

# Углеводы

## Часть 3

# НЕСАХАРОПОДОБНЫЕ ПОЛИСАХАРИДЫ. КРАХМАЛ



## СТРОЕНИЕ И СОСТАВ КРАХМАЛЬНОГО ЗЕРНА

**КРАХМАЛ** ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> – гигроскопичен. Это белое, некристаллическое вещество, не сладкое, в воде не растворимо, одно из самых главных запасных питательных веществ растений и животных. Крахмал образуется путем фотосинтеза в зеленых частях растений в виде зерен, имеющих различную форму и строение. Зерна крахмала различных веществ отличаются друг от друга. Величина крахмального зерна является важным технологическим свойством крахмала. Чем выше сорт крахмала, тем крупнее зерно. Зерно крахмала состоит из двух различных полисахаридов: 1. Амилопектин (оболочка зерна). 2. Амилоза (внутренняя часть зерна). Отношение амилопектина к амилозе как 2:1.



Амилопектин – дает клейстер, окрашивает раствор йода в красно-фиолетовый цвет. Это эфир разветвленного строения.

Амилоза – образует коллоидный раствор и окрашивает йод в синий цвет. Это углевод линейного строения.

Общее число глюкозидных остатков в молекуле крахмала может достигать более  $n=6000$  раз. Содержание крахмала в растениях различно:

Картофельные клубни – 20%

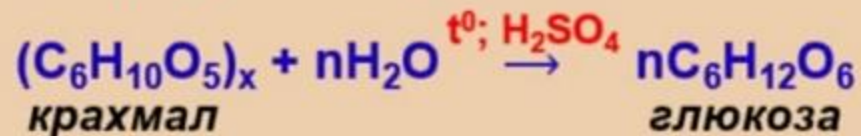


Зерна пшеницы, риса – 70%



# ГИДРОЛИЗ КРАХМАЛА

1. При кипячении крахмала с водой и кислотой происходит расщепление его на более простые углеводы. Конечным продуктом гидролиза является глюкоза.



2. Гидролиз крахмала идет под действием энзимов: диастаз солода и птialiна слюны, которые гидролизуют крахмал до мальтозы, а мальтоза до глюкозы. Крахмал сложный углевод, гидролиз его протекает через ряд промежуточных стадий:

крахмал  $\xrightarrow{\text{синее окрашивание}}$  растворимый крахмал  $\xrightarrow{\text{фиолетовое окрашивание}}$  амилодекстрины  $\xrightarrow{\text{красно-бурое окрашивание}}$  ахродекстрины  $\rightarrow$  эритродекстрины  $\rightarrow$  мальтодекстрины  $\rightarrow$  изомальтоза  $\rightarrow$  мальтоза  $\rightarrow$  глюкоза  
*не окрашены*  $\xrightarrow{\hspace{15em}}$

## ПРИМЕНЕНИЕ

Декстрины образуют с водой клеевидные растворы, на этом основано их широкое применение. Декстрины – вещества, близкие к крахмалу, но молекулы их менее сложные, поэтому они растворимы в воде и легче усваиваются организмом. Образуются декстрины при выпечке хлеба, варке картофеля, поджаривании муки, крупы, при изготовлении конфет.

Гидролиз крахмала осуществляется на практике для приготовления патоки. Для этого крахмал кипятят с раствором  $H_2SO_4$ , которую потом нейтрализуют  $CaCO_3$ . Получается густая смесь, состоящая из декстринов, мальтозы и глюкозы, называемая патокой. Патока применяется при изготовлении конфет, пряников, джемов, варенья.



Декстрины нашли применение при изготовлении клеев, для загустки красок, в ситцепечатании, накрахмаливании белья, в пищевой промышленности (кисели), для предотвращения засахаривания варенья. Крахмал вводится в фарш вареных колбас, увеличивая их влагопоглотительную способность и придавая им сочность. В медицине крахмал используется в порошках, антибиотиках, витаминах. Так же крахмал используется в полиграфии.

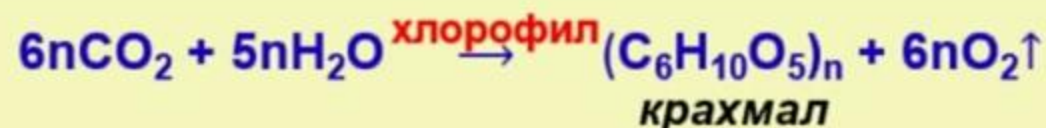
# КЛЕЙСТЕРИЗАЦИЯ КРАХМАЛА

Клейстеризация – это набухание зерен крахмала. В кулинарии наблюдается два вида клейстеризации:



1. **ОГРАНИЧЕННОЕ НАБУХАНИЕ**, частичное, связанное с сохранением структуры зерна крахмала (набухание крупы при варке каши).
2. **ПОЛНОЕ НАБУХАНИЕ**, неограниченное, связанное с полным разрушением первоначальной структуры молекулы крахмала и образованием коллоидного раствора крахмального клейстера.

## ПОЛУЧЕНИЕ КРАХМАЛА ФОТОСИНТЕЗОМ



Растения нашей планеты за год усваивают из атмосферы 300 млрд.т.  $\text{CO}_2$  и в обмен выдают в атмосферу 400 млрд.т.  $\text{O}_2\uparrow$ .

# РОЛЬ ГЛИКОГЕНА В СОЗРЕВАНИИ МЯСА

**ГЛИКОГЕН**  $(C_6H_{10}O_5)_n$  или животный крахмал, содержится во всех животных тканях, особенно много его в печени – до 20% и мышцах – до 4%. Это белый амфорный порошок, растворимый в холодной воде. Молекулы гликогена построены по типу амилопектина. Гликоген является запасным питательным веществом в организме животных и человека. Все процессы жизнедеятельности, в первую очередь мышечная работа, идут при расщеплении гликогена, отдающего сосредоточенную в нем энергию.

После убоя, при созревании мяса, углеводы мяса в результате ферментативного распада переходят в глюкозу, а она в молочную кислоту. Молочная кислота способствует изменению физико-химического состояния белков, увеличивается количество экстрактивных веществ, мясо делается сочным и получает особый аромат. Мясо приобретает слабокислую реакцию. А в кислой среде набухают белки – мясо становится мягче.



**ИНУЛИН**  $(C_6H_{10}O_5)_n$  - содержится в корнях георгин, цикория, земляной груши (топинамбур), является запасным полисахаридом растений. Инулин построен из остатков *D*-фруктозы, представляет собой белый порошок, плохо растворимый в холодной воде и хорошо в горячей. Раствор инулина с йодом не окрашивается.

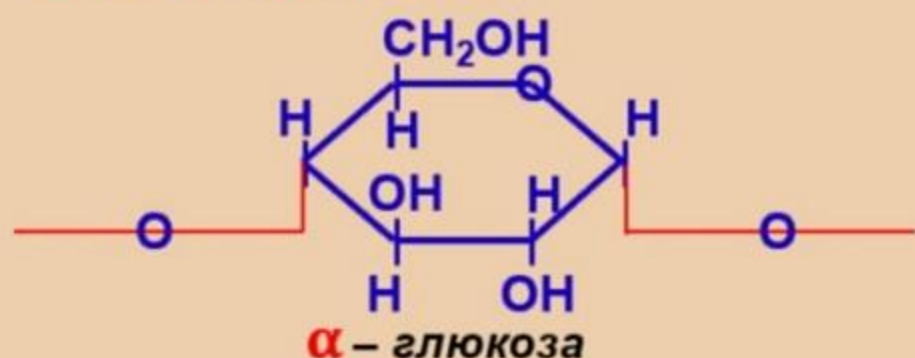


# НЕСАХАРОПОДОБНЫЙ ПОЛИСАХАРИД КЛЕТЧАТКА или ЦЕЛЛЮЛОЗА



## КРАХМАЛ

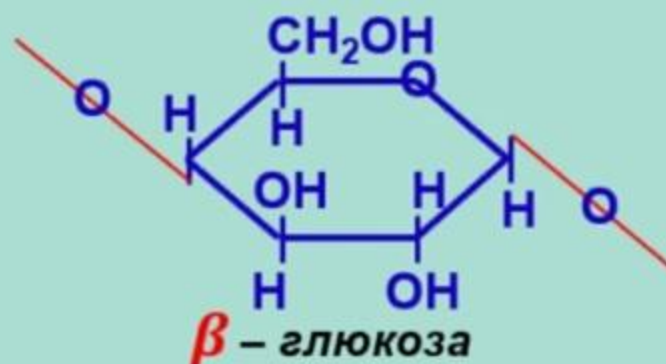
1.  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$   $n=6000$  раз.
2. У крахмала линейная и разветвленная структура.
3. Крахмал – питательное вещество.
4. Остаток крахмала.



5. Зерна.

## КЛЕТЧАТКА

1.  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$   $n=$  от 6000 до 12000 раз.
2. У клетчатки только линейная структура.
3. Клетчатка – не питательное вещество.
4. Остаток клетчатки.



5. Волокнистое вещество, так как макромолекулы ориентированы вдоль оси волокна.



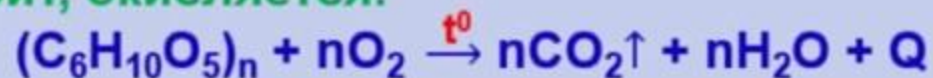
# ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЛЕТЧАТКИ

1. Клетчатка механически прочна на разрыв, так как межмолекулярные силы обуславливают ее механическую прочность.
2. Клетчатка не растворима в воде,  $C_2H_5OH$ , эфире, кислотах.
3. Клетчатка не имеет вкуса, цвета и запаха.
4. Растворяется в реактиве Швейцера ( $[Cu(NH_3)_4]OH$ )<sub>2</sub> – медноаммиачный шелк) и в растворе хлористого цинка  $HCl + ZnCl_2$ .
5. Растворяется в концентрированной  $H_2SO_4$ .
6. Набухает в  $NaOH$ , превращаясь в алкалицеллюлозу. Это применяется при получении вискозы (искусственное волокно и целлофан).
7. Организмом человека клетчатка не переваривается, но способствует перистальтике кишечника.

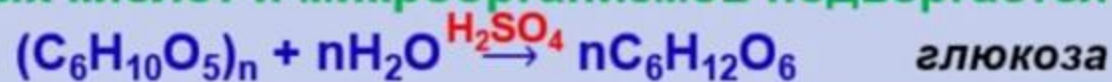


# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЛЕТЧАТКИ

1. Клетчатка хорошо горит, окисляется.



2. Под влиянием сильных кислот и микроорганизмов подвергается гидролизу.



3. При непродолжительном действии концентрированных кислот, образуется амилоид, используемый для производства пергамента, при более продолжительном действии образуется гидроцеллюлоза.



4. В 1899 году в Архангельске были поставлены первые гидролизные установки. При гидролизе клетчатки образуются следующие вещества:

1.  $C_2H_5OH$  – этиловый спирт.

5. Кормовые дрожжи.

2. Глицерин.

6.  $CO_2$  - твердая.

3. Фурфурол.

7. Органические кислоты.

4. Глюкоза.

8. Лигнин.

Из 1 тонны сухих древесных опилок можно получить:

$C_2H_5OH$  – 150–160 л

Кормовых дрожжей – 30-40 кг

Жидкой  $CO_2$  - 25-30 кг

Фурфурола – 4-7 кг.



# НИТРОВАНИЕ

НИТРОВАНИЕ – это получение простых эфиров.

Реакция этерификации.



## ПРИМЕНЕНИЕ НИТРОКЛЕТЧАТКИ

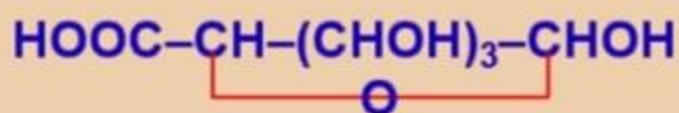
1. Азот 13-13,6% → пироксилин (взрывчатое вещество).
2. Азот 11-12% → коллоксилин.
3. Коллоксилин +  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  + эфир → коллоидный медицинский клей.
4. Коллоксилин +  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$  + камфора + ацетон →
  - киноплёнка
  - нитролаки
  - нитрозмали
  - нитроклей
5. Коллоксилин +  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  + камфора → целлюлоид (Первую пластмассу открыл американец Хайат в 1869 году).



# ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗА И ПЕКТИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА

**ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗА** состоит из гексозы  $(C_6H_{10}O_5)_n$  и пентозы  $(C_5H_8O_4)_n$ . При гидролизе гемицеллюлозы получают: **ГЕКСОЗЫ** - глюкоза, галактоза, фруктоза, и **ПЕНТОЗЫ** – ксилоза и арабиноза. **ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗА** находится в клетках листьев. Состоит из гексозанов и пентазанов.

**ПЕКТИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА** или растительные слизи содержатся в соке растений и их плодов (яблоки, груши, айва, смородина, крыжовник, земляника и другие) и в некоторых корнеплодах (свекла, морковь). Пектиновые вещества близки к пентозанам и образуют с белками соединения. Это аморфные порошки, которые в присутствии органических кислот и сахарозы образуют студни. Пектиновые вещества в плодах содержатся в виде солей Mg и Ca полигалактуроновой кислоты (это продукт окисления галактозы).



Пектиновые вещества добавляют в джемы, желе, пастилу, мармелад, конфеты. Разрушение солей полигалактуроновой кислоты под действием неорганических кислот, при варке варенья, джемов, это и есть переход протопектина в пектин. При этом растительные клетки размягчаются и ягоды в варенье делаются мягче, чем сырые.



*К пектиновым веществам относятся:*

- 1. ПЕКТИНОВАЯ КИСЛОТА**, которая построена из остатков Д-галактуроновой кислоты, являющейся основой всех пектиновых веществ.
- 2. ПЕКТАТЫ** – соли этой кислоты, соли пектинов.
- 3. ПЕКТИНЫ** – нерастворимые в воде. В растворах пектиновые вещества присутствуют в виде протопектина, содержатся в стенках клеток растений.
- 4. ПЕКТИНОВЫЕ ФЕРМЕНТЫ** встречаются в микроорганизмах и в растениях. Используются для осветления фруктовых соков.

