

От кулинарии — к кулинохимии





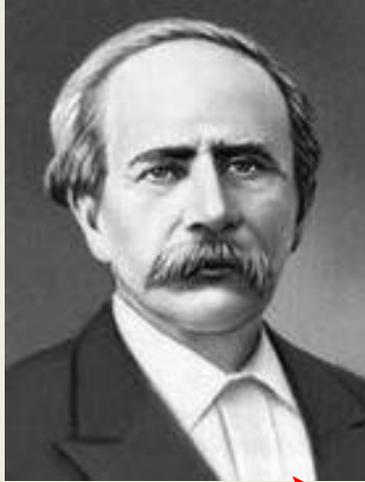
- Издревле приготовление пищи находилось под покровительством греческой богини Кулины, имя которой дало название кулинарии — искусству создания блюд. Союз этого искусства и химии способствовал рождению новой отрасли науки — кулинохимии.



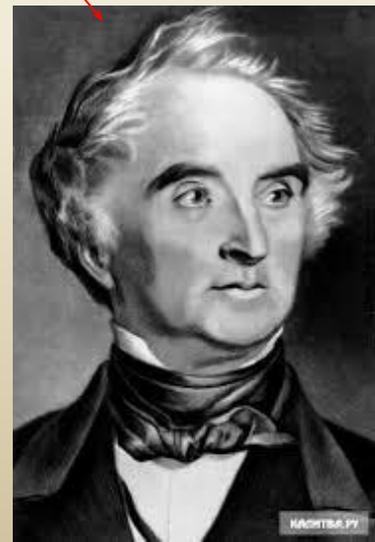
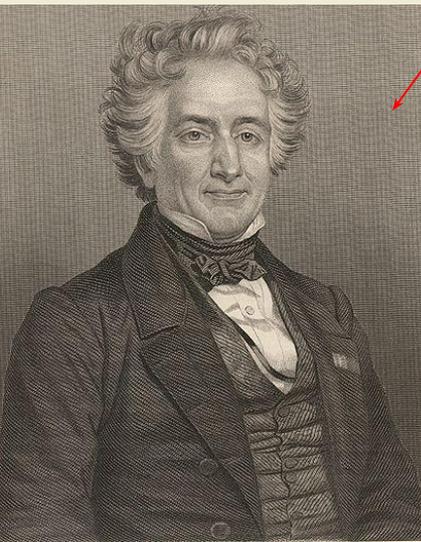
- В 1899 году французский художник Жан Марк Коте выпустил серию открыток, на которых попытался представить жизнь своих соотечественников через сто лет.
- В самом деле, современная кухня во многом напоминает химическую лабораторию. С той лишь разницей, что кухонные полки заняты баночками, наполненными всевозможными крупами и специями, а лабораторные — уставлены склянками с не предназначенными для пищи реактивами. Вместо химических названий «хлорид натрия» или «сахароза» на кухне звучат более привычные слова «соль» и «сахар». Приготовление блюда по кулинарному рецепту можно сравнить с методикой проведения химического эксперимента.



- «Кухонная химия» зародилась давно. В XVIII—XIX столетиях изучением проблем, так или иначе связанных с пищей, всерьёз занимались многие известные учёные, и прежде всего французские химики. Основатель современной химии Антуан Лоран Лавуазье обнаружил зависимость качества мясного бульона от его плотности. Он же, проводя термохимические исследования, пришёл к выводу о важности соблюдения баланса калорий, потребляемых человеком с пищей и расходуемых им при физической активности. Его соотечественник Антуан Огюст Пармантье стал одним из основоположников школы хлебопечения, агитировал за использование сахара, полученного из свёклы, винограда и других овощей и фруктов, предложил способы консервации продуктов питания.



- Другой французский учёный, Мишель Шеврёль, установил состав и строение жиров. Увлёкшись анализом мясного сока, выдающийся немецкий химик Юстус фон Либих изобрёл так называемый мясной экстракт, доживший до наших дней под именем «бульонные кубики». Он также разработал молочные смеси — предшественники современного детского питания. Наконец, знаменитый французский химик Марселен Бертло экспериментально доказал возможность синтеза природных жиров из глицерина и жирных карбоновых кислот. Он полагал, что в скором будущем химия избавит человека от тяжёлого сельскохозяйственного труда, заменив привычные хлеб, мясо и овощи специальными таблетками. В их составе будут все необходимые компоненты — азотсодержащие вещества (прежде всего, аминокислоты и белки), а и немного приправ.





- Действительно, за прошедшие десятилетия химия в немалой степени изменила ассортимент «скатерти-самобранки» человека. В начале XX века, когда химическая наука переживала настоящий бум, Владимир Маяковский утверждал, что она сможет создать даже искусственную пищу:
- *Завод.
Главвоздух.
Делают вообще они
воздух
прессованный
для междупланетных сообщений.
<...>
Так же
вырабатываются
из облаков
искусственная сметана
и молоко.*
- Его предсказания оказались пророческими: современные химики научились «вырабатывать» молоко, сыр, простоквашу и другие продукты из сои, а на основе белков куриных яиц и пищевого желатина полвека назад в Институте элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова впервые получили искусственную зернистую чёрную икру. Однако и сегодня о реакциях, протекающих на Солнце, мы знаем, пожалуй, больше, чем о сложнейших процессах, которые происходят, когда мы варим, жарим, тушим или запекаем что-либо.



Луи Камилл
Майяр

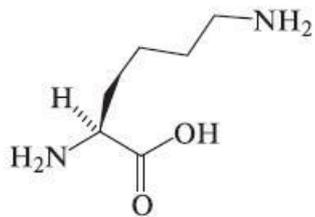
- Почти четыре десятилетия спустя американский химик Джон Ходж установил механизм открытой Майяром реакции и её роль в процессах приготовления пищи. Опубликованная им в «Journal of Agricultural and Food Chemistry» работа до сих пор является самой цитируемой среди когда-либо вышедших в этом журнале статей.
- Учёные по праву считают реакцию Майяра одной из самых интересных и важных в химии пищи и медицине: несмотря на солидный возраст, она хранит ещё немало тайн. Достижениям в изучении реакции Майяра было посвящено несколько международных научных форумов.



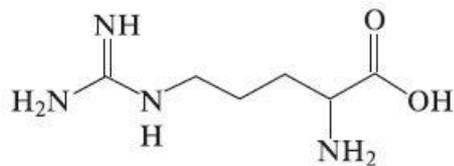
- Строго говоря, реакция Майяра — это не одна, а целый комплекс последовательных и параллельных процессов, происходящих при варке, жарке и выпечке. Каскад превращений начинается конденсацией восстанавливающих сахаров (к ним относятся глюкоза и фруктоза) с соединениями, молекулы которых содержат первичную аминогруппу (аминокислоты, пептиды и белки). Образующиеся продукты реакции претерпевают затем дальнейшие превращения при взаимодействии с другими компонентами пищи, давая смесь разнообразных соединений — ациклических, гетероциклических, полимерных, которые и отвечают за запах, вкус и цвет подвергшихся термической обработке полуфабрикатов. Понятно, что в зависимости от условий протекают разные реакции, приводящие к разным конечным продуктам. В реакции Майяра образуются как интенсивно окрашенные, так и бесцветные продукты, которые могут быть вкусными и ароматными или, напротив, прогорклыми и неприятно пахнущими, быть как антиоксидантами, так и ядами. Таким образом, реакция Майяра может повышать питательную ценность пищи, но может и делать её опасной для употребления.



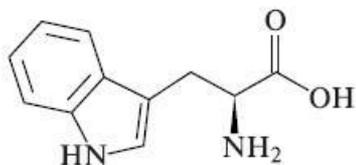
- Любая хозяйка знает, что цвет блюда существенно зависит от того, как оно готовилось, иными словами — от условий проведения **реакции Майяра**. Например, если грибы обжарить в оливковом масле на открытой сковороде, то они приобретут аппетитный золотистый оттенок. Если же их готовить при помешивании под крышкой, содержащаяся в грибах влага не позволит им подрумяниться.
Для этой реакции нужна лишь повышенная температура, огонь или плита.
- Эта реакция известна в пищевой химии как реакция **сахароаминной конденсации**, или как **реакция Майяра**.



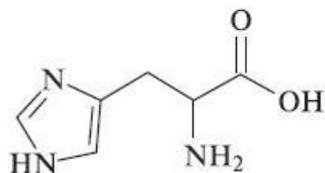
Лизин



Аргинин

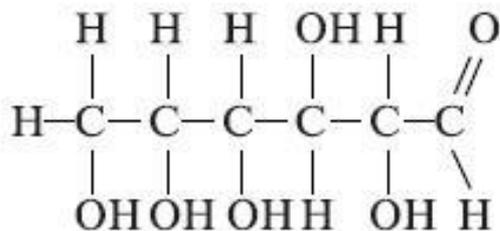


Триптофан



Гистидин

аминокислоты



Глюкоза (линейная форма)

- История ее открытия — запутанное дело. Считается, что **Майар** был первым, кто обнаружил активное взаимодействие сахаров с аминокислотами. Однако справедливости ради следует отметить, что впервые подобную реакцию наблюдали П.Брандес и Ц. Штоэр в 1896 году, нагревая **сахар** с аммиаком.
- В 1912 году молодой французский врач и химик Луи Камилл Майар начал изучать взаимодействие между аминокислотами и пищевыми сахарами, глюкозой и фруктозой. На исследование его вдохновило желание отыскать возможные пути синтеза полипептидов. В течение нескольких часов он кипятил водные растворы **сахара** или глицерина с **аминокислотами** и обнаружил, что в реакционной смеси образуются некие сложные соединения **желто-коричневого цвета**. Ученый принял их за пептиды и поспешил опубликовать результаты. Однако это был тот случай, когда исследователь выдал желаемое за действительное

- Из всех исследователей, занимавшихся этой проблемой, основные результаты все же были получены французским ученым, установившим, что взаимодействие кетогруппы ($C=O$) сахара с аминогруппой ($-NH_2$) аминокислоты происходит в несколько стадий. Поэтому сахароаминная реакция известна под **именем реакции Майара**. С 1910 по 1913 год французский ученый опубликовал около 30 сообщений, которые легли в основу его докторской диссертации «Генезис белков и органических материалов. Действие глицерина и сахаров на аминокислоты».
- Но, как это часто бывает в науке, открытие **Майара** не получило должного признания при его жизни. Только в 1946 году ученые снова заинтересовались этой реакцией. И сегодня о **реакции Майара** мы знаем уже очень многое. Прежде всего это не единичная реакция, а целый комплекс процессов, которые **протекают последовательно и параллельно** без участия ферментов и придают реакционной массе **коричневый цвет**. Главное, чтобы в реакционной смеси присутствовали карбонильные группы (в составе **сахаров, альдегидов или жиров**) и **аминогруппы** (белки). Понятно, что такой букет реакций приводит к образованию многочисленных продуктов различного строения, которые в научной литературе обозначаются термином «конечные продукты гликирования». В эту группу входят и алифатические альдегиды и кетоны, и гетероциклические производные имидазола, пиррола и пиразина. Именно эти вещества — продукты сахароаминной конденсации — ответственны за формирование цвета, аромата и вкуса продуктов, подвергнутых термической обработке. Эта реакция **ускоряется с повышением температуры** и поэтому интенсивно протекает при **варке, жарке и выпечке**.





- О том, что реакция Майара прошла, можно судить по золотисто-коричневой корочке на хлебе, зажаренных рыбе, мясе, по коричневому оттенку высушенных фруктов. Цвет термически обработанному продукту придают темноокрашенные высокомолекулярные вещества **меланоидины** (от греческого «**меланос**», что означает «**черный**»), которые образуются на последней стадии реакции Майара. Однако цвет стандартных **меланоидинов** — не черный, а **красно-коричневый** или **темно-коричневый**. Меланоидины образуют черные пигменты, подобные гуминовым веществам, лишь в том случае, если огонь был слишком силен или вы забыли о жарящейся на сковороде картошке, пироге в духовке и безнадежно сожгли их. Сам же термин «меланоидины» в 1897 году предложил О.Шмидеберг.



Кофе, какао, квас, десертное вино, хлеб, жареные мясо и рыба... Пока мы пьем и едим все это, реакция Майара и ее продукты, меланоидины, с нами. Мы потребляем около 10 г меланоидинов каждый день, поэтому так важно знать об их пользе и вреде.

По химической сути меланоидины — это широкий спектр нерегулярных полимеров разнообразного строения, включая гетероциклические и хиноидные структуры, с молекулярной массой от 0,2 до 100 тысяч дальтон. Механизм их образования достаточно сложен и до конца не изучен — слишком уж много промежуточных продуктов, которые

Образование меланоидинов сопровождается появлением множества **ароматических веществ**: фурфурола, оксиметилфурфурола, ацетальдегида, формальдегида, изовалерианового альдегида, метилглиоксаля, диацетила и других. Именно они придают незабываемый, аппетитный аромат свежеиспеченному хлебу, плову, шашлыку... Еще в 1948 году создатель лаборатории в Институте биохимии им. А.Н.Баха В.Л.Кретович (впоследствии член-корреспондент РАН) и Р.Р. Токарева обнаружили, что в растворах глюкозы в присутствии аминокислот лейцина и валина образуются специфические тона





- Образование меланоидинов сопровождается появлением множества ароматических веществ: фурфурола, оксиметилфурфурола, ацетальдегида, формальдегида, изовалерианового альдегида, метилглиоксаля, диацетила и других. Именно они придают незабываемый, аппетитный аромат свежеспеченному хлебу, плову, шашлыку... Еще в 1948 году создатель лаборатории в Институте биохимии им. А.Н.Баха В.Л.Кретович (впоследствии член-корреспондент РАН) и Р.Р. Токарева обнаружили, что в растворах глюкозы в присутствии аминокислот лейцина и валина образуются специфические тона корки ржаного хлеба, а в присутствии глицина — карамельный аромат.

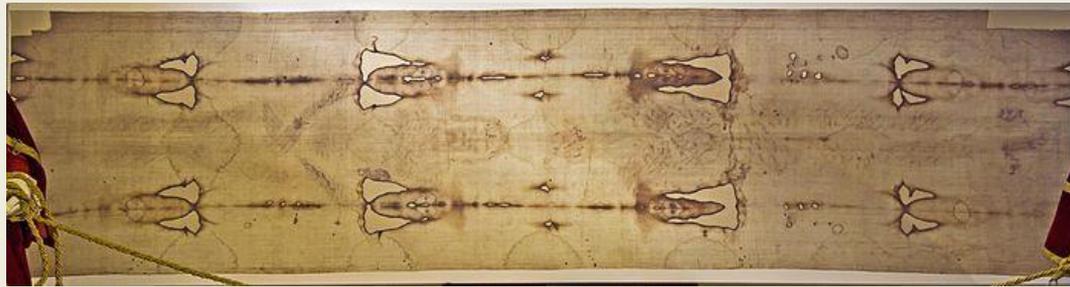


- **К минусам** можно приписать и то, что реакция Майяра **снижает биологическую ценность белков**, поскольку аминокислоты, особенно лизин, треонин, аргинин и метионин, которых чаще всего недостает в организме, после соединения с сахарами становятся недоступными для пищеварительных ферментов и, следовательно, **не усваиваются**. Но, согласитесь, стоит пожертвовать небольшой долей аминокислот ради аппетитного вида, аромата и вкуса еды. Ведь без этих факторов, согласно И. П. Павлову, полноценное переваривание пищи невозможно. **Еда должны быть вкусной!**



- С **реакцией Майара** мы можем встретиться не только на кухне.
- Если вы используете средства для автозагара (намазался кремом и без всякого солнца стал коричневым), то вы наблюдаете эту реакцию на своей коже. Действующее начало автозагара — дигидроксиацетон, получаемый из сахарной свеклы и сахарного тростника, а также ферментацией глицерина. Дигидроксиацетон или его производное эритрулоза вступают в реакцию с аминокислотами белков кожного кератина, в результате чего образуются **меланоидины**, похожие на естественный пигмент кожи — **меланин**.

- А вот еще одно старое применение реакции Майяра. Помните детский рассказ Михаила Зощенко «Иногда можно кушать чернильницы» о том, как Владимир Ильич Ленин, чтобы перехитрить надзирателей, писал молоком революционные тексты на страницах обычных художественных книг? Молоко — классические невидимые чернила. Чтобы проявить текст, написанный молоком, достаточно **нагреть** бумагу с посланием над свечой или прогладить утюгом. Невидимый текст станет видимым, **коричневым**. Что это, как **не реакция Майяра** — взаимодействие белков молока с молочным сахаром лактозой! Кстати, на роль чернил подойдут любые доступные вещества, содержащие карбонильные и аминные группы, например **слюна**,



Копия Туринская плащаница

В итальянском городе Турине, в соборе Святого Иоанна Крестителя, хранится одна из самых почитаемых и загадочных христианских реликвий — Туринская плащаница, льняное полотно, в которое, по преданию, Иосиф из Аримафеи завернул тело Иисуса Христа после его снятия с креста. На этом полотне неведомым образом запечатлелись лик и тело Христа. Причина возникновения нечеткого желтовато-коричневого отпечатка остается и поныне загадкой. Есть несколько версий, за счет каких химических реакций получилось изображение. Однако камнем преткновения остается тот факт, что коричневый цвет находится только на поверхности волокон, остающихся внутри непрокрашенными. Очень похоже, что мы имеем дело с





- Рассказ о реакции Майяра и меланоидинах подошел к концу. Хотя, возможно, это, как говорил Козьма Прутков, начало того конца, которым заканчивается начало. В этой презентации лишь несколькими штрихами обозначена **«вездесущность»** реакции Майяра, однако я надеюсь, что у Вас сложилось первое представление о важности процессов, протекающих между сахарами и аминокислотами в природе.

Спасибо за внимание

