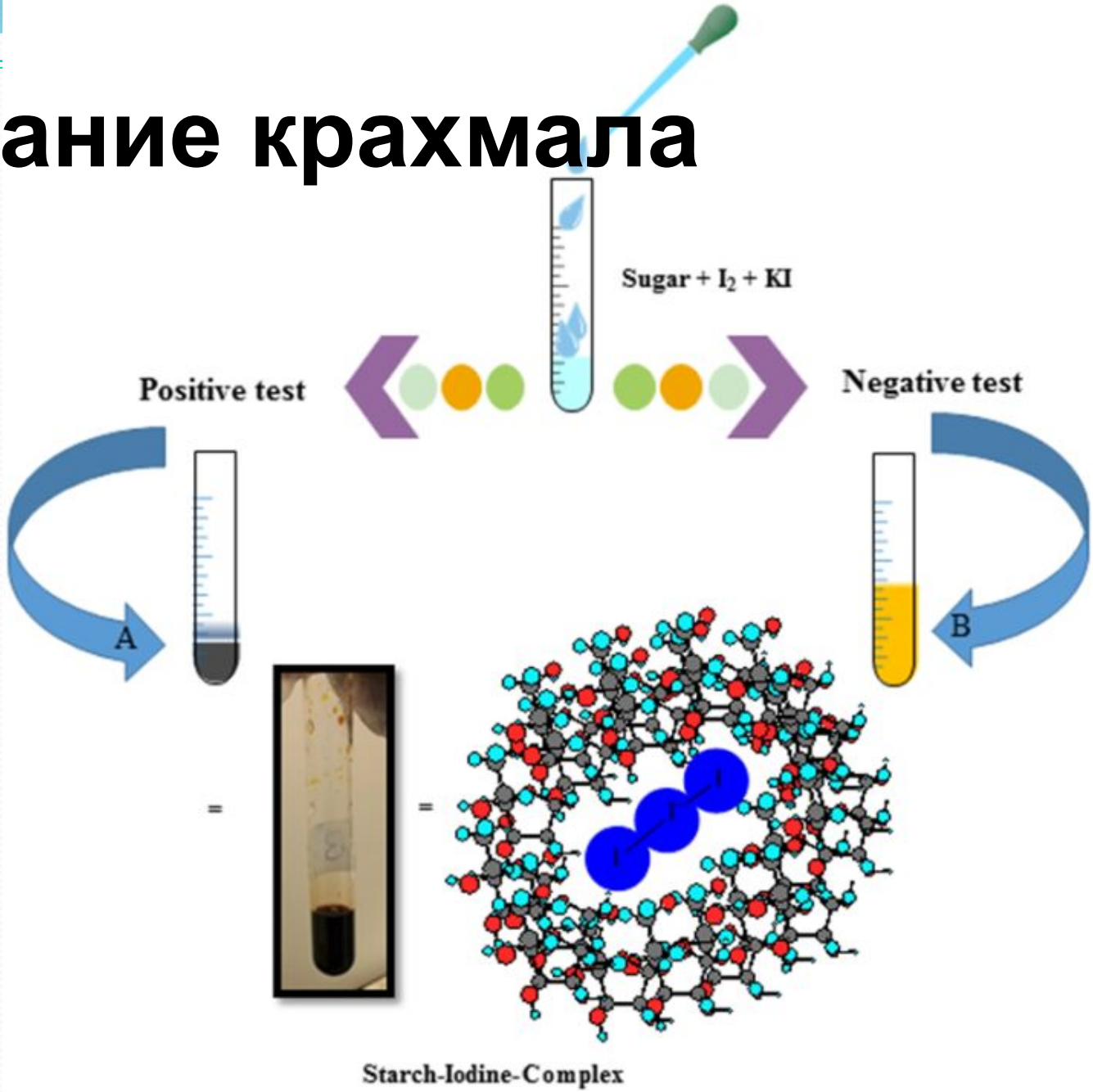
Химическая идентификация основных классов биомолекул

Качественные реакции – это реакции, позволяющие доказать наличие того или иного вещества (иона) в среде или присутствие функциональной группы в веществе. Анализируемые вещества могут находиться в различных агрегатных состояниях (твёрдом, жидком и газообразном). С точки зрения наблюдаемых эффектов все реакции обнаружения можно разделить на несколько групп:

1) образование характерных осадков,
2) растворение вещества,
3) появление (изменение) окраски,
4) выделение газов,
5) изменение запаха,
6) окрашивание пламени.

Качественные реакции на углеводы

Окрашивание крахмала иодом



Science and Education Publishing
From Scientific Research to Knowledge

Окрашивание крахмала иодом

Крахмал дает с иодом характерное синее окрашивание. С помощью иода можно открыть самые незначительные количества крахмала. К разбавленному раствору крахмала добавляем немного раствора иода (лучше использовать раствор Люголя: 1 часть иода, 2 части иодида калия, 17 частей дистиллированной воды). Появляется синее окрашивание. Нагреваем синий раствор. Окраска постепенно исчезает, так как образующееся соединение неустойчиво. При охлаждении раствора окраска вновь появляется. Данная реакция иллюстрирует обратимость химических процессов и их зависимость от температуры.

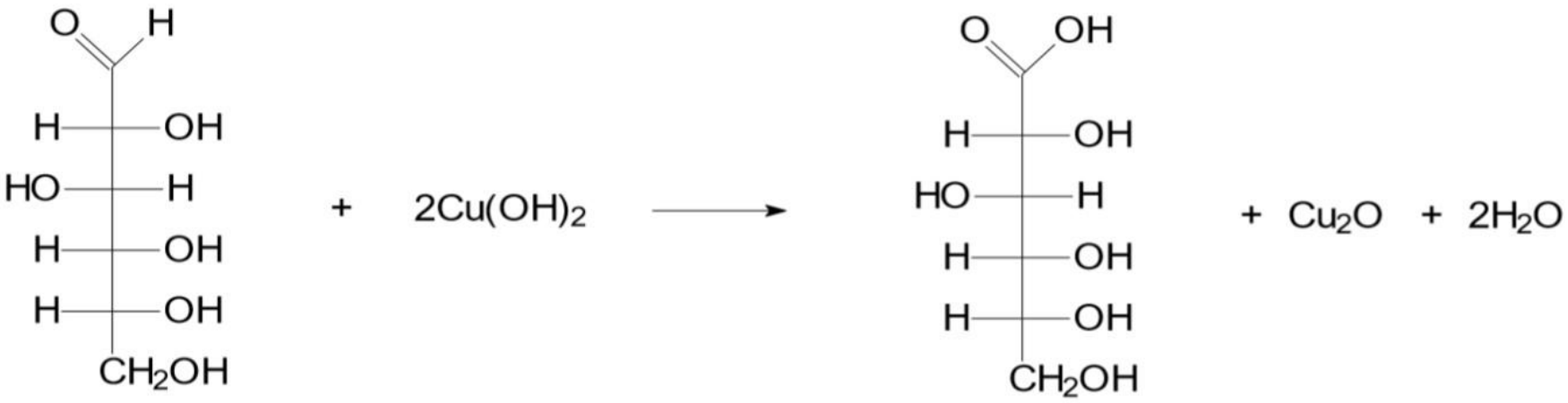
Science and Education Publishing
From Scientific Research to Knowledge

Окрашивание крахмала иодом

Крахмал при этом дает синее окрашивание с амилозой (линейным компонентом крахмала), а с амилопектином и гликогеном – красно-бурое.

Обнаружение моносахаридов. Реакция Троммера.

Моносахариды (глюкоза, галактоза), а также восстанавливающие дисахариды – мальтоза (две глюкозы) и лактоза (две галактозы) – в щелочной среде превращают гидроксид меди (II) (голубой цвет) в оксид меди (I) (красный цвет) за счет восстановительных свойств альдегидной группы.



глюкоза

глюконовая кислота

Обнаружение моносахаридов.

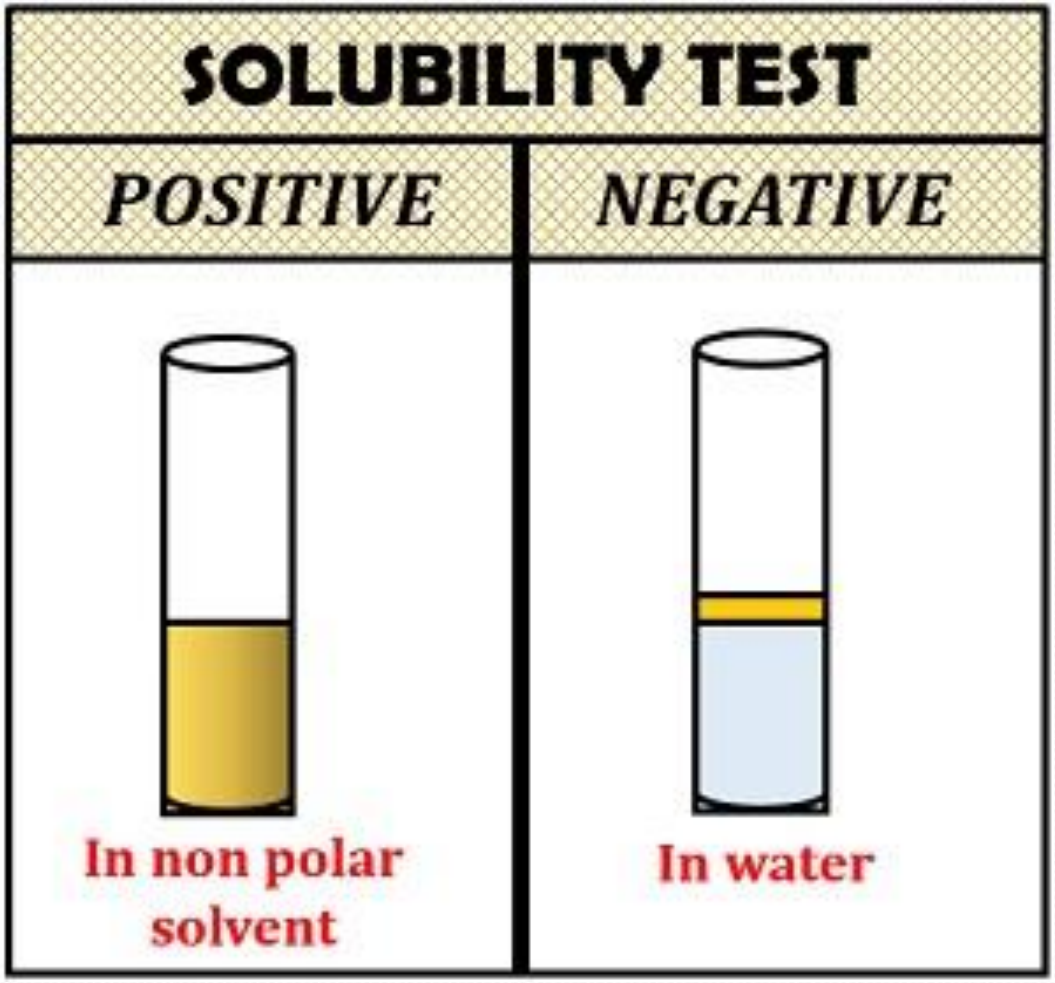
Фруктозу можно обнаружить реакцией Селиванова – эта реакция на фруктозу и другие кетозы, основанная на образовании из них при нагревании с соляной кислотой 5-гидроксиметилфурфурола, который затем образует в реакции с резорцином или α-нафтолом окрашенный продукт конденсации.

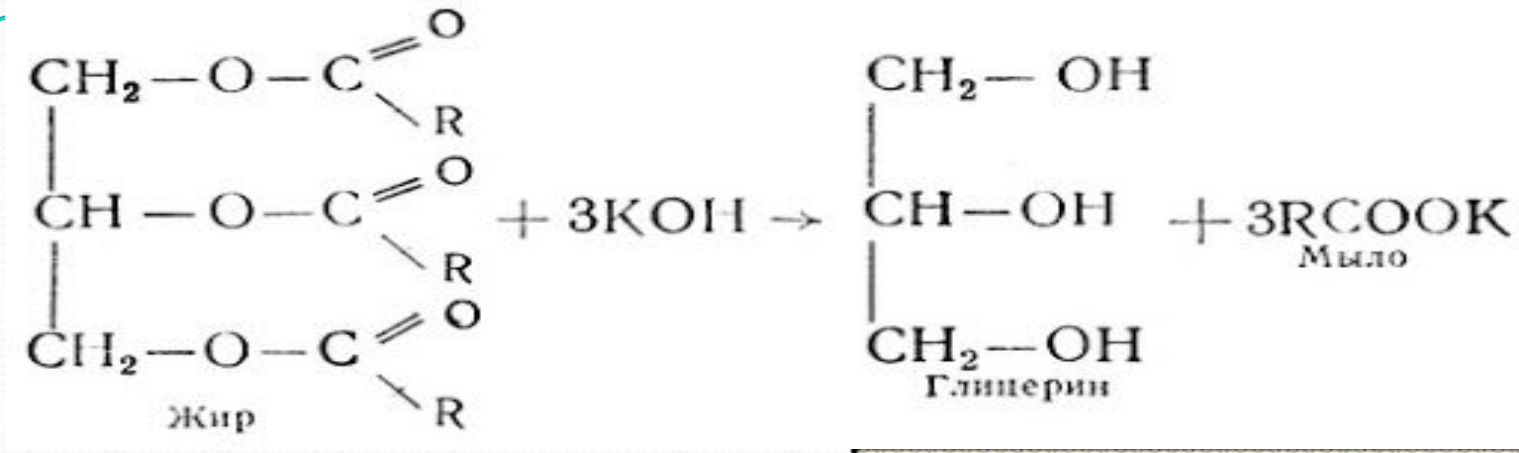
Обнаружение дисахаридов.

Во-первых, в результате гидролиза из дисахаридов образуются соответствующие моносахариды, которые можно обнаружить (гидролизат сахарозы дает положительную пробу Троммера и реакцию Селиванова). Во-вторых, свои качественные реакции. Например, сахароза в щелочной среде с сульфатом кобальта дает комплекс, окрашенный в фиолетовый цвет.

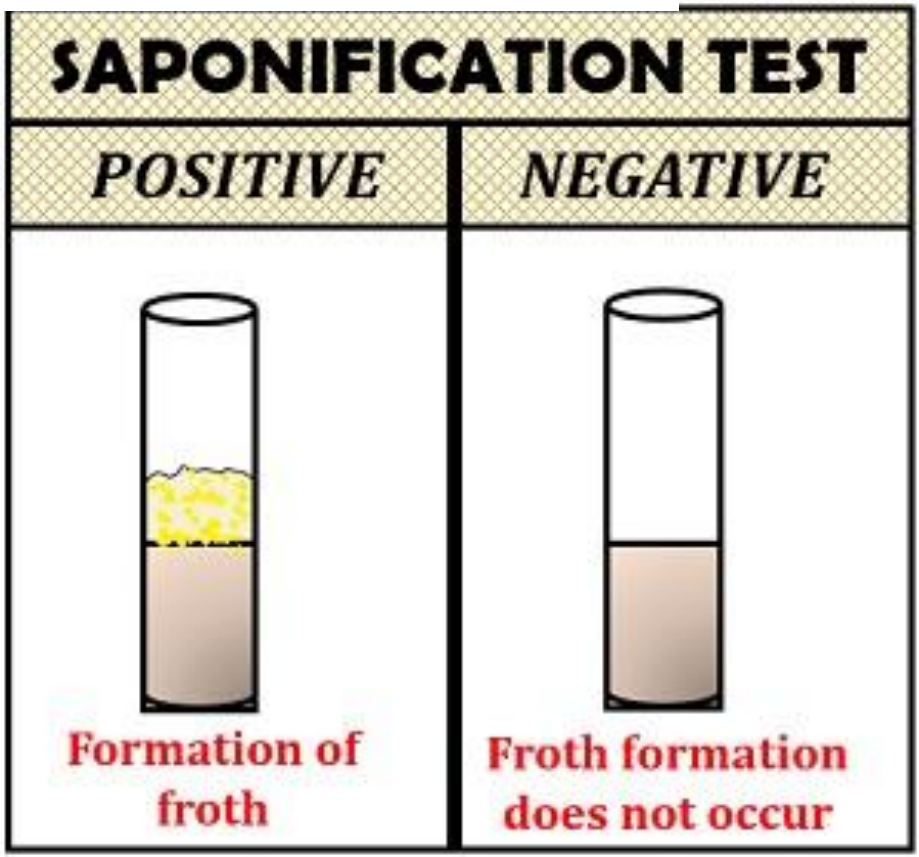
Качественные реакции на липиды

Тест на растворимость

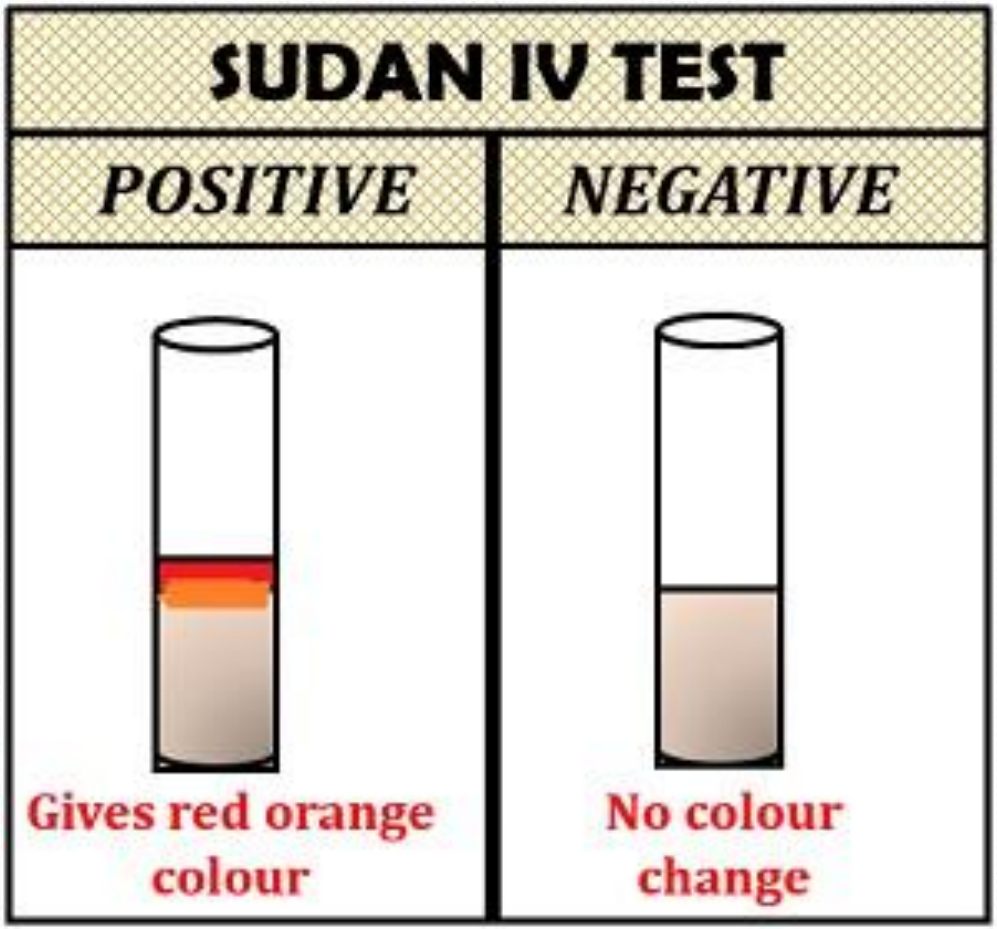




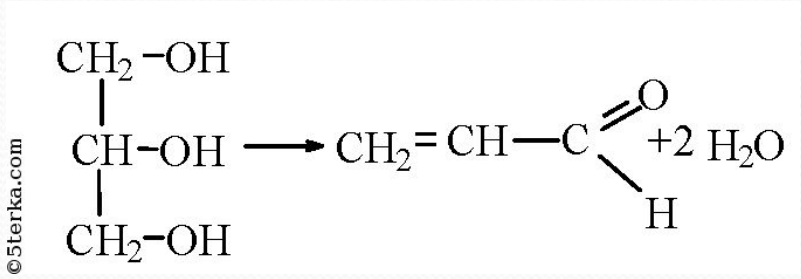
Тест на **омыление** с NaOH или KOH: при нагревании и добавлении этилового спирта появляется пена, образуется мыло (вплоть до затвердевания)

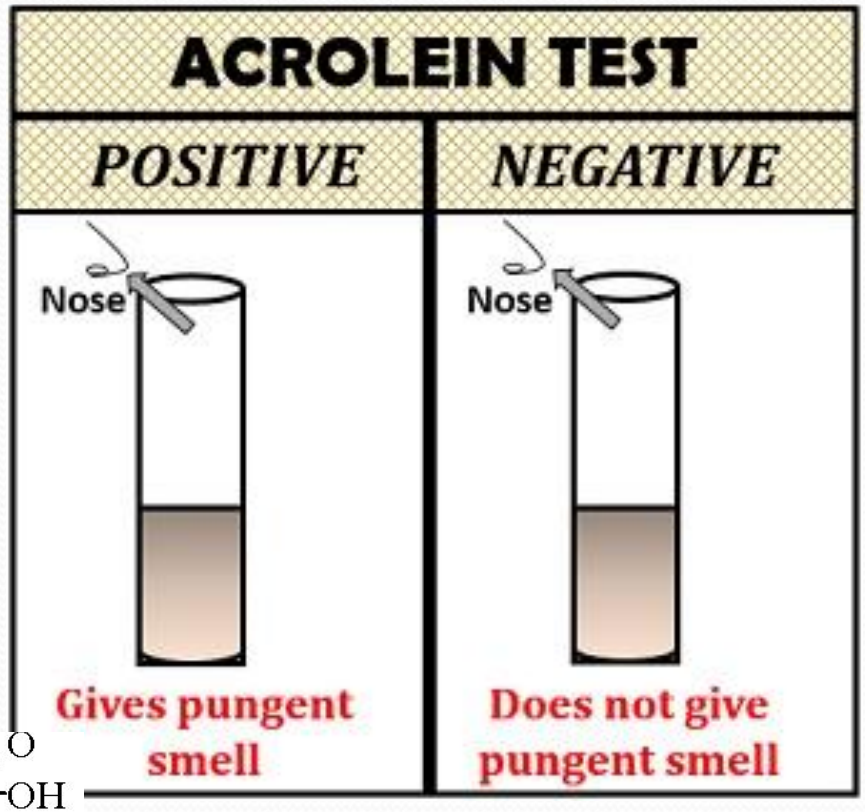


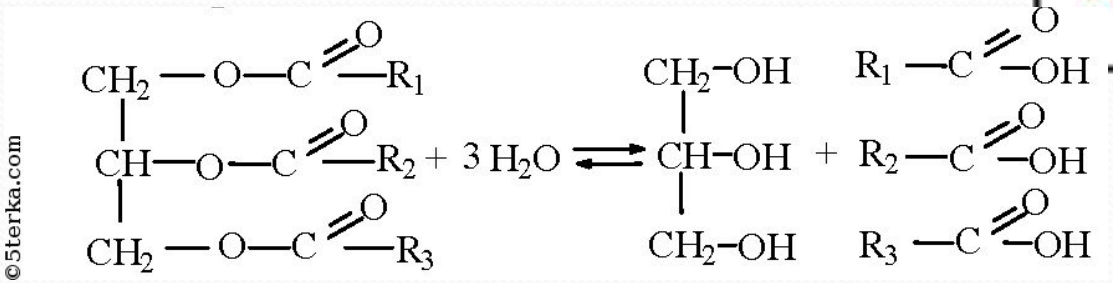
Окрашивание Суданом IV – жирорастворимым красителем



Акролеиновая проба– это дегидратации жиров при помощи $KHSO_4$ при нагревании с образованием акролеина, который имеет специфический запах.





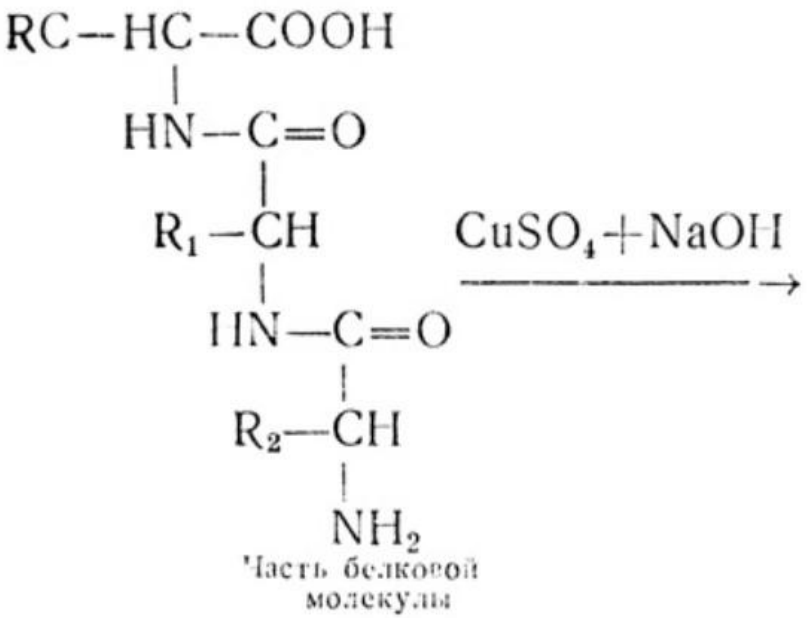


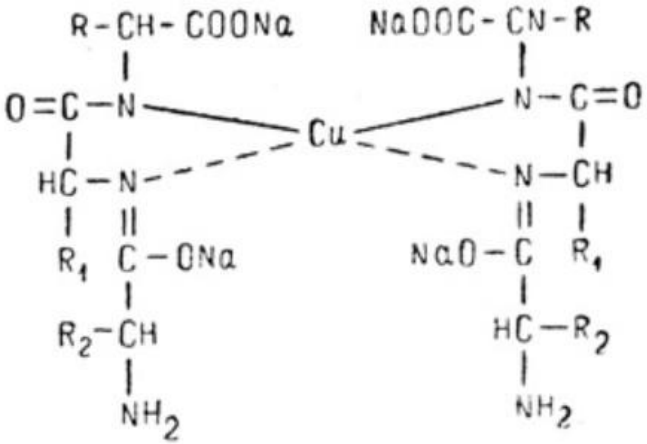
Качественные реакции на белки

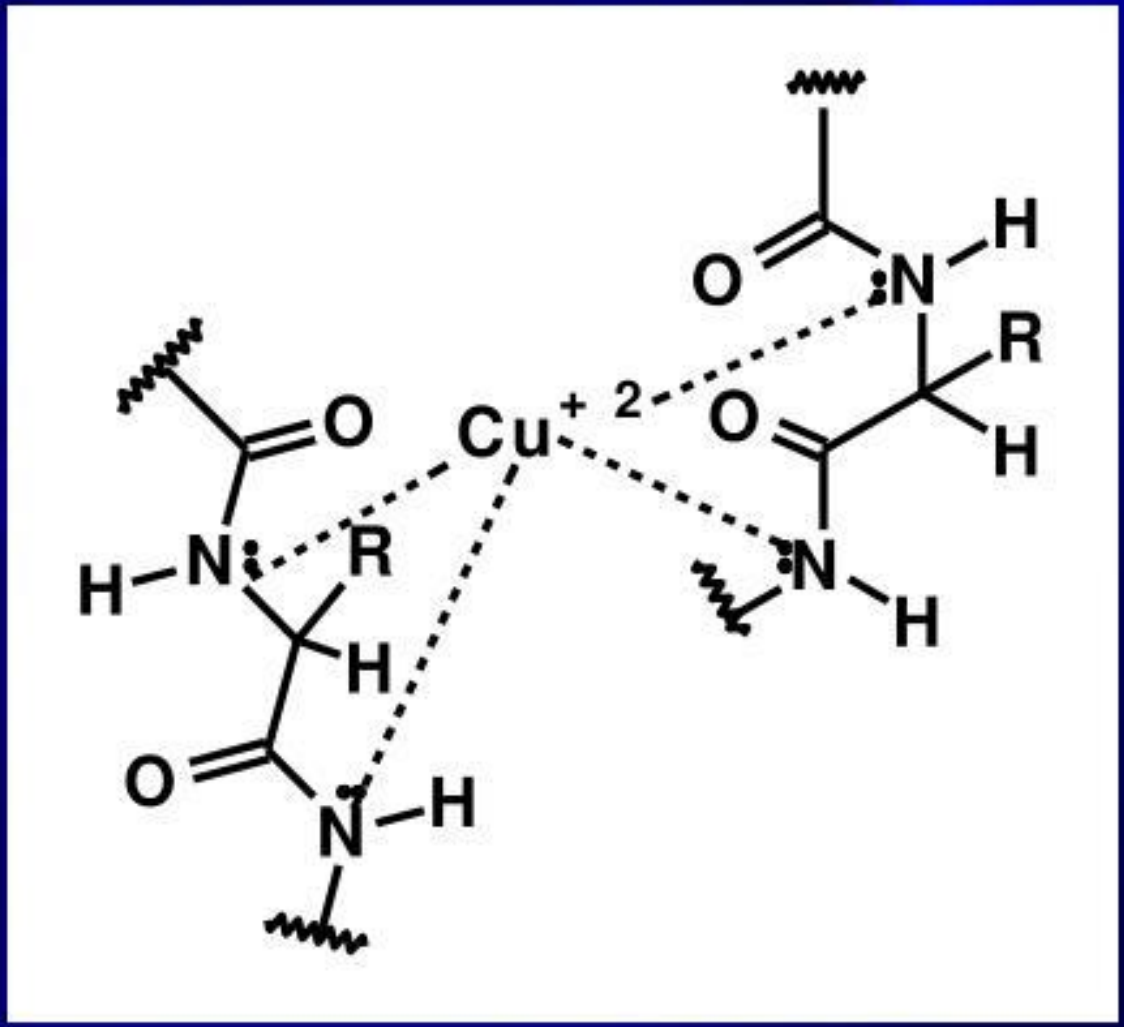
Биуретовая реакция

Наличие в белке повторяющихся пептидных групп подтверждается тем, что белки дают фиолетовое окрашивание при действии небольшого количества раствора медного купороса в присутствии щелочи.

2–3 мл раствора белка нагревают с 2–3 мл 20%-го раствора едкого калия или натра и несколькими каплями раствора медного купороса. Появляется фиолетовое окрашивание вследствие образования комплексных соединений меди с белками.

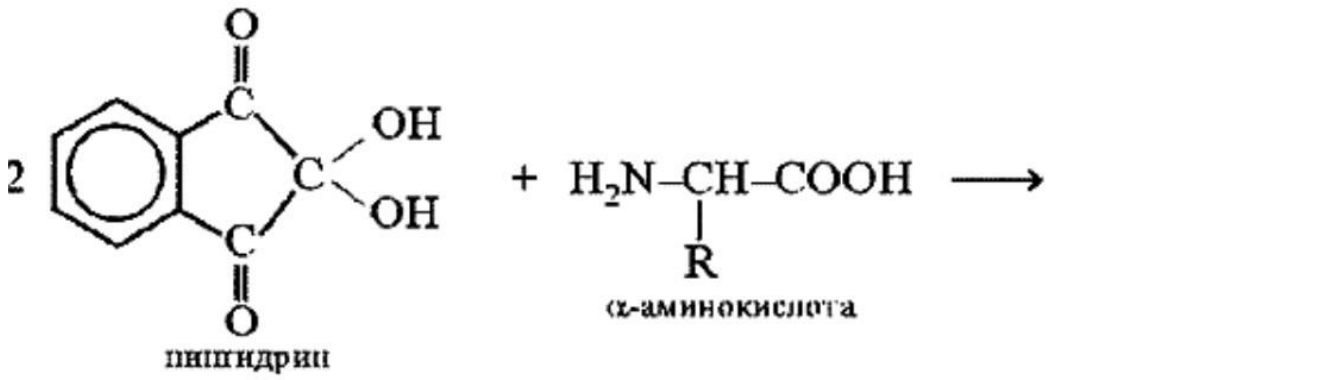


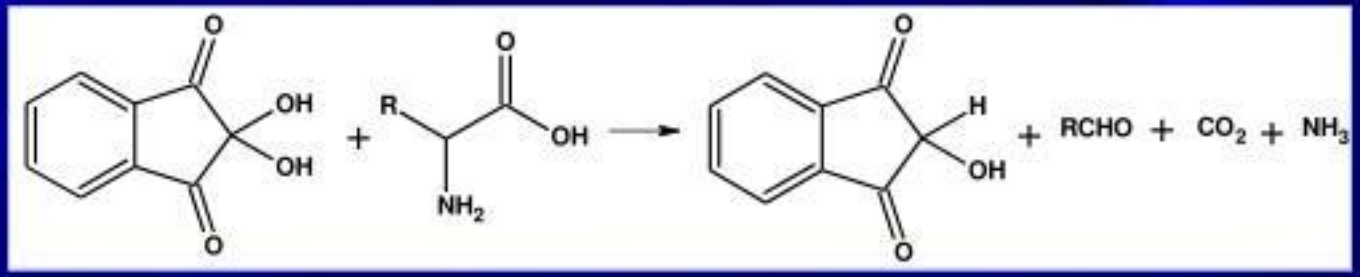


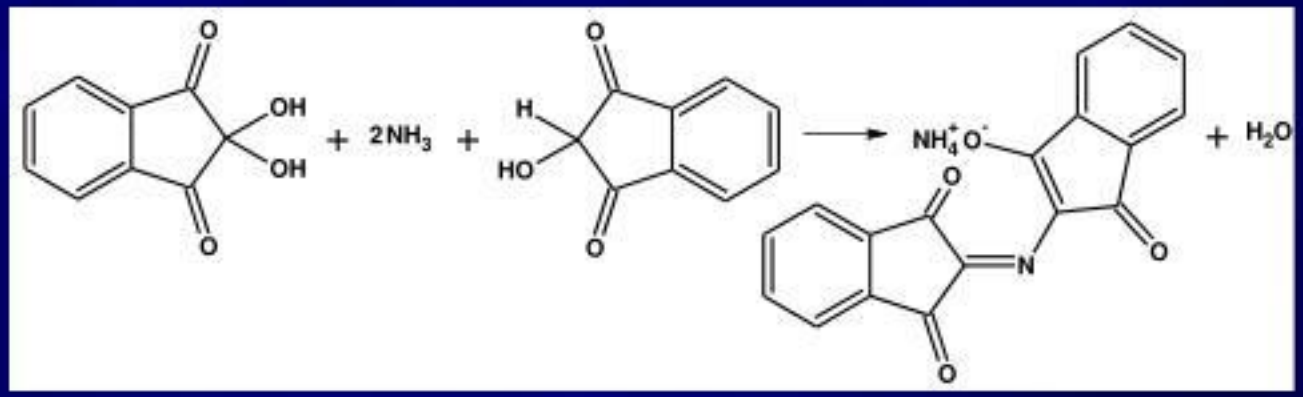

O
N
H
R
H
O
Cu
+ 2
O
H
N
R
H
N
H
O
N
H

Нингидриновая реакция

α-Аминокислоты реагируют с нингидрином, образуя сине-фиолетовый комплекс (пурпур Руэманна), интенсивность окраски которого пропорциональна количеству аминокислот.




O
OH
OH
O
+
R
O
OH
NH2
O
H
OH
O
+ RCHO + CO2 + NH3


O
OH
OH
O
+ 2NH3 +
H
HO
O
O
NH4+O-
O
N
O
O
+ H2O

Реакция Фоля

Это реакция на цистеин. При щелочном гидролизе «слабосвязанная сера» в цистеине достаточно легко отщепляется, в результате чего образуется сероводород, который, реагируя со щелочью, дает сульфиды натрия или калия. При добавлении ацетата свинца(II) образуется осадок сульфида свинца(II) серо-черного цвета.

$$HS{-}CH_2{-}\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}{-}COOH + 2NaOH = HO{-}CH_2{-}\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}{-}COOH + Na_2S + H_2O,$$

цистеин серин

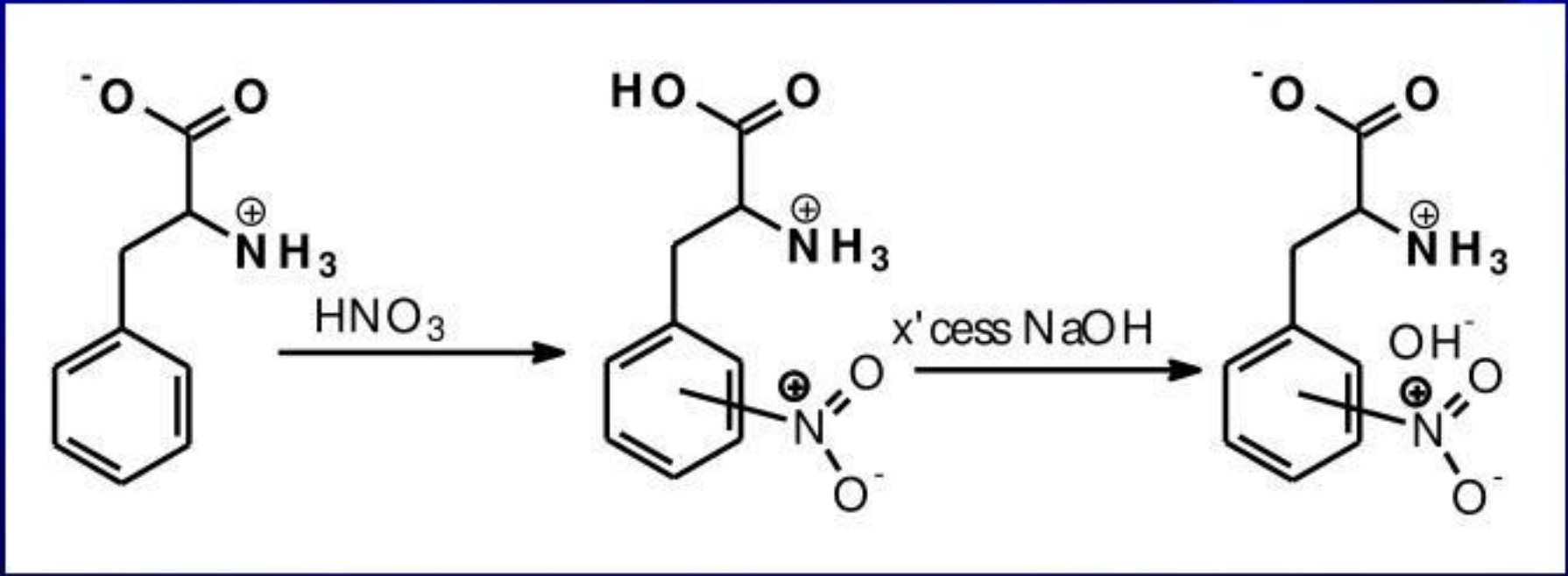
$$Pb(CH_3COO)_2 + 2NaOH = Pb(OH)_2\downarrow + 2CH_3COONa,$$

$$Pb(OH)_2 + 2NaOH = Na_2PbO_2 + 2H_2O,$$

$$Na_2S + Na_2PbO_2 + 2H_2O = PbS\downarrow + 4NaOH.$$

Ксантопротеиновая реакция

Эта реакция используется для обнаружения α-аминокислот, содержащих ароматические радикалы. Тирозин, триптофан, фенилаланин при взаимодействии с концентрированной азотной кислотой образуют нитропроизводные, имеющие желтую окраску.
В щелочной среде нитропроизводные этих α-минокислот дают соли, окрашенные в оранжевый цвет.


HNO3
x'cess NaOH

Качественные реакции на нуклеиновые кислоты

Реакции на нуклеиновые кислоты

Реакции на нуклеиновые кислоты

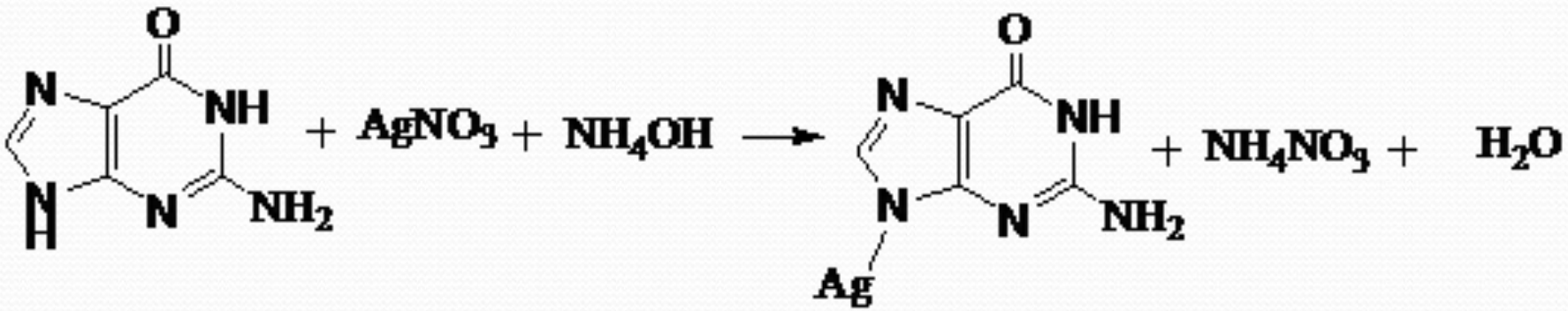
Молибденовая проба на фосфорную кислоту.
К 5 каплям гидролизата добавляют 10 капель молибденового реактива, представляющего собой раствор молибденовокислого аммония в азотной кислоте, и кипятят.
При охлаждении пробирки под струей холодной воды выпадает кристаллический осадок лимонно-желтого цвета, обусловленный образованием фосфорномолибденовокислого аммония.

$$12(NH_4)_2MoO_4 + H_3PO_4 + 21HNO_3 \rightarrow$$
$$\rightarrow 21NH_4NO_3 + (NH_4)_3PO_4 \cdot 12MoO_3 \cdot 6H_2O + 6H_2O$$

Фосфорномолибденовокислый аммоний(лимонно-желтого цвета)

Реакции на нуклеиновые кислоты

Обнаружить в продуктах гидролиза нуклеотидов пуриновые основания можно при помощи «**серебряной пробы**».



гуанин