود(پیوند دی سولفیدی)



حال اگر سیستین به سیستئین تبدیل احیا صورت گرفته است. در جریان تولید خمیر این اکسیداسیون و احیا اهمیت ویژه دارد.

واکنش های دیگری که اسید آمینه شرکت دارد:

1فلوئورو 2و4 دی نیترو بنزن است همان سانگر است که این ماده با گروه آزاد آمین واکنش که یا گروه انتهای پپتیدی اند یا زنجیره جانبی است.

نکته: آمین آزاد بودن.

وقتی با آمین آزاد انتهای زنجیره پپتید واکنش دهد هم اسید آمینه ی انتهایی مشخص می شود و هم ارزش بیولوژیک آن مشخص می کند و هم لیزین را شناسایی کرده.

ارزش بیولوژیک به این علت که لیزین اسید آمینه ضروری است. پس در ماده ی غذایی ارزش آن را بالا برده

.

مراحل انجام واکنش میلارد:

3 فاز دارد که شامل 1. Initial یا اولیه 2. Intermediate یا واسط 3. termination یا فاینال می‌باشد.

1)مرحله Initial – اولیه (ترکیب قند با آمین):

هنوز رنگی تولید نشده و بی رنگ است. خود از دو مرحله تشکیل شده است:

a) Sugar amin condensation: یک اسید امینه به گروه های کربونیلی که گفته شد اضافه میشود..

b) Amadori rearrangement : فراورده های آمادوری که تولید میشود، بسته به موادی که داخلش شده اسامی مختلفی دارد.

محصول نهایی مرحله اول (Initial) باز شیف است و برای ترکیب های مختلف این بازها اسامی مختلفی دارند.

چنانچه قندی که وارد میلارد شده است، یک آلدوز باشد، عامل احیا کننده آن با گروه آمین آزاد پروتئین وارد واکنش شده و از طریق تشکیل بازشیف، ترکیب آلدوزیل آمین تولید می کند. تولید این ماده در رطوبت پایین بهتر صورت می گیرد. به همین دلیل است که مواد غذایی خشک و کنستانتره بیشتر در معرض قهوه ای شدن غیر آنزیمی میلارد قرار دارند. بازشیف در این فرآیند آلدیمین نام دارد.

خلاصه: عامل احیا کننده قند آلدوزی + آمین آزاد پروتئین، تولید بازشیف (آلدیمین) می‌کند که باعث تولید آلدوزیل آمین می‌شود، در مرحله بعد (تغییر وضعیت آمادوری) به کتوز آمین که محصول آمادوری است تبدیل می‌گردد.

اگر قند اولیه که وارد واکنش شود، کتوز باشد با عامل آمین پروتئین ترکیب شده و تولید بازشیف به نام کتیین می کند و سپس تبدیل به کتوزیل آمین شده و آن هم تغییر وضعیت هینز پیدا کرده و تولید محصول هینز (Amadori rearrangement or Heyns) به نام آلدوزآمین می‌کند.

2) مرحله intermediate – حد واسط:

رنگ زرد کمرنگ ایجاد شده است. خود سه مرحله دارد:

1. Sugar dehydration: از قندها ابگیری میشود. نتیجه ی این ابگیری تولید ترکیبات فورفورال(Furfural) و هیدروکسی متیل فورفورا است که ایجاد رنگ زرد کمرنگ میکنند.

2. Sugar fragmentation: اینجا فراورده های امادوری تولید شده میشکنند و فراورده هایی تولید میکنند که قابلیت بالایی در قهوه ای شدن دارند.

3. تجزیه ی استریکر(Strecker degradation): این مرحله از نظر تشکیل رایحه و بو خیلی اهمیت دارد ولی در تولید رنگ نقش خاصی ندارد. طعم اکثر مواد برشته و بو داده شده مربوط به تجزیه استریکر است مثل نان و کاکائو. در این مرحله گاز CO_2 هم ازاد میشود و ترکیبات الدهیدی با یک اتم کربن کمتر از اسید امینه ای که وارد واکنش شده به همراه گاز CO_2 حاصل میشود.

در این مرحله (حدواسط) واکنش استرکر (Strecker) صورت می گیرد. در این مرحله روی فرآورده های مرحله قبل (آلدوزآمین و کتوزآمین) واکنش هایی مثل sugar dehydration ویا sugar fragmentation صورت می گیرد و فرآورده های قبلی تبدیل به ترکیباتی که دارای چند عامل کربونیلی هستند، می‌شوند؛ مثل هیدروکسی متیل فورفورال. تولید این ماده، شاخص مهمی برای انجام واکنش میلارد است.

مرحله initial، بی رنگ، intermediate زرد کمرنگ و final قهوه ای است.

واکنش استرکر (Strecker): در اثر این واکنش در نان، کاکائو و مواد غذایی برشته ایجاد عطر شده. در این واکنش، یک ترکیب دی کربونیل،

با یک اسید آمینه واکنش داده و تولید آلدهیدی کرده که دارای 1 کربن کمتر از aa اولیه است. اسید آمینه در این پروسه COOH خود وارد واکنش می شود ویک CO_2 آزاد می کند وبا ترکیب دی کربونیل واکنش می دهد ودو ترکیب (آلدهیدی و کتونی)حاصل می شود .ترکیب کتونی تولید شده پس از تغییر در ساختمان، ایجاد پیرازین ها را می کند. پیرازین ها ایجاد کننده ی عطر هستند.

آلدهیدهایی که می توانند در اثر تجزیه ی استرکر از برخی aa ها تولید شوند شامل اسید آمینه آلانین تولید آلدهیدی به نام استالدهید می‌کند، گلیسین تولید فرم آلدهید، میتونین تولید میتونال، فنیل آلانین تولید فنیل استالدهید، سرین تولید گلی اوکسالGlyoxal، لوسین تولید ایزووالرآلدهید می‌کند.

در مرحله ی intermediate طی sugar dehydration قندهای پنتوز و هگزوز آبگیری می‌شوند. در نهایت ترکیبات فورفورال و هیدروکسی متیل فورفورال پدید آمده که رنگ زرد کمرنگ ایجاد می‌کند.

در مرحله ی sugar fragmentation، در اثر شکست فرآورده های آمادوری و هینز، فرآورده های جدید حاصل شده که قابلیتی بالا در قهوه ای شدن دارند (اما هنوز هم زرد کمرنگ است).

تجزیه ی استرکر از نظر ایجاد رایحه مهم است ولی در رنگ نقشی ندارد. بنابراین در طعم فرآورده های واکنش میلارد تجزیه استرکر مؤثر است. در تجزیه استرکر CO_2 گازی آزاد شده و ترکیب آلدهیدی با یک اتم کربن کمتر از اسید آمینه ای که در واکنش شرکت کرده ، تولید می شود.

3) مرحله Final - نهایی

خود از دو قسمت تشکیل شده:

1. Aldol condensation: الدهیدها با هم ترکیب میشوند و آلدول ها را پدید می اورند.

2. Aldehyde Amin polymerization: یعنی ترکیبات آلدهیدی و آمینی با هم واکنش میدهند و آسیدامینه های آغاز کننده واکنش دوباره تولید میشوند الدمین های (ترکیب آلدهید و آمین) تولید شده با ترکیبهای آلدهیدی متراکم میشوند و رنگهای قهوه ای گوناگون ایجاد میکنند (مثل پیرازین ها).

وقتی قندی که وارد واکنش میلارد میشود آلدوز باشد عامل احیاکننده ی آلدوز با گروه آمین ازاد پروتئین وارد واکنش میشود و تولید بازی میکند به نام باز شیف. وقتی الدوز باشد اسم این باز شیف است آلدیمین است تبدیل میشود به آلدوزین آمین. تولید باز شیف در AW پایین بهتر صورت میگیرد بخاطر همین مواد غذایی خشک بیشتر در معرض قهوه ای شدن اند. الدوزیل امین وقتی به محصول آمادوری تبدیل میشود (تغییر وضعیت آمادوری) کتوز امین میشود. آمادوری تغییر وضعیت است. قندی که وراد واکنش میشود کتوز باشد باز چیفی که تولید میکند کتیمین است. کتیمین به کتوزیل آمین تبدیل می شود و در اثر تغییر وضعیت هینز تبدیل میشود به آلدوز آمین که محصول هینز است.

به Stricker degradation تجزیه آمینو اسید هم میگویند.(amino acid degradation)

3) final: به رنگ قهوه ای است.

نکته: اول بی رنگ، بعد زرد رنگ و بعد قهوه ای میشود.

نکات میلارد:

یکی از مهمترین واکنش هایی که چه در جریان فرآیند مواد غذایی و چه نگهداری مواد غذایی صورت می‌گیرد است. در حقیقت واکنش بین آمین آزاد پروتئین و با گروه هیدروکسیلی گلوکوزیدی قندهای احیا کننده یا گروه آمین آزاد پروتئین با ترکیب های کربونیلی مثل آلدهیدها و کتون ها است.

نتیجه: تولید مواد رنگ زا و تولید مواد رنگی (رنگدانه ملانوئیدی)

واکنش هم مطلوب و هم نامطلوب است: مطلوب است به خاطر اینکه طعم و بافت غذایی که ما می‌خواهیم را دارد. نامطلوب است مثل واکنشی که با گروه لیزین ماده غذایی داده و از دسترس خارج میشود و لرزش بیولوژیک ماده پایین می آید.

نکته: چنانچه قندی که وارد واکنش شده یک آلدوز باشد، در اینصورت گروه احیا کننده با آمین آزاد پروتئین تشکیل باز شیف(Schiff base) داده که تشکیل آلدوزیل آمین می دهند که تولید در رطوبت پایین بهتر است. به همین علت مواد غذایی خشک و کنسانتره، بیشتر در معرض قهوه ای شدن غیرآنزیمی میلارد قرار میگیرند. در مرحله بعد گاز آلدوزیل آمین(aldosyl amine) تشکیل شد. پس از آن تغییر وضعیت آمادوری (amadore rearrangement)داریم که در اثر این تغییر وضعیت آلدوزیل آمین به کتوزآمین (ketoseamine) تبدیل می شود.

- زمانی که قند احیا کننده کتوزی باشد، باز شیف تولید می‌شود که تبدیل به کتوزیل آمین شده و تغییر وضعیت هینز(heyns) داده.در اثر این وضعیت کتوزآمین به آلدوز آمین تبدیل می شود.

نکته: به باز شیف تولیدی در کتوزی، کتومین(ketamine) می گویند. و در آلدوزی،آلدیمین می‌گویند.

نکته: هر دو ترکیب اولیه تولیدیشان، کربونیل آمین است. مرحله اولیه چه در قند کتوزی چه آلدوزی یکی است.

-قند آلدوزی»»»گروه احیاکننده با آمین آزاد»»»باز شیف»»»تشکیل آلدوزیل آمین»»»تغییر وضعیت آمادوری

ترکیباتی که به ترتیب در واکنش قند کتوزی با آمین آزاد پروتئین به دست می آید:

1.کربونیل آمین 2. باز شیف(کتیمین) 3. کتوز آمین 4.تغییر وضعیت هینز 5. محصول هینز (آلدوز آمین).

ترکیباتی که به ترتیب در واکنش قند آلدوزی با آمین آزاد پروتئین به دست می آیند:

1.کربونیل آمین 2.باز شیف(آلدیمین) 3. آلدوز آمین 4. تغییر وضعیت آمادوری 5. محصول آمادوری(کتوز آمین)

1)مرحله اولیه: (sugar condensation)

A)گروه کربونیلی در قند کتوز و آلدوز و ترکیبات آلدهیدی و کتونی است.

- تا تولید باز و تغییر وضعیت آمادوری و محصول آمادوری جزء مرحله اولیه است.

- تا تولید باز و تغییر وضعیت هینز و محصول هینز جزء مرحله اولیه است.

2) مرحله وسطی: فورفورال و هیدروکسی متیل فورفورال شاخص مهمی برای انجام واکنش میلاد هستند و پتانسیل بالایی برای قهوه‌ای شدن دارند.

a)Sugar fragmention: فرآورده‌های تولیدی قابلیت بالایی در قهوه ای شدن دارند.)

تجزیه استرکر:

تبدیل به یک ترکیب دی کربونیل با یک اسید امینه ی وارد واکنش شده و الدهیدی که دارای یک کربن کمتر از اسید امینه است تولید میکند زیرا یک co2 ازاد شده به همین علت الدهید یک کربن کمتر از اسید امینه دارد.

-تجزیه استرکر روی محصولات مرحله قبل کتوز آمین و الدوز آمین

-مرحله ی سوم از مرحله ی intermediate

e= تجزیه استرکر (strecher degradation) :

نکته: قابلیت تولید رایحه و بو دارد اما در تغییر رنگ نقش مهمی ندارد.

چون طعم حاصل از بو و مزه است، بنابراین تجزیه استرکر در طعم خیلی مهم است.

طعم اکثر مواد برشته و بو داده شده مربوط به تجزیه ی استرکر است. مثل نان و کاکائو و... .

در این مرحله یک ترکیب دی کربونیل با یک اسید آمینه وارد واکنش شده و آلدهیدی که دارای یک کربن کمتر از اسید آمینه ی اولیه است را تولید می کند. زیرا یک CO_2 آزاد می شود.

تجزیه استرکر روی محصولات مرحله قبل یعنی محصولات آمادوری(کتوز آمین) و محصولات هینز (آلدوز آمین) که تک کربنی هستند، صورت می گیرد.

این فرآورده ها در واکنش های sugar fragmentation و sugar dehydration تبدیل به ترکیباتی می شوند که دارای چندین عامل کربونیلی هستند. مثل هیدروکسی متیل فورفورال و خود فورفورال

حال این ترکیبات دی کربونیلی با اسید آمینه وارد واکنش شده و یک آلدهیدی با یک اتم کربن کمتر از آن اسید آمینه ی اولیه، تولید می کند.

اسیدآمینه در این پروسه از گروه COOH خود وارد واکنش می شود و یک CO2 آزاد کرده و با ترکیب دی کربونیل واکنش می دهد و دو ترکیب آلدهیدی و کتونی حاصل می شود.

ترکیب کتونی تولید شده بعد از تغییر در ساختمانش، ایجاد **پیرازین** می کند. (پیرازین ها ایجاد کننده ی عطر هستند.)

نکته : در تجزیه استرکر ماده ی پیرازین تولید شده و در بو و رایحه نقش دارد.

آلدهید هایی که می توانند بر اثر تجزیه ی استرکر از برخی از اسیدآمینه ها تولید شوند:

1) آلدهید حاصل شده از اسیدآمینه ی آلانین، استالدهید است.
2) آلدهید حاصل شده از اسیدآمینه ی فنیل آلانین، فنیل استالدهید است.
3) آلدهید حاصل شده از اسیدآمینه ی لوسین، ایزووالرآلدهید است.

4) آلدهید حاصل شده از اسیدآمینه ی سرین، گلی اکسال (Glyoxal) است.
5) آلدهید حاصل شده از اسیدآمینه ی گلیسین، فرمالدهید است.
6) آلدهید حاصل شده از اسیدآمینه ی متیونین، متیونال است.

Final یا مرحله نهایی:

f= Aldol condensation

آلدهیدها با هم ترکیب می شوند و آلدول ها را پدید می آورند.

g= Aldehyde Amin Polymerization

یعنی ترکیبات آلدهیدی و آمینی با هم واکنش می دهند و اسیدآمینه های آغاز کنندهٔ واکنش دوباره تولید می شوند. آلدمین(ترکیب آلدهید و آمین) های تولید شده با ترکیب های آلدهیدی متراکم می شوند و رنگ های قهوه ای گوناگون ایجاد می کنند. مثل پیرازین ها

محصولات نهایی در مرحله final پیریدین ها و پیرازین ها است.

(پیرازین هم در تجزیه استرکر و هم در Aldehyde Amin Polymerization تولید می شود.)

رنگ قهوه ای تا سیاه ایجاد شده در واکنش میلارد ناشی از تشکیل ملانوئیدین ها است. (اخر میلارد تشکیل می شود)

ملانوئیدین ها ترکیبات پیچیده با وزن مولکولی بالا اند که ۲ مکانیسم برای تولید انها پیشنهاد شده است.

تشکیل ملانوئیدین ها ناشی از مکانیزم های زیر می باشد.

1. تجمع و پلیمری شدن ترکیبات چند کربونیلی غیر اشباع که در جریان واکنش میلارد تولید شده اند.
2. پلیمری شدن ترکیبات فورانی و پیرولی ای که در طی واکنش میلارد تشکیل شده اند.

عوامل موثر بر واکنش میلارد:

PH ، دما ، رطوبت ، نوع اسید آمینه شرکت کننده در واکنش ، فلزاتی مثل آهن و مس ، نوع قند شرکت کننده در واکنش ، حضور ترکیبات احیا و اکسید کننده، حضور نمک در واکنش، وجود ترکیبات آلدهیدی در محیط و... می باشد.

- PH:

میلارد در PH قلیایی بهتر و با سرعت بیش تر از PH اسیدی صورت می گیرد.

طی روند طبیعی میلارد PH کم می شود زیرا آمین اسید آمینه وارد واکنش می شود.

PH بالاتر از ۶ موجب سرعت بیشتر و بهینه تر شدن میلارد است.

نکته : PH بهینه در میلارد 6 است.

پایین بودن PH نقش جلوگیری کننده از میلارد را دارد.

توجه: اثر PH در قهوه ای شدن آنزیمی بدین شکل است که در PH کمتر از 3 متوقف و PH بهینه 6 تا 7 است.

اثر PH بستگی زیادی به میزان رطوبت دارد و این اثر خطی نیست. (بخش عمدهٔ قهوه ای شدن در ماده ای با aw بالا ناشی از کاراملیزاسیون است.)

در رطوبت کم و PH بالای 6 عمدتا بیشترین میزان قهوه ای شدن ماده غذایی مربوط به میلارد است.

Thermal Quotient = ضریب حرارتی (TQ 10 برای واکنش میلارد = 2 و 3 است.)

برای تهیهٔ پودر تخم مرغ که سرشار از پروتئین است، PH تخم مرغ را اسیدی کرده تا از میلارد جلوگیری شود و بعد از تهیهٔ آن برای دوباره ساختن آن، پودر را با آب و جوش شیرین به PH قلیایی می رسانند.

- دما:

در دمای بالای ۸۰ تا ۹۰ درجهٔ سانتی گراد سرعت میلاد بالا می رود. (به ازای افزایش هر 10 درجهٔ سانتی گراد سرعت میلارد 2 تا 3 برابر می شود.) البته در دمای یخچال هم رخ میدهد ولی به کندی.

اگر طی فرآوری و نگهداری موادغذایی گرمای کمتری به غذا برسد، از انجام میلارد جلوگیری می شود.

(اگر دمای خشک کردن بالای 80 درجهٔ سانتی گراد باشد سرعت میلارد بیشتر می شود، پس بهتر است به جای بالا بردن دما، زمان بدهیم.)

حرارت، شدت رنگ و میزان کربن موجود در رنگدانه های تشکیل شده را هم بالاتر می برد.

تعاملی که سرعت واکنش میلارد با افزایش درجه حرارت دارد، وابسته به نوع قندی است که در آن شرکت می کند. به طور مثال اگر قندی که وارد میلارد شده، فروکتوز باشد میزان قهوه ای شدن آن در اثر افزایش حرارت نسبت به بقیه بیشتر است.

- رطوبت:

aw بهینه برای انجام میلارد ۰/۷.

ولی اگر ماده غذایی در شرایط آب زدایی کامل قرار بگیرد میلارد هم متوقف می شود.

حفظ رطوبت ماده غذایی در حد Bet باعث جلوگیری از میلارد می شود.

- حضور ترکیب های اکسید کننده و احیا کننده در واکنش میلارد موثر است.
  نوع اسید امینه شرکت کننده در میلارد بسیار مهم است.
  اسیدآمینه های فعال در میلارد: لیزین، آرژنین ، هیسیتدین ، تریپتوفان
  فعال ترین اسید آمینه لیزین است، زیرا گروه جانبی لیزین دارای عامل آمین آزاد است.
- وجود ترکیب های آلدهیدی در محیط:
  ترکیب های آلدهیدی چون سوبسترای واکنش میلارد اند در تشدید آن کمک می کند.
  (هرچه غلظت سوبسترا بیشتر، واکنش با سرعت بیشتری انجام می شود.)
- فلزاتی مثل آهن و مس نقش کاتالیزور دارند و موجب تشدید واکنش میلارد هستند.
  وجود Fe^{3+} موثرتر از Fe^{2+} است.
  عملکرد فلزات به aw محیط بستگی دارد زیرا aw محیط در هیدراته شدن، سیالیت، رقیق شدن و در آماده کردن بستری برای واکنش مهم است.

- نوع قند شرکت کننده در واکنش میلارد مهم است.

به طور کلی پنتوزها نسبت به هگزوزها و هگزوز ها نسبت به دی ساکارید ها ی احیا کننده با سهولت بیشتری وارد واکنش می شوند.

دی ساکارید غیر احیاکننده مثل ساکاروز در میلارد شرکت نمی کنند مگر در صورت invert شدن (تبدیل به گلوکز و فروکتوز اینورت) که بعد در واکنش میلارد شرکت می کنند.

به ترتیب از سرعت بیشتر : ریبوز>گزیلوز>آرابینوز>مانوز>فروکتوز>گلوکز وارد واکنش می شود.

قندهایی که در میلارد شرکت می کنند حتما باید خاصیت احیا کنندگی داشته باشند بنابراین اگر از ترکیباتی استفاده کنیم که قند احیا کنندهٔ ما را اکسید کند این واکنش انجام نمی شود.

(آنزیم گلوکز اکسیداز که مونوساکارید احیا کننده است گلوکز را اکسید و تبدیل به اسیدگلوکونیک می کند، که فاقد خاصیت احیا کنندگی است و از میلارد جلوگیری می کند.)

- وجود نمک

با تاثیر گذاری روی آبگیری بر سرعت میلارد موثر است چون آبگیری هم روی aw اثر می گذارد.

عوامل جلوگیری از میلارد :

علاوه بر کنترل **دما**، **PH**، و **رطوبت** که در بالا هم اشاره شد، می توان از **افزودنی** هایی مثل SO_2 برای جلوگیری از میلارد استفاده کرد.

SO_2 با ترکیبات واسطه ی حاصل از میلارد وارد واکنش شده و به این ترتیب از کندانسیته شدن و تشکیل ملانوئیدین جلوگیری می کند (مانع پلیمری شدن آنها با هم و تشکیل ملانوئیدین می شود).

به دو مکانیسم تولید ملانوئیدین قبلا اشاره شد.

پس SO_2 با این ترکیبات ترکیب و از انجام واکنش جلوگیری می کند ولی عیب SO_2 این است که باعث نابودی ویتامین B_1 یا تیامین می شود.

نکته : میلارد مواد آنتی اکسیدانی نیز تشکیل می دهد.

اگر مقدار آب تولیدی بیشتر از حدی که باید تولید شود باشد، چون محیط را رقیق می کند بنابراین سوبستراها و عوامل موثر و تماس آن ها کم شده بنابراین پیشرفت میلارد به علت تولید آب و افزایش رطوبت محیط باعث کاهش تدریجی این واکنش شده و منجر به توقف می گردد. (مثل PH)

نکته : زمانی که رطوبت موجود در ماده غذایی در حد بت Bet حفظ شود ، سیالیت محیط از بین رفته و سوبسترا ها به هم نرسیده در نتیجه میلارد صورت نمی گیرد. **پس در رطوبت Bet ماده غذایی در پایدارترین حالت خود است.**

Bet : بخش مهمی از آب در ماده غذایی متصل به عواملی مانند OH در پلی ساکارید ها ، گروه های آمین و کربونیل و کربوکسیل موجود در پروتئین ها از طریق پیوند هیدروژنی می باشد.

نکته : وقتی تمام نقاط موجود که دارای قابلیت ایجاد پیوند هیدروژنی هستند در ماده غذایی توسط مولکول های آب اشغال شود ، میزان رطوبت حاصله مقدار آب تک لایه (Bet) نامیده می شود.

به طور کلی می توان گفت که مقدار رطوبت تک لایه Bet نشان دهنده مقدار رطوبتی است که در آن ماده غذایی پایدار ترین شکل خود را دارا می باشد زیرا در میزان رطوبتی کمتر از این مقدار اکسیداسیون چربی ها با سرعت بیشتری صورت گرفته و در رطوبتی بیشتر از (Bet) قهوه ای شدن غیر آنزیمی شدن واکنش میلارد با سرعت صورت می گیرد و سپس فعالیت های آنزیمی و میکروبی انجام میشود.

نکته : Bet مربوط به آب متصل است.

<u>نوع بسته بندی که برای ماده غذایی</u> در نظر گرفته می شود، برای جلوگیری از میلارد مهم است.

وقتی بسته بندی تحت خلاء باشد و یا درونش گاز اَزوت باشد، باعث می شود تا چربی ها و ویتامین C موجود اکسید نشود.

نکته : از اکسایش چربی ها ، ترکیبات آلدهیدی که در قهوه ای شدن شرکت می کنند ایجاد می شود. پس با بسته بندی مناسب، ترکیبات آلدهیدی تولید نشده و میلارد کند می شود.

نکته : بسته بندی برای مواد خشک باید نفوذ پذیری کمی داشته باشد (**Permeability**) تا رطوبت و اکسیژن کمتری جذب کند.

مثال: شیرخشک پرچرب (دارای چربی و هم اینکه در شیر قند لاکتوز وجود دارد) حال اگر رطوبت مجاز در شیرخشک از 4٪ به 8٪ برسد، قندهای (لاکتوز) آمورف (بی شکل) به شکل کریستاله می شوند و حجم آنها زیاد شده و گویچه های چربی موجود در شیر خشک شکسته شده و چربی ها خرد میشوند.

این چربی های خرد شده به سرعت اکسید شده و تولید ترکیبات آلدهیدی و کربونیلی می کند. این ترکیبات کربونیلی سوبسترای واکنش میلارد اند.

چون در محیط قند هم وجود دارد در نتیجه واکنش میلارد صورت گرفته و شیر خشک قهوه ای می شود که نامطلوب

نکته : وجود اکسیژن باعث شده تا چربی های ماده غذایی اکسید شده و ترکیبات کربونیلی دوباره تولید شوند.

نکته : قند ، پروتئین ، ترکیبات کربونیلی مانند آلدهید سوبسترا میلارد است.

بازدارنده های شیمیایی مثل سولفیدها ، دی سولفیدها ، بازدارنده اند که پیوند دوگانهٔ گروه آلدول را باز کرده با آلدول پیوند داده و آن را مسدود و بلوکه می کنند در نتیجه از انجام میلارد جلوگیری می شود.

لیپیدها :

ترکیباتی آلی که در آب حل نمی شوند اما در الکل حل می شود.

به عبارت دیگر در حلال های آلی حل و در حلالهای آبی کم محلول اند،

منبع انرژی اند و در ساختار خود اسیدچرب دارند،

اسید های چرب، ویتامین های محلول در چربی از مشتقات لیپیدها هستند،

بخش اعظم غشاء سلولی از لیپیدها تشکیل شده،

خصوصیات فیزیک و شیمیایی به مواد غذایی می دهند،

منشاء بسیاری از مواد طعم زا اند.

نکته : ویژگی نامحلول بودن لیپیدها در آب آنها را از پروتئین ها و کربوهیدرات ها جدا میکند.

نکته : بیش از دو برابر کربوهیدرات انرژی تولید میکنند پس منبع انرژی هستند.

نکته : در مواد غذایی باعث رسیدن حرارت به ماده غذایی به صورت یکنواخت میشوند. مثل روغن کف قابلمه

روی ویژگی بافتی مواد غذایی اثر میگذارد و منشا مواد طعم زا است که میشود مطلوب و نامطلوب (معمولا در اثر اکسایش) به وجود می آید.

نکته : 99٪ لیپیدها استر اسید چرب با گلیسرول اند یعنی مورد مصرف هستند که این ترکیب همان چربی متداول است.

استر از اسید و الکل تشکیل شده پس ترکیب لیپید ها ترکیب اسید و الکل است و گلیسرول حداکثر با 3 اسید چرب واکنش میدهد.

(مونو گلیسیرید و دی گلیسیرید و تری گلیسیرید میتواند تولید شود.)

نکته : گلیسرول یک اسید 3 عامله است.

نکته : لیپیدها انواع مختلفی دارند :

1-ساده شامل : گلیسیریدها (آسیل گلیسرول) و واکس ها

2-مرکب

3-مشتقات لیپیدها

ساده:

الف) گلیسیریدها : مونوگلیسیرید و دی گلیسیرید و تری گلیسیرید (پس گلیسیریدها از اسید چرب و گلیسرول تشکیل شده اند)

ب)واکس ها : اسید چرب با زنجیره طویل وقتی با الکلی با زنجیره طویل پیوند بدهد به ماده حاصله واکس گویند.

استری با اسیدچرب با زنجیره کربنی طویل که ترکیب با الکل با زنجیره کربنی طویل که دارای یک گروه هیدروکسیل است.(الکل آن می تواند با یک اسید چرب پیوند بدهد و استر تولید میکند.)

نکته: واکس ها در طبیعت مخلوطی از چنین استرهایی اند (مخلوطی از چند نوع از استرها اند.)

بیشتر در سطح برگ و میوه و دانه اند و کار آنها حفاظت است که میکروارگانیسم ها وارد نشوند واز تبخیر آب و ورود آب جلوگیری میکنند.

نکته : میزان واکس در روغن گیاهی و چربی حیوانات خشکی زیاد نیست.

نکته : واکس ها در روغن ماهی به خصوص در چربی زیر پوست نهنگ عنبر خیلی وجود دارند.

نکته : واکس در موم تولیدی توسط زنبور عسل هم هست و در اینجا عمدتا شامل استراسید پالمتیک با الکل هایی با 26 تا 34 کربن است.

نکته : روغن آفتابگردان و سویا و بذرک دارای مقداری واکس است که منشا آن از پوست دانه آنها است.

نکته : واکس ها چون هم اسید چرب و هم الکل آنها زنجیره کربنی طویلی دارد نامحلول اند و در روغن آفتابگردان و... هم نامحلول اند و یک حالت ابری شکل را ایجاد میکنند که نامطلوب است.

برای حل این مشکل ظاهری برای مصرف کننده از فرآیند winterization یا زمستانه کردن استفاده میکنند که در آن روغن را در حرارت پایین سرد کرده پس واکس نامحلول از روغن با صاف کردن از آن جدا میشود.

نکته : واکس موجود در روغن آفتابگردان عمدتا تشکیل شده از استراسید سروتیک(cerotic acid) با الکل سریل (ceryl alcohol) و به آن سروتیل سروتات (cerotyl cerotate) میگویند.

نکته : به طور کلی واکس جامدند و نقطه ذوبشان بین 60 تا 80 درجه سانتی گراد است و نسبت به روغن و چربی به شکل سخت تری صابونی میشوند و واکس ها در برابر اکسیداسیون نسبت به روغن و چربی مقاوم تر اند.

نکته : طعم از بو و مزه تشکیل شده است. مواد بودار فرار اند و وزن مولکولی کمتری دارند پس اسید چرب با زنجیره کربنی کوتاه قابلیت فراری دارند و منشا مواد بودار و طعم زا اند.

یک ماست پرچرب در مقایسه با ماست کم چرب بوی بیشتری دارد به دو دلیل :

1-اسیدهای چرب فرار که تولید بو میکنند در آن بیشتر اند.

2- مواد بودار در مولکول های چربی گیر می افتند.

لیپید ها در آب نامحلول اند ، پس یک مایع با مایع دیگر دیگر به وسیله فرایند امولسی فیکاسیون پراکنده شده و حاصل ان امولسیون که مخلوط مایع در مایع که این دو در هم نامحلول اند اما طی فرایند امولسی فیکاسیون در هم پراکنده شده .

مثلا سس مایونز:درون سس مایونز امولسیون روغن وسرکه را داریم زیرا در هم حل شده و در فرایند امولسی فیکاسیون در هم پراکنده شود .

زرده ی تخم مرغ دارای لیسیتین اند که نقش امولسیفایر دارد.

در خون لیپوپروتیئن این نقش دارد ، یعنی از یک طرف با بستر خون و طرف دیگر لیپید ها واکنش و لیپید ها به صورت پراکنده حمل می کند .

صابونی شدن:

به عمل ترکیب یک اسید چرب با یک کاتیون مانند کلسیم را صابونی شدن گویند ، این ترکیب غیر محلول است به عبارتی وقتی چربی با مواد معدنی ترکیب صابون تولید که نامحلول اند . صابون ها می توانند بیولوژیک باشد ترکیب اسید چرب روده با کلسیم گویند که نامحلول و جذب کمتر دارد .

نکته: از واکنش اسید های چرب منوکربوکسیلیک با گلسیرین (پایه ی آن همان گلیسرول است) تولید گلیسرید می گردد که بسته به اسید چرب ما با گلیسرید تولیدی اگر جامد باشد به آن چربی گویند و اگر مایع باشد روغن می گویند .

فرمول گلیسرول (گلیسرین) $C_3H_5(OH)_3$

فرمول اسید چرب RCOOH

نکته :واکنش گلیسرین با اسید چرب همان استری شدن است

چربی و روغن در اب نامحلول اند اما در تتراکلرید کربن محلول اند .

نکته: حلال الی مانند: دی سولفید کربن ،بنزن،

تترا کلرید کربن که چربی خوب در ان حل شده

صابونی شدن :صابون ها به دو شکل مایع و جامد تهیه شده ، نمک های پتاسیم یا سدیم ،اسید های چرب منوکربوکسیلیک را صابون گویند که نمک پتاسیم تولید صابون مایع و نمک سدیم تولید صابون جامد می کند

نکته: فرمول صابون جامد R-COONa

نکته: فرمول صابون مایع R-COOK

نکته: یعنی به عبارتی هیدرولیز قلیایی استر اسید چرب با گلسیرول را که تولید گلیسرول و صابون می کند را فرایند صابونی شدن گویند .

چرا هیدرولیز قلیایی:چون در یک ظرف چربی (99 درصد لیپید ها ترکیب اسید چرب با گلیسرول اند)

و روی آن سود ریخته ،هیدرولیز قلیایی صورت ،نتیجه صابون و گلیسرول تولید شده .

تقسیم بندی اسید چرب:

1 – اشباع (پیوند دو گانه ندارد)

2- غیر اشباع

موارد فوق از جهت فساد مواد غذایی مهم اند.

اسید چرب

1- کوتاه زنجیر 4تا 10 کربن
2- متوسط 12 تا 14 کربن
3- بلند 16 کربن

اسید چرب

1- زوج کربن
2- فرد کربن

در طبیعت بیشتر زوج اند.

** با زنجیره کربنی فرد در طبیعت : اسید پنتا دکانوئیک PENTADECANOIC ، اسید هپتادکانوئیک HEPTADECANOICدر چربی شیر و برخی روغن ها هم موجود اند

نکته: اسید چرب غیر اشباع می توانند ، ایزومر های فضایی از نوع هندسی دانسته باشند ، که ناشی از قرار گرفتن زنجیره ی فضایی اسید چرب نسبت پیوند دوگانه اند که همان سیس و ترانس اند .

نکته: اسید چرب موجود در طبیعت سیس اند.

نکته :ولی مقادیری اسید چربی ترانس در شیر نشخوار و چربی ذخیره شده در نشخوار کننده وجود دارد ، اسید چرب ترانسی که در طبیعت وجود اسید الائیدیک است .

اسید الائیدیک ایزومر ترانس اسید اولئیک است ،یعنی وضعیت فضایی قرار گیری ذخیره ی کربنی اسید چرب اولئیک نسبت به پیوند دوگانه به فرم سیس ولی وضعیت فضایی اسید چرب الائیدیک نسبت به پیوند دوگانه به شکل ترانس است.

نکته:اسید چربی طبیعی، وضع قرار گرفتن پیوند کربنی 2 گانه غیر کونژوگه است یعنی بین 2 پیوند حداقل یک گروه متیلن هم وجود دارد. _ CH2_
ساختار اسید چرب R COOH یک سر اسیدی، یک کربوکسیلی و R است.
انتهای متیلی را با R نشان دادیم.
اسید کربوکسیل بالای 4 کربن را اسید چرب گویند.
اسید کربوکسیل 3 کربنه را پرویانوئیک اسید گویند.
اسید کربوکسیل 2 کربنه همان اسید استیک (جوهر سرکه) است.(C2H4O2)
اسید دیگری داریم که یک کربن دارد (HCOOH) اسید متانوئیک اسید (جوهر مورچه)

نکته :شماره گذاری رایج از طرف گروه کربوکسیلی به طرف گروه متیلی است یعنی از COOH که کربن شماره 1تا CH2 انتهایی است که شماره گذاری دلتا است.

شماره گذاری دلتا و امگا :

امگا از نظر بیولوژیکی مهم است و موقعیت اولین پیوند دو گانه نسبت به کربن گروه متیل انتهایی که در این شماره گذاری، کربن شماره ی 1 شده است سنجیده می شود.

نکته : در شماره گذاری دلتا کربن شماره 1 COOH یا همان کربوکسیل ما است.ولی در امگا، کربن شماره 1 همان گروه متیل است.

نکته:در امگا، موقعیت اولین پیوند دو گانه را نسبت به کربن گروه متیل انتهایی زنجیره ی کربنی می سنجند. یعنی اگر از انتهای گروه متیلی بشماریم، اولین پیوند دوگانه روی کربن شماره ی 3 باشد 3w(امگا 3)گویند.

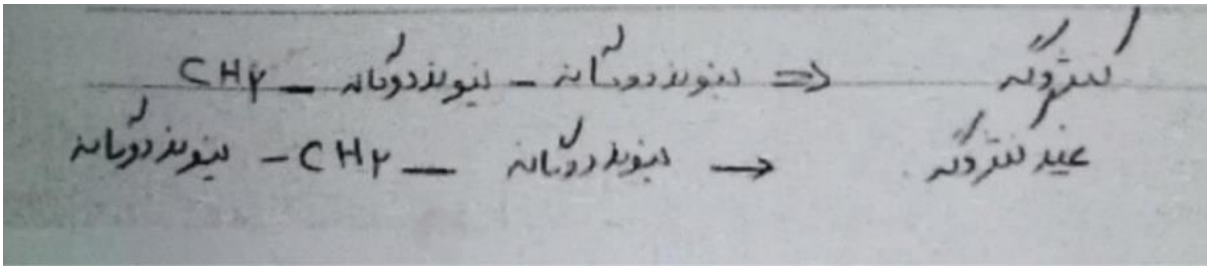
نکته : بر اساس موقعیت زنجیره کربنی در 2 طرف پیوند 2 گانه چه مدلی است ما ایزومر فضایی داریم از نوع سیس و ترانس.

سیس:موقعیت زنجیره کربنی در دو طرف پیوند دوگانه در یک جهت

ترانس:موقعیت زنجیره کربنی در دو طرف پیوند دوگانه جهت مختلف باشد.

زنجیره ی اسید چرب ها می تواند منشعب (حلقوی و انشعابی) یا مستقیم (خطی) باشد.

زنجیره ی اسید چرب می تواند کنژوگه یا غیر کنژوگه باشد. اگر در زنجیره ی کربنی حداقل 2 پیوند دوگانه داشته باشیم می توان در مورد کنژگه بودن یا نبودن صحت کرد اگر فاصله بین دو پیوند دوگانه یک گروه متیلن قرار گیرد غیر کنژگه است. ولی اگر دو پیوند دوگانه به 2 کربن مجاور هم و وسط هیچ گروه متیلن نباشد، کنژوگه است (_ CH2_) متیلن.



نکته : اسید چرب در طبیعت غیراشباع ، زوج کربن ، سیس ، زنجیره مستقیم و غیرکنژوگه است.

نکته : اسید چرب ترانس در طبیعت اسید الائیدیک است که در چربی نشخوارکنندگان وجود دارد.

نکته : چربی ذخیره حیوانات آلی که در خشکی زندگی می کنند از اسید چرب 16 تا 17 کربنی تشکیل شده است و بخش مهم آن به صورت اسید چرب اشباع پالیمیتیک و استئاریک است.

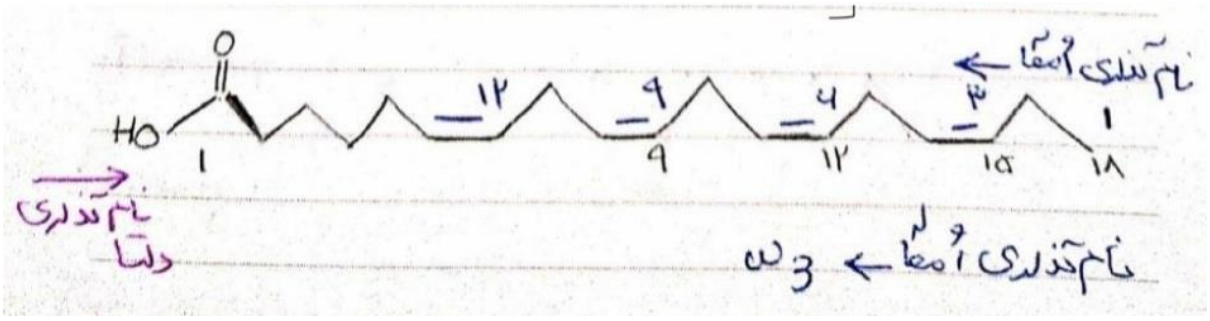
نکته : روغن حیوانات دریایی غنی از اسید چرب های 14 تا 22 کربنی و پیوندهای دوگانه است حتی بعضا در یک اسید چرب 6 پیوند دوگانه وجود دارد.

نکته : دانه های گیاهان روغنی از 16 تا 18 کربن تشکیل شده که عمدتا از اولئیک اسید و لینولئیک اسید تشکیل شده است و مهم ترین منبع روغنی و اسید چرب غیر اشباع هستند.

نکته : اسیدهای چرب در طبیعت غیراشباع هستند به استثنای پالمیتیک اسید و اسئاریک اسید که ذخیره شده در حیوانات خشکی اند.

طبقه بندی اسید های چرب :

1) بر اساس مستقیم یا منشعب بودن
2) بر اساس دارای عامل هیدروکسیلی یا عامل کتونی بودن
3) براساس سنتز
4) بر اساس زوج کربن یا فرد کربن بودن
5) بر اساس کوتاه زنجیر یا متوسط زنجیر یا بلند زنجیر بودن
6) بر اساس اشباع (همه پیوندها یگانه) یا غیراشباع (پیوند دوگانه هم دارند) بودن
7) بر اساس سیس یا ترانس بودن (موقعیت در دو طرف زنجیره ایزومری فضایی)
8) بر اساس ضروری (ώ6 و ώ3 که بدن قادر به ساخت آن نیست) یا غیر ضروری (ώ9 که بدن خودش می تواند بسازد) بودن



نکته : اسید های چرب غیراشباع دارای ایزومر فضایی سیس وترانس هستند.

نکته : اسید های چرب غیراشباع دارای ایزومر مکانی هستند.

اسید ریسینولئیک عامل هیدروکسی : اسید چربی دارای 18 کربن و یک پیوند دوگانه و یک پیوند هیدروکسیل است. 90 درصد آن از روغن کرچک تشکیل شده. به علت داشتن پیوند هیدروکسیل از نظر ویسکوزیته مهم است.

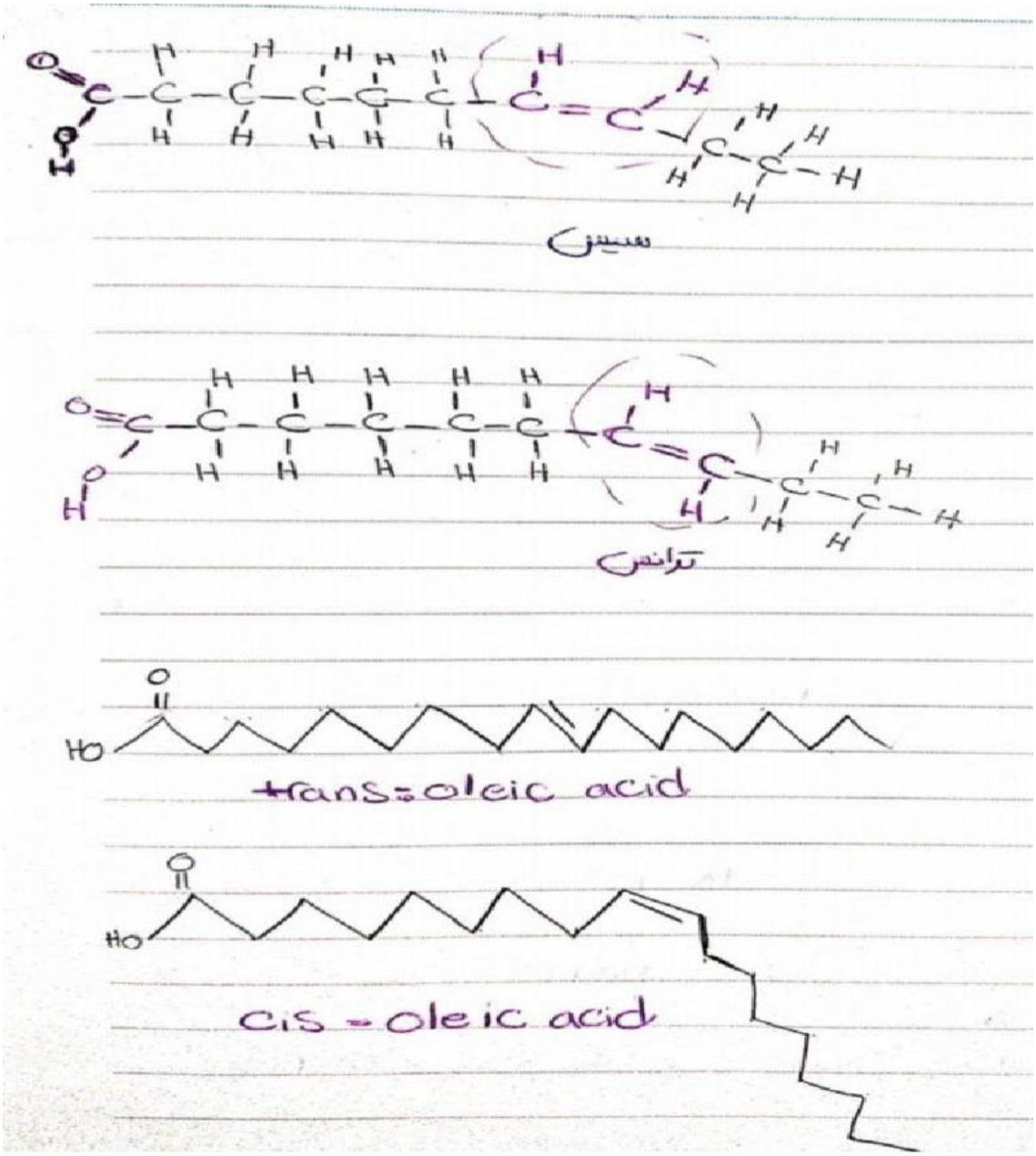
نکته : تعداد ایزومرهای هندسی در اسید چرب با 2 پیوند دوگانه برابر با 4 است و تعداد ایزومرهای هندسی در اسید چرب با 3 پیوند دوگانه برابر با 8 است (تعداد پیوند دوگانه = 2^3) (3 تعداد پیوند دو گانه است که در توان قرار دارد)

نکته : تعداد پیوند هندسی = 2^n (۲ به توان nتعداد پیوند هندسی است)

ایزومر فضایی برابر با سیس و ترانس است.

مثال : اسید اولئیک فرم سیس (9 cis) 1 : 18 یعنی دارای 18 کربن و یک پیوند دوگانه روی کربن شماره 9است.

مثال : اسید الائیدیک (9tr) 1 : 18



ایزومر مکانی :

1) اسید اولئیک (9) 1 : 18
2) اسید واکسینیک (11) 1 : 18

فرق این دو در محل پیونده دوگانه شان است.

نام گذاری اسیدهای چرب :

1) مرسوم (Common)
2) سیستماتیک (Systematic)
3) آیوپاک
4) اختصاری

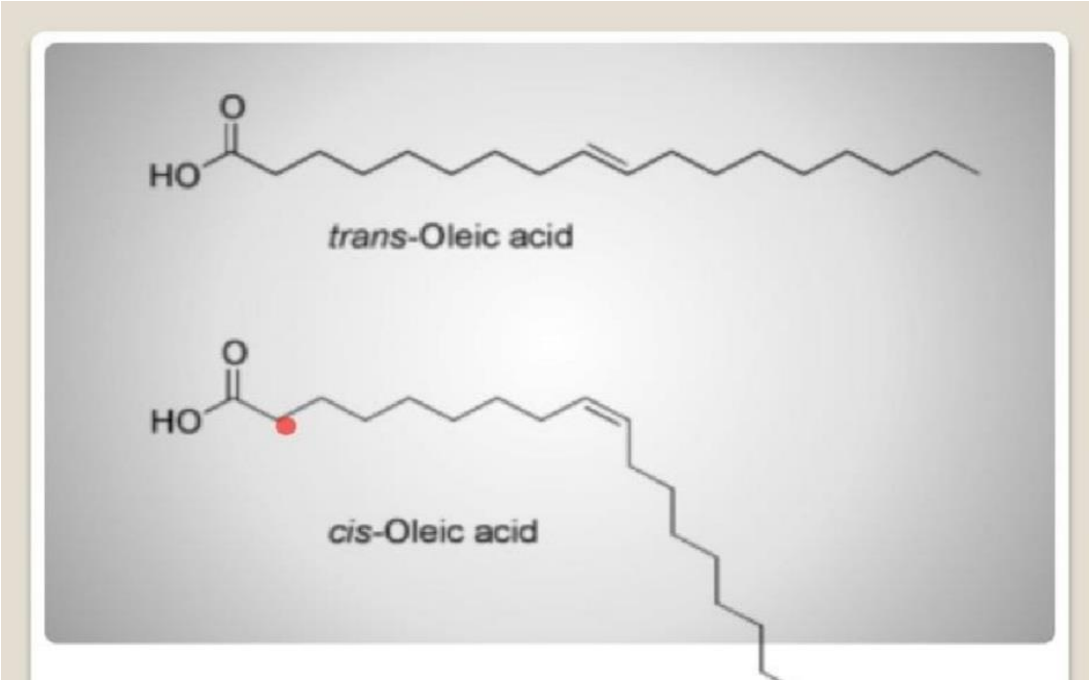
در نام گذاری علمی از فرمول زیر بهره می بریم :

- **اسید چرب اشباع :** پیوند اعداد یونانی + پسوند آنوئیک

مثال و نکته مهم : بوتریک اسید ($CH_3(CH_2)_2COOH$) در نام گذاری سیستماتیک بوتانوئیک اسید (Butanoic acid) است (پیشوند اعداد آن بوت و پسوند آن آنوئیک است).

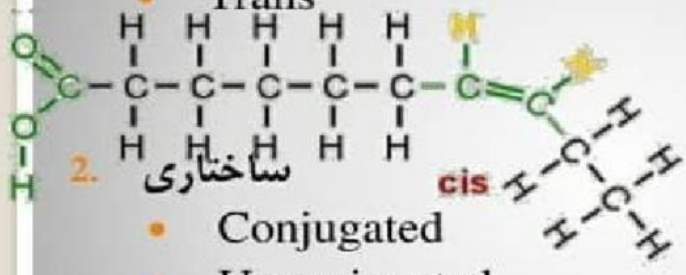
- **اسید غیراشباع :** پیشوند یونانی + محل پیوند دوگانه + تعداد پیوند دوگانه + پسوند آنوئیک

مثال : تترادک 9 آنوئیک : تترا (4) دک (10) 9 (محل پیوند دوگانه) آنوئیک (14 = 10+ 4)

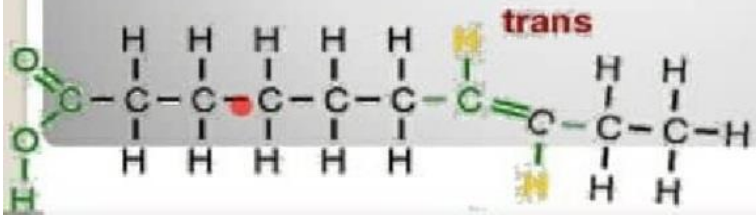


نحوه استقرار پیوندهای دوگانه

1. فضایی
   - Cis
   - Trans



2. ساختاری
   - Conjugated
   - Unconjugated



- **طبقه بندی بر اساس طول زنجیر:**

1- کوتاه زنجیر: 4 تا 10 کربن

2- متوسط زنجیر: 12 تا 14 کربن

3- بلند زنجیر: بیش از 14 کربن

- **طبقه بندی بر اساس سنتز در بدن:**

1- ضروری: ω3, ω6

2- غیر ضروری: ω9

لیپید ها:

1.ساده: واکس ها، آسیل گلیسرول

2.مرکب: سربروزیدها، اسفنگولیپیدها، فسفوگلیسرول

فسفو آسیل گلیسرول: الکل گلیسرول+ اسید چرب+ اسید فسفریک+ نیتروژن

اسفنگولیپیدها: اسفنگوزین(الکل)، اسیدچرب، اسید فسفریک،

گلیکولیپید ها مثال بارز: اسفنگومیلین

سر بروزید: اسفنگوزین(الکل)+ اسیدچرب+ قند ساده

3.مشتقات: استروئید، کارتنوئیدها، ویتامین محلول در چربی، اسکوآلن، fatty acid

ایزومر مکانی: فقط مکان پیوند دوگانه فرق دارد.

اسید واکسینیک: 18:1 ,18کربن، یک پیوند دوگانه روی کربن 11

اسید اولئیک: 18:1 ,18 کربن، یک پیوند دوگانه روی کربن9

ایزمرفضایی یا سیس و ترانس: مکان قرار گرفتن پیوند دوگانه یکی است ولی گروه های دو طرف پیوند دوگانه در فضا در یک جهت که سیس یا در دو جهت که ترانس گویند.

اسید اولئیک18:1(tr9)

اسید الائیدیک18:1(cis9)

اسید لین الائیدیک18:2(tr12و tr9)

اسیدلینولئیک18:2(cis9و cis12)

اسید چرب:

1.اشباع یاsarurated:پیوند دوگانه در زنجیره کربنی ندارد.

2.غیراشباع یاunsarturated: پیوند دوگانه در زنجیره کربنی وجود دارد عامل ایزومر به وجود می آید.

نامگذاری:

1.مرسوم

2.سیستماتیک

3.ساختمانی:

- بوتانوئیک اسیدCH3(CH2)2COOH
- هگزادکانوئیک اسید: 16کربن، اشباع(آنوئیک دارد)

ساختمان:CH3(CH2)14COOH

علامت اختصاری16:0 پیوند دوگانه ندارد.

معروف به پالمتیک اسید است.

پسوند آنوئیک: اسید چرب اشباع

پسوند انوئیک: اسید چرب غیر اشباع

- اکتادکانوئیک اسید:

ساختمان: CH3(CH2)16COOH

علات اختصاری: 18:0

اسم متداول: استئاریک اسید

- ایکاز انوئیک اسید:

ساختمان: CH3(CH2)18COOH

علامت اختصاری: 20:O

اسم متداول: آراشیدونیک اسید

- تترادکانوئیک اسید:

ساختمان:CH3(CH2)12COOH

علامت اختصاریO:14

اسم متداول: میریستیک اسیدmyristic acid

- هپتادکانوئیک اسید: 17:O، تعداد کربن فرد، در طبیعت وجود دارد و در چربی شیر و روغن گیاهی موجود است.

اسم متداول:مارگاریک اسید

- دودکانوئیک اسید:

ساختمان CH3(CH2)10COOH

علامت اختصاری 12:0

اسم متداول لوریک اسید lauric acid

- اولئیک اسید : octadec-9-enoic 18:1

18کربن غیر اشباع

محل پیوند کربن شماره9

یک پیوند دوگانه

- لینولئیک اسید(linoleic) : octadec- 9-12-dienoic 18:2 ω 6

18کربن غیر اشباع

محل پیوند، کربن شماره9و12

دو پیوند دوگانه دارد

- Octadeca 6:9:12 trinenoic : ω6

18کربن غیراشباع

محل پیوند دوگانه کربن6و9و12

سه پیوند دوگانه

نام متداول: گاما لینولنیک(linolenic)

- Pantaenoic acid: eicosa 5:8:11:14:17 20:5ω3 (EPA)

20 کربن غیراشباع

محل پیوند دوگانه، کربن5و8و11و14و17

پنج پیوند دوگانه دارد

ω3: اولین پیوند دوگانه از سمت متیل انتهایی روی کربن شماره3و17 آخرین پیوند دوگانه:3=17-20

نکته: نامگذاری اگر از متیل انجام شود امگا میشود و اگر از کربوکسیل باشد دلتا نامگذاری میشود.

نکته: امگا3 و امگا6 برای بدن ضروری هستند.

- هگزانوئیک اسید(hexanoic acid): docosa 4:7:10:13:16:19

(DHA) 22: 6 ω3

22 کربن و غیر اشباع و دارای6 پیوند دوگانه

محل پیوند در کربن4و7و10و13و16و19

نکته: پالمتیک و استئاریک، روغن حیوانات دریایی هستند.

نکته:اسید ریسینولئیک در روغن کرچک است.

- آراشیدونیک اسید: ایکازا 5, 8 ,11,14 تترانوئیک اسید 20:4 ω6

20کربن

اسید چرب غیر اشباع است.

چهار پیوند دوگانه دارد.

6=14-20 پس امگا6 است.

شماره پیوند دوگانه در حمل کربن 5و8و11و14

نکته: آراشیدیک اسید یک اسید چرب اشباع است و نام علمی آن ایکازانوئیک است.

اسیدهای چرب:

1) امگا3: آلفالینولنیک ، DHA ، EPA
2) امگا6: لینولئیک ، گامالینولنیک ، اسید آراشیدونیک

- آلفالینولنیک: octadec-9:12:15 trienoic ω۳

دارای18 کربن و غیراشباع
محل پیوند دوگانه کربن شماره9و12و15
سه پیوند دوگانه

تری گلیسیرید: استر اسیدهای چرب با گلیسرول هستند. برای مشخص کردن اسیدچرب در موقعیت های سه گانه ی گلیسرول، کربن های گلیسرول را از بالا به پایین به صورت1و2و3 شماره گذاری کرده که از روش های:

1)فیشر(Sn) 2)rac استفاده میکنیم.

در فیشر، گروه هیدروکسیل شماره ی2 که در سمت چپ و این شماره گذاری را با sn نشان داده.

گلیسرول: یک الکل سه عامله است.سه گروهoh دارد. در نامگذاری با طرح فیشر:کربن شماره2 گروه هیدروکسیل را سمت چپ میگذاریم.

اسیدچرب3-------اسیدچرب1------گلیسرول-----اسیدچرب2

برای نامگذاری: از حرف هر اسیدچرب استفاده کردهو به صورت سه حرف مینویسیم:Sn-OPM

OPM: 1)اولئیکo 2)پالمیتیک(سمت چپ)p 3)میرستیکm

نکته: opm یعنی مخلوطی از تری گلیسیرید های اولئیک و پالمیتیک و میرستیک که در جاهای مختلف قرار دارد.

نکته: از قرارگرفتن اسیدچرب در موقعیت های سه گانه گلیسرولفایزومر مختلف ایجاد میشود.اگر اسید چرب متصل به کربن1و3 متفاوت باشد، کربن شماره2 گلیسرول بی تقارن ایجاده شده و ایزومر نوری ایجاد میشود.

-نقطه ذوب بستگی به نقطه ذوب اسید چرب تشکیل دهنده آن ها دارد و علاوه بر آن، عوامل دیگری مانند توزیع اسید چرب در مولکول تری گلیسیرید و همچنین پلی مورفیسم نیز است.

-پلی مورفیسم: به کریستال شدن تری گلیسیرید به اشکال مختلف میگویند.

برای مثال»تری استئارین:یک گلیسرول است که هر سهoh، با سه اسید چرب استئاریک اسید، استری شده و بسته به اینکه با چه سرعتی ذوب شود، شکل کریستال آن متفاوت شده. بسته به شکل کریستال، نقطه ذوب هم متفاوت شده و به همین علت پلی مورفیسم عوامل مهم در نقطه ذوب تری گلیسیریدهاست.

هر چه تری گلیسیریدها شبیه تر باشند،شکل کریستال منظم تر است و کریستال پایدارتر ایجاد میشود.

نامگذاری rac-POM : Sn-POM ←

Sn-MOP ↙

««یعنی اسیدچرب اولئیک سمت چپ همیشه ثابت است و pو mتغییر میکند.

رنگ ماده غذایی، شاخصی برای ماده غذایی که از نظر سلامتی و بهداشتی در چه مرحله قرار دارد است.

یکسری از میکروارگانیسم ها فعالیت آنها باعث تغییر رنگ موادغذایی شده و دیگر غذا به درد نمیخورد.

پس رنگ از نظر بهداشت مواد و سلامتی و تازگی و رسیدگی مثلا میوه ها برای ما اهمیت دارد.

رنگ دانه ها باعث نمای ظاهری در غذاها شده،مثلا کلروفیل در گیاهان جذب انرژی و تولید آن و یا هموگلوبین O_2را در بدن جانداران حمل میکند ،سپس رنگ دانه ها علاوه بر نمای ظاهری، نقش های دیگری دارند.

رنگ گوشت :در نتیجه رنگ دانه ی همو گلوبین و میوگلوبین است و هر۲ دارای یک قسمت مشترک پروتئینی بنام "گلوبین" هستند و یک قسمت غیر پروتئینی دارند که در هموگلوبین که یک پروستِتیک دارند بنام "هم" که ساختار هم [هسته اولیه ۴ حلقه ای پیرول توسط گروه متین($CH=$) به هم وصل شده و پورفین را بوجود می آورند، حال اگر متیل و پروپیل و وینیل هم به پورفین متصل شود؛ پروتو پورفین حاصل میشود.

اگر یک اتم آهن در مرکز پروتوپورفین قرار بگیرد به مجموعه ی اینها "هم" میگویند← اتم آهن با پیوند کوئوردینانسی به حلقه پیرول وصل میشوند و هیستدین،پروتئین و یا آب یا O_2متصل میشود.

وزن مولکولی میوگلوبین ۱۷ هزار دالتون و هموگلوبین ۶۷ هزار دالتون است و وزن مولکولی هموگلوبین تقریبا ۴ هزار دالتون.

بنابراین میتوان گفت هموگلوبین از ۴ میوگلوبین تشکیل شده، هر دوی این رنگ دانه ها اکسیژن را بدون اکسید شدن جذب میکند.

این جذب و رها سازی O_2بصورت برگشت پذیر است.

هموگلوبین میتواند بجای آب و O_2 به COیا NOمتصل شود و پیوند پایدار،غیر برگشت پذیر ایجاد کرده و عمل جذب و انتقال O_2را با اختلال مواجه کرده و مسمومیت ایجاد کند که در صورت حاد بودن باعث مرگ میشود.

همه ی پروتئین ها شکل فضایی دارند،ساختار اول ،دوم و سوم و برخی ها حتی ۴ ساختار نیز دارند! هموگلوبین ها ساختمان فضایی دارند که خیلی در کارکرد آنها موثر است.

نکته؛ وقتی پروتئین دناتوره شود ساختمان آن تغییر میکند که این ساختمان فضایی برای نقش پروتئین موثر است.

زمانی هموگلوبین دناتوره شده که شکل فضایی تغییر و 6 پیوند خود را با اجزا به درستی برقرار نکند.

میوگلوبین 3 رنگ دارند:

یک) اکسی میوگلوبین(Mbo2) قرمز رنگ است.

دو)میوگلوبین (Mb) قرمز-ارغوانی

سه) مت میوگلوبین (Mmb) قهوه ای رنگ

نکته: در موارد ۱و۲ آهن به صورت ۲ ظرفیتی است ولی در مورد سوم،آهن سه ظرفیتی است.

نکته: اکسی میوگلوبین و میوگلوبین در یک حالت تعادل اند که بستگی به فشار O2 دارند.

نکته:مت میوگلوبین نمی تواند بهO2 متصل شود زیرا آهن از قبل متصل شده است.

نکته:در گوشت، اکسیداسیون به آرامی به سمت میوگلوبین رفته است.

حال اگر مت میوگلوبین در حضور مواد احیا کننده باشد،آهن سه ظرفیتی احیا شده.

-وقتی گوشت درشرایط برای اکسیداسیون مناسب قرار میگیرد، میوگلوبین و اکسی گلوبولین اکسیده شده پس برای بسته بندی گوشت باید میزان نفوذ پذیری اکسیژن را بررسی کرد که این مقدار باید حداقل 5 لیتر اکسیژن هر متر مکعب در روز باشد.

-وقتی گوشت تازه در معرض هوا قرار بگیرد سطح روی گوشت قرمز روشن است و این قرمزی ناشی از رنگدانه ی اکسی میوگلوبین است و رنگ قسمت داخلی(عمق) گوشت ناشی از رنگدانه میوگلوبین میباشد که در حالت احیا است و ارغوانی رنگ.

-تا زمانیکه مواد احیا کننده در گوشت وجود داشته باشد میوگلوبین در شکل احیای خود باقی می ماند. هنگامی که مواد احیا کننده تمام شود،رنگ قهوه ای مت گلوبین ظاهر شده و رنگ غالب گوشت را اختصاص می دهد.

-دربافت زنده ،مت میوگلوبین به سرعت از طریق عمل مواد احیا کننده نظیر گلوکز تبدیل به میوگلوبین میشود، ولی وقتی بافت مرده است(عضله های لاشه) دیگر مت میوگلوبین از طریق احیا به گلوبین تبدیل نشده است.

- **در موجود زنده:**Mbo2↔mb↔ mmb

- **در موجود مرده: واکنش برگشت ناپذیر و تا زمانیکه ماده احیا کننده وجود دارد برگشت پذیر میباشد و درنهایت رنگ از قرمز >>قرمز تیره>>قهوه ای>> برای جلو گیری از اینکه رنگ قرمز عوض نشود اسید آسکوربیک و دی اکسید گوگرد میزنند که غیر قانونی است.**

- زمانی که گلوبین دناتوره شده،اکسیداسیون میوگلوبین به مت میوگلوبین با سرعت و سهولت بیشتری صورت گرفته.

- در قسمت سطحی گوشت تازه اکسی میوگلوبین با قرمز روشن تشکیل شده که حالت مطلوبی است.

عوامل دناتوره شدن پروتئین:

بین ۲ سطح قطبی،غیرقطبی،تغییر phو هم زدن زیاد و حرارت

- گوشت تازه (قرمز روشن) که به آن بولب میگویند و قسمت زیر آن قسمت عمیق تر بوده و قهوه ای رنگ است
- در لایه عمیق سرشار از میوگلوبین است و فشار O2بسیار کم است و رنگ قهوه ای بعلت فشار جزئی اکسیژن و مت میوگلوبین است.

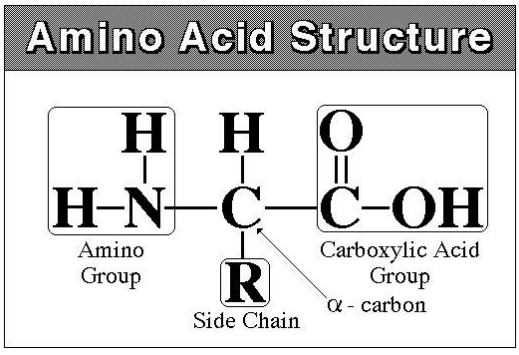
پروتئین ها

پروتئین ها پلی مری از اسید های آمینه هستند که به دلیل ساختمان و ترکیب شیمیایی خاصشان نقش مهمی در ایجاد خصوصیات فیزیکی و بافتی مناسب و لازم در مواد غذایی ایفا می کند. پروتئین ها از نظر ایجاد طعم و عطر در غذا حائز اهمیت هستند، آن ها از نظر بیولوژیکی نیز پروتئین ها مهم هستند زیرا اساس ساختمان هورمون ها و آنزیم ها هم هستند که همان طور که می دانید اساس حیات در موجودات زنده را تشکیل می دهند.

واحد سازننده پروتئین ها

معمولا حدود ۲۰ نوع اسید آمینه در ساختمان پروتئین ها شرکت می کنند. ساختاراسید آمینه تشکیل شده است از یک کربن C کایرال مرکزی یا همان نامتقارن مرکزی، که این کربن یک پیوند یگانه با گروه آمین NH^{3+} داده است، و یک پیوند یگانه دیگر با هیدروژن H و پیوند یگانه دیگر با کربوکسیل COO^- دارد. پیوند اخر آن که در اسید های آمینه ها متفاوت است و باعث تنوع و تفاوت انواع اسید آمینه ها می شود، زنجیره جانبی یا همان گروه R متصل است.

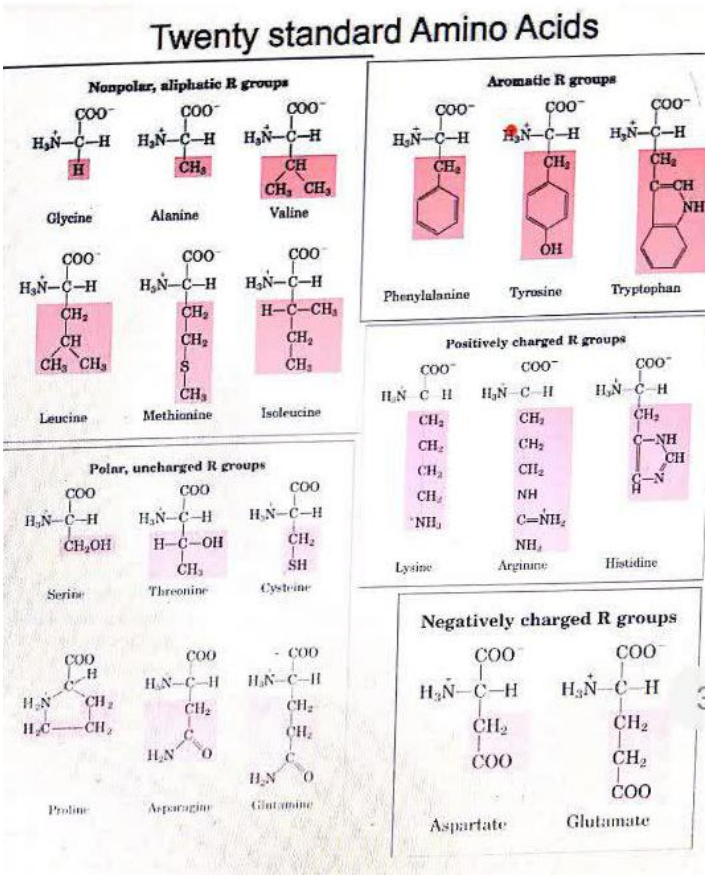
ساختار آمینواسید:



طبق این الگو در آمینواسیدهای متخلف می‌توان به جای گروه R زنجیره های مختلف مشاهده کرد. اگر زنجیره R خطی باشد و تنها از کربن و هیدروژن ساخته شده باشد، آمینواسید آلیفاتیک خطاب می‌شود؛ اگر زنجیره حلقوی باشد، آمینواسید آروماتیک خطاب می‌شود؛ اگر از حلقه های ناهمگن ساخته شده باشد، آمینواسید هتروسیکلیک خطاب می‌شود. ساده ترین آمینواسید، که گروه R آن تنها از یک اتم هیدروژن ساخته شده، گلیسین است. گلیسین به علت داشتن یک اتم هیدروژن به جای زنجیره R، برخلاف

آمینواسیدهای دیگر، کربن نامتقارن ندارد. هنگامی که آمینواسیدها پشت سر هم قرار می‌گیرند، یک پپتید تشکیل می‌دهند. به پیوند ایجاد شده بین دو آمینواسید پیوند پپتیدی یا آمیدی گفته می‌شود؛ پیوند پپتیدی بین گروه کربوکسیل یک آمینواسید و گروه آمین آمینواسید دیگر تشکیل می‌شود.

تفاوتی که در خواص فیزیکی و شیمیایی اسیدآمینه هست به علت تفاوت در گروه R آنهاست.



تقسیم بندی اسید آمینه‌ها

۱. تقسیم بندی اول از نظر بیولوژیکی و تغذیه: ۱.اساسی (Essential) ۲.غیراساسی (Unessential).

۲. تقسیم بندی دوم از نظر اینکه گروه R آن ها چه باری دارد، قطبی است یا غیر قطبی و براساس میان‌کنش‌های درون و برون مولکولی.

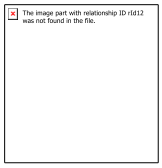
۳. تقسیم بندی سوم از نظر اینکه گروه R آن ها چه نوع ساختاری را دارند.

۱. تقسیم بندی اول:

اسید های آمینه ی اساسی آن دسته از اسید های امینه هستند که داخل بدن انسان تولید نمیشوند و باید از خارج یعنی از طریق غذا به بدن ما وارد شوند ولی غیر اساسی در بدن ساخته میشوند. اسیدآمینه های اساسی شامل لوسین Leu، ایزولوسین Ile، والین Val، فنیل الانین Phe، ترئونین Thr، متیونین Met، ترپتوفان Trp، لیزین Lys، هیستیدین His (برای نوزاد انسان ضروری) و آرژنین Arg (برای نوزاد حیوان ضروری) هستند.

تا به حال ۲۰ نوع اسیدآمینه در ساختمان پروتئین ها شناخته شده که همه آنها دارای یک ساختمان مشترک هستند. همه آنها دارای یک کربن کایرال در مرکز، یک گروه NH_2 (NH^{3+}) به یک دست و یک گروه COOH (COO^-) به یک دست و یک اتم H به یک دست دیگر متصل است.

کربن کایرال: کربن نامتقارن است؛ زمانیکه هر۴ باند کربن با ۴ گروه مختلف باشد به بیان دیگر هر ۴ استخلاف آن توسط ترکیبات متفاوت اشغال شده باشد. گلیسین کربن کایرال ندارد چون گروه R آن هیدروژن است. همه اسیدآمینه ها بجز گلیسین دارای کربن کایرال هستند. مثلا گلیسرآلدهید (ساختار روبه رو) یک کربن کایرال دارد که کربن شماره ۲ است.



۲. تقسیم بندی دوم:

دسته اول اسیدآمینه ها بر اساس گروه R:

۱. اسیدآمینه با زنجیره جانبی غیرقطبی، غیربردار (اسید آمینه های هیدروکربنی) شامل: گلیسین، آلانین، فنیل آلانین، لوسین، ایزولوسین، پرولین، والین، متیونین
۲. اسیدآمینه بازنجیره جانبی قطبی، غیربردار شامل: گلوتامین، آسپارژین، سرین، تیروزین، سیستئین، پرولین
۳. اسیدآمینه با زنجیره دارای بار مثبت شامل: لیزین، آرژنین، هیستیدین
۴. اسیدآمینه با زنجیره بار منفی شامل: اسیدگلوتامیک (گلوتامات)

آیا ممکن است مولکولی قطبی باشد، اما بار الکتریکی نداشته باشد؟ بله، آمینواسیدهای گروه دوم، قطبی اند ولی بار الکتریکی ندارند (uncharged).

آیا ممکن است مولکولی بار داشته باشد، ولی قطبی نباشد؟ خیر.

دسته دوم از اسیدآمینه براساس گروه R:

۱. گروه R چربی دوست و غیرقطبی(آلیفاتیک) شامل: گلیسین، والین، لوسین، ایزولوسین، آلانین، متیونین
۲. گروه R آروماتیک شامل: فنیل آلانین، تیروزین، تریپتوفان
۳. گروه R قطبی های غیربار دار شامل: سرین، ترئونین، سیستئین، آسپارژین، گلوتامین
۴. گروه R دارای بار مثبت (خاصیت بازی) شامل: لیزین، آرژنین، هیستیدین
۵. گروه R دارای بار منفی شامل: آسپارتات، گلوتامات

۳. تقسیم بندی سوم:

۱. اسید های آمینه ی هیدروکربنی(گروه R آنها هیدروکربنی است): گلیسین، الانین، لوسین، ایزولوسین، والین.

۲. اسیدهای آمینه ای که گروه R آنها گوگرد دارد: سیستئین، متیونین، سیستین

۳. اسید های آمینه ای که گروه R آنها اسیدی است: آسپارتات و گلوتامات؛ دقت داشته باشید که این دو اسیدآمینه در صورتی که بار نداشته باشند و هیدروژن به آن‌ها اضافه شود، اسیدآسپارتیک و اسیدگلوتامیک نامیده می‌شوند. آمینواسیدهای اسیدی یک گروه آمین و بیش از یک گروه کربوکسیل دارند.

۴. اسید های آمینه ای که گروه R آنها بازی (بارمثبت) است: لیزین، آرژینین و هیستیدین؛ آمینواسیدهای بازی یک گروه کربوکسیل و بیش از یک گروه آمین دارند.

۵. اسید های آمینه ای که گروه R آنها آمیدی است (NH2): آسپاراژین، گلوتامین

۶. اسید های آمینه ای که گروه R آنها آروماتیک است: تیروزین، فنیل الانین، تریپتوفان

۷. اسید های آمینه ای که گروه R آنها هیدروکسیلی است (عاملOH دارند): تیروزین، سرین، ترئونین.

۸. اسید های آمینه ای که گروه R آنها به فرم سیکلیک است (R آن ها حلقه تشکیل داده است – اسید آمینه سیکلیک): پرولین.

دقت داشته باشید که گروه R حلقوی با گروه R دارای خلقه متفاوت است؛ آمینواسیدهای فنیل‌آلانین، تیروزین و تریپتوفان در گروه R دارای حلقه اند، در حالی که گروه R آمینواسید پرولین تماما حلقوی است. در پرولین گروه NH_2 نیز با گروه R پیوند دارد.

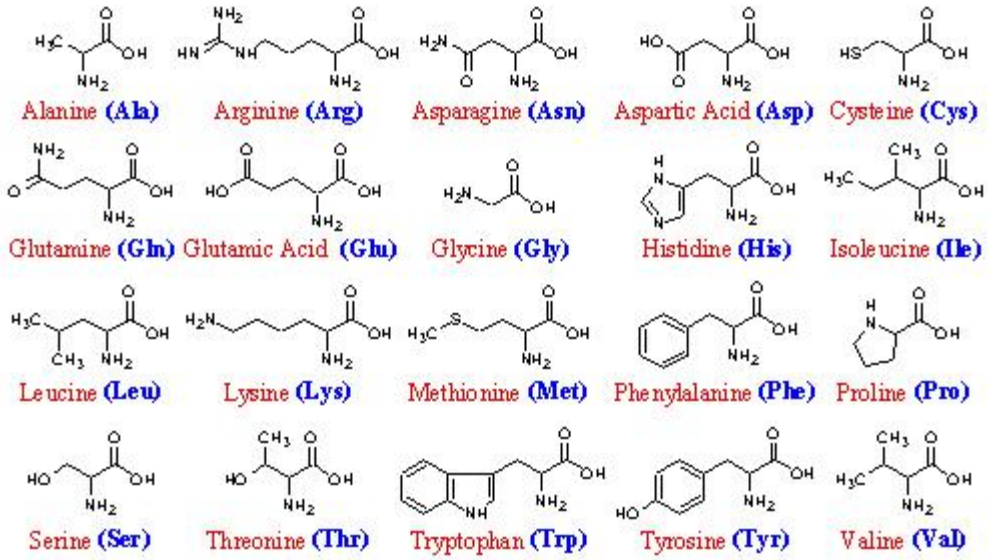
اسید های آمینه خنثی neutral amino acids: اسید آمینه هایی که یک گروه آمید و یک گروه کربوکسیل دارند یعنی تعداد گروه های کربوکسیل و آمین در آمینواسیدهای خنثی برابر است.

اسید های آمینه بازی basic amino acids: یک گروه کربوکسیا دارند اما بیشتر از یک گروه آمین دارند.

اسید های آمینه اسیدی acidic amino acids: یک گروه آمین دارند اما بیشتر از یک گروه کربوکسیل دارند.

اسامی اختصار آمینواسیدها

به طور غالب اسم اختصار هر آمینواسید سه حرف اول اسم آن است، گرچه که چند استثنا نیز دیده می‌شود مانند: آسپاراژین، تریپتوفان، گلوتامین، ایزولوسین.



PH – Isoelectric point (IEP) ایزوالکتریک یا نقطه ایزوالکتریک

اسید های آمینه به دلیل داشتن گروه های کربوکسیل و آمین میتوانند در محیط های آبی به منزله ی دهنده و گیرنده الکترون یا پروتون (H) عمل کنند ویا به شکل یون دوجنسی، هر دو بار مثبت و منفی را داشته باشند. آمینواسیدها بر حسب PH محیط به صورت کاتیونی یا آنیونی در می آیند. گروه کربوکسیل میتواند H از دست بدهد و گروه آمین میتواند H را بگیرد؛ این از دست دادن و گرفتن بستگی به PH محیطی دارد که این اسید آمینه در آن قرار گرفته است. آمینواسیدها در محیط اسیدی گیرنده الکترون بوده و بار مثبت دارند، و در محیط بازی دهنده الکترون بوده و بار منفی دارند. می‌توان اینطور گفت که در محیط اسیدی با غلظت بالای یون H، اسید آمینه حالت کاتیونی به خود میگیرد و گروه آمین اسید آمینه از هیدروژن محیط H میگیرد. در محیط قلیایی با غلظت یون H پایین، گروه کربوکسیلاسید آمینه، H از دست میدهد و حالت آنیونی به خود میگیرد. در یک محدوده خاص و مشخص از PH، تمام اسید های آمینه به صورت یون دوجنسی (یعنی دارای هر دو بار مثبت و منفی) و به آلمانی زوریتریون معروف است در می‌آیند. این محدوده ی PH خاص محیط که در آن تمام مولکول های اسیدآمینه به صورت یون دو جنسی در می‌آیند را نقطه ایزوالکتریک میگویند که در صنایع غذایی اهمیت زیادی دارد و در طبقه بندی پروتئین ها استفاده میشود.

بیشتر اسید های آمینه یک گروه کربوکسیل و یک گروه آمین دارند لذا خنثی هستند و PH ایزوالکتریک برای این دسته از اسید های آمینه ۵/۵ تا ۶ میباشد. نقطه ایزوالکتریک به علت ویژگی هایی که در مواد القا می‌کند، در صنعت غذا اهمیت دارد. در این pH حلالیت به حداقل می‌رسد. آمینواسیدهای بازی در pH بالاتری به نقطه ایزوالکتریک می‌رسند، چرا که در pH بالا یون هیدروژن کم است و در این محیط مولکول یکی از بارهای مثبت (پروتون یا یون هیدروژن) خود را از دست می‌دهد. آمینواسیدهای اسیدی در pH پایین‌تر به نقطه ایزوالکتریک می‌رسند، چرا که در محیط اسیدی یون هیدروژن زیاد است و در این محیط، مولکول اسیدی با گرفتن یک یون هیدروژن به مولکولی خنثی تبدیل می‌شود.

فراوانی آمینواسیدها در مواد غذایی

آلانین: در اغلب پروتئین‌ها وجود دارد.

آرزینین: در همه پروتئین‌ها وجود داشته و در بادام‌زمینی به مقدار زیاد یافت می‌شود.

آسپارتات: در تمام پروتئین‌های حیوانی وجود دارد. در ذرت و آلبومین زیاد و در گندم کم است.

سیستئین: در کراتین به مقدار زیاد بافت می‌شود. در کراتین دو سیستئین با پیوند دی‌سولفیدی به هم متصل شده و سیستین می‌سازند. اغلب پروتئین ها ۱-۲٪ سیستئین دارند. سیستئین خود غیرضروری محسوب می‌شود، ولی در بعضی مواقع می‌توان جایگزین متیونین که ضروری است، بشود.

گلوتامین: در برخی از pHها به اسیدگلوتامیک می‌شکند.

گلایسین: در کلاژن فراوان است.

هیستیدین: در پروتئین خون بسیار زیاد است. برای نوزاد انسن ضروری بوده، عامل آلرژی است، و در اکثر پروتئین‌ها یافت می‌شود.

ایزولوسین: در شیر و تخم مرغ و در مقام بعدی در غلات و گوشت زیاد یافت می‌شود.

لوسین: بیشتر در غلات و بخصوص در ذرت یافت می‌شود.

لیزین: در گوشت، تخم مرغ، شیر و بخصوص ماهی وجود دارد. طی فرآوری غذا عمده لیزین به دلیل واکنش‌پذیری بالای این آمینواسید از بین می‌رود؛ بیشتر افت آن در واکنش میلارد (Maillard reaction)اتفاق می افتد.

متیونین: در فرآورده‌های حیوانی بیشتر از فرآورده‌های گیاهی است. به گرما و اکسیژن حساس است. در حضور قندهای احیا کننده در واکنش استرکر شرکت می‌کند و به متیونال تبدیل می‌شود، که عامل بد طعمی خیلی از غذاهاست.

پرولین: در پروتئین‌های گندم، ژلاتین و کازئین فراوان است.

سرین: در اغلب پروتئین‌ها بخصوص در فسفوپروتئین‌ها مثل کازئین زیاد است. می‌تواند حامل اسیدفسفوریک باشد، به صورت مولکول فسفوسرین.

تریپتوفان: به طور کلی در پروتئین‌های حیوانی و گیاهی کم است.

تیروزین: تقریبا در همه پروتئین‌ها یافت می‌شود، و طی اکسید شدن آنزیمی به ملانین تبدیل می‌شود.

والین: در گوشت، غلات، شیر و تخم مرغ زیاد است. در ساختمان الاستین مقدار زیادی والین به کار رفته است.

- در غلات لیزین و در حبوبات، متیونین و سیستئین وجود ندارد.

تعریف پروتئین

از اتصال دو آمینواسید توسط پیوند پپتیدی و از دست رفتن یک مولکول آب، یک دی‌پپتید به وجود می‌آید. از اتصال دو تا ده آمینواسید الیگوپپتید، و از اتصال ده تا صد آمینواسید پلی‌پپتید به وجود می‌آید. وزن پلی‌پپتید از ده‌هزار دالتون کم‌تر است. با اتصال بیشتر از صد آمینواسید و در صورت گرفتن شکل فضایی خاص به خود، پروتئین ایجاد می‌شود. وزن پروتئین می‌بایست از ده‌هزار دالتون بیشتر باشد.

- در هر آمینواسید بعد از کربن آلفا، کربن‌ها به ترتیب با حروف یونانی نام‌گذاری می‌شوند (بتا، گاما و...).

آمینواسیدهایی که دارای کربن نامتقارن اند، می‌توانند به دو شکل L و D وجود داشته باشند. چنانچه عامل NH_2 متصل به کربن آلفا، در سمت راست قرار گرفته باشد شکل D، و چنانچه در سمت چپ قرار گرفته باشد شکل L است. آمینواسیدها در طبیعت به شکل L یافت می‌شوند. L و D ایزومرهای نوری (انانتیومر) های هم هستند.

اهمیت پروتئین ها در مواد غذایی

۱. ایجاد کننده بافت در غذا هستند ،بنابراین در پایداری فیزیکی غذا ها نقش دارند.یعنی ساختارهایی مثل امولسین ها،ژل ها و ساختار های رشته ای را در سیستم غذایی ایجاد می کند.

۲. به طور مستقیم در طعم نقش دارند یا خودشون ماده طعم دار هستند یا تشدید کننده طعم هستند یا پیش ساز ماده طعم دار هستند. مثال اسید آمینه ، گلوتامیک اسید، اگر نمک سدیم بهش بچسبد تبدیل می شود به مونو سدیم گلوتامات (MSG) که این ماده تشدید کننده طعم می باشد.

۳. پیش ساز رنگ ها براثر واکنش های آنزیمی یا گرمایی،یا دراثر واکنش به سایر گروه ها مثل کربوهیدرات ها می باشند. به طور مثال گروه کربونیل قند (کتون یا آلدهید) با گروه آمین پروتئین یک واکنش قهوه ای شدن غیر آنزیمی به نام میلارد (Maillard) را ایجاد می کند که حاصل آن که یکی از محصولات این واکنش رنگدانه های قهوه ای ملانوئیدین (ملانوئید) است.

مواد در بیشتر از BET (مقدار رطوبتی که ماده در آن پایدارترین شکلش را دارد) قهوه ای شدن اولین واکنشی است که در آن وارد میشوند و اگه بیشتر ازین مقدار شود به قسمت آنزیمی میرود و فساد میکروبی را داریم. در کمتر از BET دچار اکسیداسیون چربی ها میشوند.

۴. نقش تغذیه ایی پروتئین هاس ،بعضی از این پروتئین ها حتما باید خورده بشوند، تا درون بدن در ساختار های حیاتی بدن شرکت کنند.

۵. نقش بهداشتی یا همان ساختمان آنتی بادی ها مدنظر است. مثلا شیر مادر دارای یک سری انتی بادی ها است که وقتی بچه، شیر مادر را میخورد دچار یک سری بیماری ها نمیشود.

۶. برخی پروتئین ها نقش های دارویی دارند؛ Bioactive peptide ها پپتید های زیست فعال هستند که خاصیت ضد سرطانی دارند.

منابع پروتئین

۱. میکروارگانیسم ها؛ مثل جلبک های خوراکی ویا برخی از مخمرها و باکتری‌ها که به عنوان منبع پروتئین تک یاخته (SCP) شناخته میشوند.

SCP مخفف Single cell protein (پروتئین مجودات تکیاخته) است که نوعی مخمر نیست، بلکه پروتئین تک سلولی میباشد، منبع این پروتئین های تک سلولی میتواند مخمر های غیر بیماری زا مثل کاندیدا و باکتری های غیر بیماری زا سودو موناس باشد. SCP یک نقطه ضعف دارد آن هم این است که اگر نسبت مقدار اسید نوکلئیک به پروتئین زیاد باشد آن ماده سرطان زا می باشد. برای همین از کپک ها برای تولید پروتئین Single cell استفاده نمی کنند.

۲. از منابع دیگر گیاهان می باشد؛ دانه سویا از همه بیشتر در گیاهان پروتئین دارد. گندم و ذرت هم از منابع پروتئین گیاهی هستند، سبزیجات هم می توانند پروتئین داشته باشند ولی است.

۳. فراورده های حیوانی مثل شیر، گوشت،تخم مرغ ،ماهی حتی خون حیوانات (به صورت پودر خون در کنسانتره ها قبل از جنون گاوی استفاده میکردند ولی امروزه استفاده ی کمتری دارد) جزء این منابع محسوب می شوند.

هر غذایی ذاتا یک مقدار خاصی پروتئین دارند ولی می توانند بعضی از غذا ها را با پروتئین ها غنی کنیم .

مقدار تولید منابع پروتئینی (به ترتیب از زیاد به کم)

۱. غلات ۲. دانه های روغنی ۳. گوشت ۴. شیر ۵. ماهی ۶. حبوبات ۷. سبزیجات و ۸. تخم مرغ است.

درصد پروتئین موجود در برخی از مواد غذایی

سویا ۳۵٪، ماهی تن ۲۶٪، در عدس ۲۴٪، بخش سفید گوشت مرغ ۲۳ ٪، پسته۲۰٪، گوشت گاو و گوسفند با چربی متوسط ۱۷٪، گردو ۱۵٪، تخم مرغ ۱۳٪، گندم ۱۳٪، می باشد. پرتقال، سیب، هویج و سیب زمینی همگی ۱٪ پروتئین دارند.

همانطور که گفته شد از اتصال دو اسید آمینه یک دی پپتید ایجاد میشود و پیوند بین آنها را پیوند پپتیدی می گویند. اگربیش از ۲ اسید آمینه تا ۱۰ اسید آمینه به هم متصل شوند، اولیگوپپتید ایجاد میکنند و از اتصال بیش از ۱۰ اسید آمینه به هم پلی پپتید حاصل میشود. وزن مولکولی یک زنجیره ی پپتیدی کمتر از ۱۰ هزار دالتون است که در این صورت پلی پپتید محسوب میشود ولی اگر بیش از ۱۰ هزار دالتون باشد، پروتئین نام میگیرد که بیش از ۱۰۰ اسید آمینه داشته و دارای ساختمان فضایی است.

پروتئین ها به دو نوع ساده و مرکب تقسیم میشوند. پروتئین های ساده تنها از مواد پروتئینی ساخته شده اند در حالی که پروتئین های مرکب مواد غیر پروتئینی نیز دارند، مانند نوکلئوپروتئین ها، گلیکوپروتئین ها و لیپوپروتئین ها .

پروتئین های ساده بر اساس میزان حلالیتشان تقسیم بندی میشوند و شامل آلبومین ها ، گلوبولین ها ، گلوتلین ها ، پرولامین ها ، اسکلروپروتئین ها ، پروتامین ها و هیستون ها می باشند.

- اساسا روش جداسازی پروتئین ها بر مبنای اختلاف در اندازه، شکل و بار الکتریکی مولکول هاست.

تعیین وزن مولکولی پروتئین ها

برای تعیین وزن مولکولی پروتئین ها روش های متعددی وجود دارد شامل : اندازه گیری فشار اسمزی، تفریق نور(light diffraction)، ویسکوزیته، قدرت نفوذ (diffusion)، صاف کردن روی ژل (jel filtration) و رسوب توسط سانتریفیوژ فوق سریع (ultra).

- از دیالیز و اولترافیلتراسیون میتوان برای جداسازی برخی ترکیبات غیر پروتئینی با وزن مولکولی پایین، از پروتئین بهره گرفت.

شناسایی نوع و میزان اسید آمینه های یک پروتئین

برای شناسایی نوع و میزان اسید آمینه های یک پروتئین می‌توان از دستگاه تجزیه کننده اسیدآمینه که در واقع یک سیستم تبادل یون است (aa analyzer) و نیز روش HPLC استفاده کرد.

ساختمان پروتئین ها

ساختمان نوع اول

مربوط به ترتیب قرارگیری aa ها در طول زنجیره پپتیدی است. ساختمان نوع اول پروتئین ها تعیین کننده‌ی شکل خاص فضایی ساختمان های دیگر پروتئین می باشد و در مجموع بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پروتئین تاثیر عمیق دارد.

نحوه ی نوشتن ساختمان نوع اول: عامل آمین آزاد در سمت چپ، نام های اختصاری ۳ حرفی اسید آمینه ها از سمت چپ به راست به دنبال هم نوشته شوند و در انتهای سمت راست گروه کربوکسیل آزاد نوشته شود.

روش های تعیین ترکیب و ترتیب قرار گیری aa ها

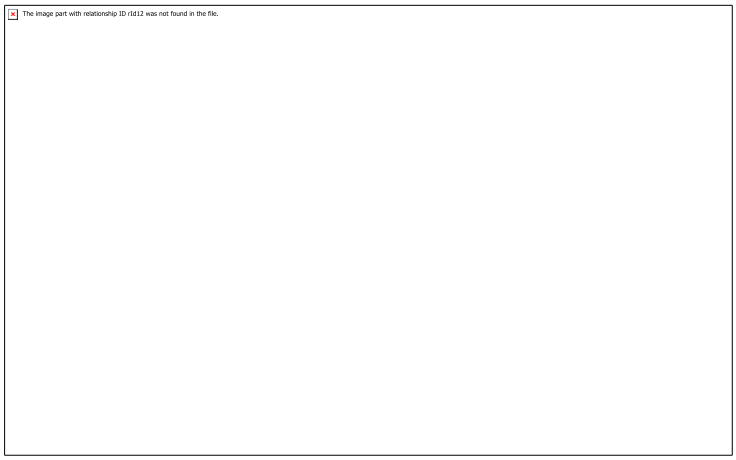
۱. واکنش سانگر (Sanger reaction یا sanger sequencing): از طریق واکنش پروتیئن مورد نظر با ماده ی ۱- فلورو ۲و۴- دی نیتروبنزن (1-Fluoro-2,4-dinitrobenzene)، اسید آمینه ی انتهایی سمت N (سمت گروه آمین!) را میتوان تعیین نمود.

به همین دلیل برای سنجش میزان نابودی لیزین هم میتوان از واکنش سانگر استفاده کرد چون اگر لیزین وجود داشته باشد ماده موثر (۱- فلورو ۲و۴- دی نیتروبنزن) با گروه آمین موجود در زنجیره ی جانبی لیزین وارد واکنش میشود که در این صورت منعکس کننده عدم نابودی لیزین میباشد. این واکنش هم تعیین ترتیب اسیدامینه میکند و هم برای سنجش میزان لیزین هم کاربرد دارد.

۲. از آنزیم آمینوپپتیداز نیز به منظور جدا کردن aa از انتهای N پروتئین میتوان استفاده کرد. این آنزیم اسیدآمینه ی انتهای N زنجیره پروتئینی را می‌شکند.

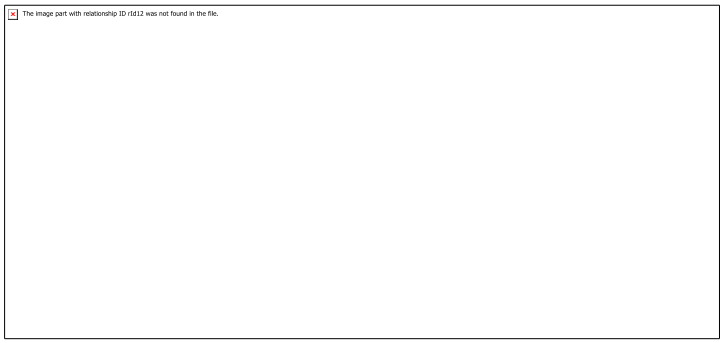
۳. آنزیم کربکسی پپتیداز: برای جداکردن aa سمت انتهایی کربوکسیلِ پپتید، از واکنش میان پروتئین و هیدرازین و یا از اثر آنزیم کربوکسی پپتیداز بر روی پروتئین میتوان استفاده کرد. سمت کربوکسیل زنجیره ی پپتیدی را میشکند.

۴. واکنش میان هیدرازین و پروتئین: کامل ترین روش برای تعیین ترتیب قرارگیری aa در زنجیره ی پپتیدی روش تجزیه ی ادمن (Edman degradation) است. در این روش aa انتهای N با فنیل ایزوتیوسیانات واکنش داده و تولید N فنیل تیوکاربامول پپتید (N-Phenylthiocarnamoylpeptid) می‌کند. سپس این ترکیب تحت اثر اسید کلریدریک، در محیط نیترومتان قرار میگیرد، لذا پیوند پپتیدی انتهاییش شکسته شده و مشتق aa مربوطه به صورت یک ترکیب حلقوی آزاد شناسایی میشود. به دلیل اینکه بقیه زنجیره ی پپتیدی بدون تغییر است میتوان این واکنش را در مورد این زنجیره تکرار کرد و aa های بعدی را نیز مشخص نمود.



پیوند پپتیدی بین گروه کربوکسیل از یک اسید آمینه و گروه آمین از اسید آمینه ی دیگر صورت میگیرد و حالت ترانس دارد یعنی H متصل در یک سمت پیوند و O در سمت دیگر پیوند قرار میگیرد. لذا رزونانس (جابه جا شدن) الکترون در محل پیوندی باعث میشود که این یک پیوند کووالان عادی نباشد و ۴۰ درصد خاصیت پیند دوگانه را داشته باشد یعنی فاصله ی بین دو اتم این پیوند از یک پیوند کووالان عادی کمتر است که این خاصیت روی ویژگی های ساختمانی پروتئین تاثیر میگذارد. هم چنین این حالت رزونانس باعث میشود چرخش حول این پیوند محدود شود ، البته دو کربن آلفا با هم قابلیت چرخش دارند.

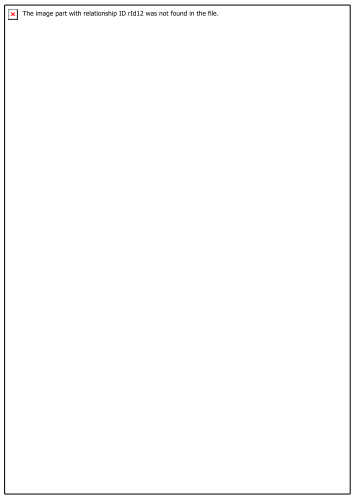
- کربن آلفا به کربنی میگویند که ۴ پیوند مختلف داشته باشد.
- گروه های R دو طرف پیوند نیز در محدودیت چرخش این پیوند نقش دارند



ساختمان نوع دوم

مربوط به شکل فضایی زنجیره ی پپتیدی است که عمدتا به صورت هلیکس (مارپیچ) و یا به صورت ورقه ی چین خورده (pleated sheet) است. در وضعیت مارپیچ، زنجیره ی پپتیدی حول محور خود یک حالت مارپیچی به خود میگیرد که انواع مختلفی دارد ولی

نوع آلفا آن بیشتر از بقیه است : به این ترتیب که در هر دور مارپیچ ۳,۶ اسیدآمینه قرار میگیرد . زنجیره ی جانبی اسید آمینه ها در خارج از مارپیچ واقع شده و جهت چرخش مارپیچ در مورد اسیدآمینه های طبیعی که به فرم L هستند از سمت راست به چپ و از پایین به بالا میباشد. در طول مارپیچ میان O متصل به کربن پپتیدیِ یک اسیدآمینه و N متصل به کربن پپتیدی چهارمین اسیدآمینه ی پس از آن، پیوند هیدروژنی برقرار می شود که سبب پایداری و بقای ساختمان مارپیچ میشود.



سه مورد در شکل و ساختمان مارپیچ اثرگذارند:

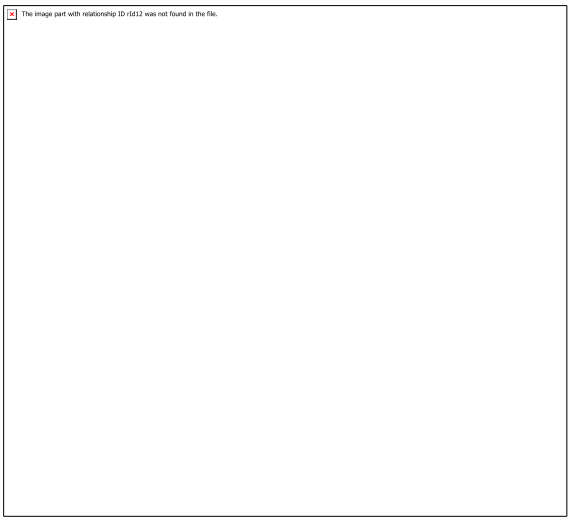
۱. وجود اسیدآمینه های پرولین و هیدروکسی پرولین در زنجیره ی پپتیدی از ایجاد حالت مارپیچی در قسمتی از آن زنجیره که این اسیدآمینه ها وجود دارند، جلوگیری میکمد (زیرا این اسید آمینه ها حالت cyclic دارند و N آنها در حلقه است). پرولین یک ایمینواسید است (NH2 در حلقه شرکت میکند) لذا N آزاد نیست و نمیتواند با O پیوند هیدروژنی دهد لذا پایداری کم میشود. چنین حالتی در ساختمان کازئین شیر وجود دارد.

۲. اگر اسیدآمینه هایی که دارای زنجیره جانبی با بار الکتریکی مشابه اند کنار هم قرار بگیرند، به دلیل نیروی دافعه میان آنها، این زنجیره ها در حداکثر فاصله نسبت به هم قرار میگیرند که در تشکیل مارپیچ آلفا تاثیر منفی دارد.

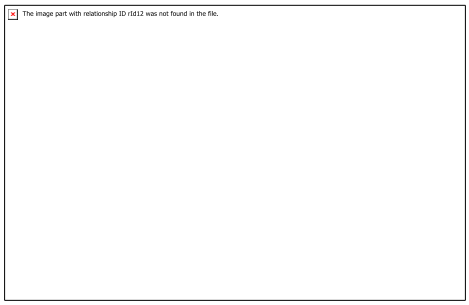
۳. اگر در قسمتی از پپتید، مقدار زیادی اسیدآمینه ی ایزولوسین وجود داشته باشد، به دلیل حجیم بودن زنجیره ی جانبی از تشکیل مارپیچ آلفا جلوگیری میکند.

Pleated sheet: در آن زاویه میان کربن های آلفا و پیوند پپتیدی بیشتر است. لذا این زنجیره حالت کششی و زیگزاگ به خود میگرد که به آن **بتا** نیز میگویند. امکان تشکیل پیوند هیدروژنی بین H نیتروژن و O کربن پیوند پپتیدی در اسیدآمینه های مختلف وجود ندارد. زنجیره های جانبی اسیدآمینه ها در بالا و پایین این صفحه قرار دارند لذا اثر دافعه و جاذبه قابل توجهی میانشان وجود ندارد . در این مدل از ساختمان نوع دو، زنجیره های پپتیدی با زنجیره های مشابه خود پیوند هیدروژنی برقرار میکنند و ساختمان خود را اینگونه پایدار میکنند.

اگر شکل تشکیل پیوند در این دو زنجیره در یک جهت باشد حالت پارالل یا موازی دارند (یعنی هر دو از سمت آمین به کربوکسیل اند) و در غیر این صورت حالت Antiparallel یا ناموازی به خود میگیرند.



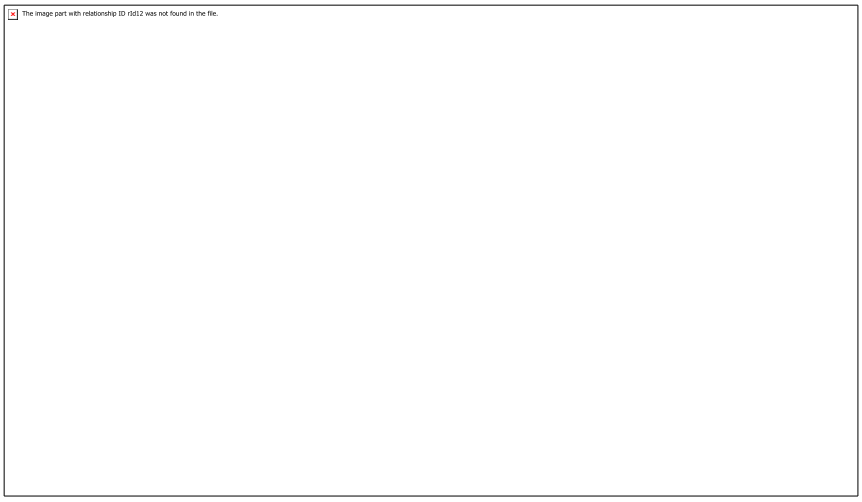
در ساختمان نوع اول یا دوم پروتئین در صورت وجود دو اسید آمینه ی گوگرد دار، در مجاورت یکدیگر باند سولفوری ایجاد میشود.



ساختمان نوع سوم

چنانچه قسمتی از زنجیره ی پپتیدی تا شده و در کنار قسمت دیگر قرار بگیرد، ساختمان جدیدی ایجاد می شود که ساختمان نوع سوم نام دارد. پایداری ساختمان نوع سوم به ۱ . پیوند های هیدروژنی، ۲. نیرو یا تعامل هیدروفوبی، ۳. پیوند دی سولفیدی، ۴. پیوند یونی و ۵. پیوند واندروالس وابسته است.

پایداری ساختمان نوع سوم در درجه ی اول توسط ۱ . پیوند های هیدروژنی فراوانی که میان قسمت های اصلی زنجیره یا میان زنجیره های جانبی با یکدیگر و یا میان زنجیره های جانبی با زجیره ی اصلی به وجود می آید، تامین می گردد. دومین عامل موثر، ۲. نیرو یا تعامل هیدروفوبی است که در تشکیل و پایداری ساختمان نوع ۳ موثر است. قسمت های هیدروفوب پروتئین اگر در محیط آبی باشند ، در بخش درونی ساختمان جمع میشوند و قسمت های قطبی آن در سطح قرار میگیرند. * مورد استثناء : پروتئین های نامحلول در آب که وظیفه ی حمل چربی در خون را به عهده دارند به این صورتند که سطح هیدروفوب به سمت بیرون قرار میگیرد؛ مثل لیپوپروتئین های حاملِ چربی خون. در ساختمان نوع سوم، ۳. پیوند دی سولفیدی و نیز ۴. پیوند یونی و ۵. پیوند واندروالس نیز در پایداری ساختمان نقش دارند.



ساختمان نوع چهارم

از اتصال ۲ یا چند زنجیره پپتیدی توسط پیوندهای غیرکووالان به هم، پروتئینی با ساختمان نوع چهارم به وجود می آید. تفاوت با نوع سوم در این است که در نوع سوم قسمتی از زنجیره روی خودش تا شده و در کنار قسمت دیگر قرار گرفته ولی در نوع چهارم، ۲ یا چند زنجیره جدا به هم وصل شده است. هموگلوبین پروتئینی با ساختمان نوع چهارم است که از اتصال دو زنجیره ی پپتیدی به صورت مارپیچ α و دو زنجیره به صورت صفحه چین خورده β تشکیل شده است. میوزین موجود در ماهیچه پروتئین دیگری است که دارای ۶ زنجیره ی پپتیدی می باشد.