

Министерство образования и науки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»

Е.Л. Гаврилова, Н.И. Шаталова,
М.Н. Сайфутдинова, П.А. Гуревич

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА
ПРОИЗВОДСТВА АЛКОГОЛЬСОДЕРЖАЩЕЙ
ПРОДУКЦИИ**

Учебное пособие

Казань
Издательство КНИТУ
2013

УДК 54.058; 54.066; 542.06; 547.913; 663.55; 663.551.7 (075)
ББК 36.87:24.5я7

Гаврилова Е. Л.

Физико-химические методы анализа производства алкогольсодержащей продукции : учебное пособие / Е. Л. Гаврилова. [и др.]; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2013. – 128 с.

ISBN 978-5-7882-1540-2

Рассмотрены методы очистки и анализа как сырья, так и алкогольсодержащей продукции.

Предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 260100.62 «Продукты питания из растительного сырья», профиль «Технология бродильных производств и виноделия» и для специалистов, обучающихся по направлению подготовки 260204.65 «Технология бродильных производств и виноделие» в рамках освоения дисциплины «Химия отрасли».

Подготовлено на кафедре органической химии КНИТУ.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского национального исследовательского технологического университета

Под редакцией проф. М. К. Герасимова

Рецензенты: нач. отд. контроля качества товаров народного потребления Госалкогольинспекции РТ *Н. Н. Сарварова*
д-р хим.наук зав. лаб. элементоорганического синтеза ИОФХ КНЦ РАН *А. Р. Бурилов*

ISBN 978-5-7882-1540-2

© Гаврилова Е. Л., Шаталова Н. И.,
Сайфутдинова М. Н., Гуревич П. А., 2013
© Казанский национальный исследовательский
технологический университет, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	стр. 4
Лабораторная работа № 1 СПИРТОВОЕ БРОЖЕНИЕ	5
Лабораторная работа № 2 ОЧИСТКА ЭТИЛОВОГО СПИРТА ОТ ПРИМЕСЕЙ МЕТОДОМ ПРОСТОЙ ПЕРЕГОНКИ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ	18
Лабораторная работа № 3 РАЗДЕЛЕНИЕ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СМЕСИ МЕТОДОМ РЕКТИФИКАЦИИ	26
Лабораторная работа № 4 ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЭФИРНОГО МАСЛА ИЗ АПЕЛЬСИНОВЫХ И МАНДАРИНОВЫХ КОРОК МЕТОДОМ ПЕРЕГОНКИ С ВОДЯНЫМ ПАРОМ	34
Лабораторная работа № 5 СИВУШНЫЕ МАСЛА. ОБЛАГОРАЖИВАНИЕ И РАЗДЕЛЕНИЕ	55
Лабораторная работа № 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВИНА	69
Приложение к лабораторной работе № 6	99

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим элементом в решении задачи выпуска продукции высокого качества является теххимический контроль производства, заключающийся в проверке исходного сырья и материалов при поступлении на производство, в период хранения и переработки, а также в оценке качества готовой продукции.

Теххимический контроль направлен на улучшение качества продукции, внедрение рациональных технологий, соблюдение норм расхода сырья и материалов, снижение их потерь.

Данное учебное пособие является не только руководством для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Химия отрасли», но и позволяет получить теоретические знания и приобрести практические навыки в проведении необходимых анализов по контролю производства.

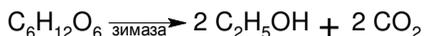
Учебное пособие включает 6 лабораторных работ. В начале каждой лабораторной работы дается введение, в котором поясняется сущность данной работы, а также излагаются основные теоретические положения, необходимые для ее выполнения. Приводится цель работы, необходимое оборудование и реактивы, методика проведения работы и контрольные вопросы.

Лабораторная работа № 1

СПИРТОВОЕ БРОЖЕНИЕ

Теоретическое обоснование

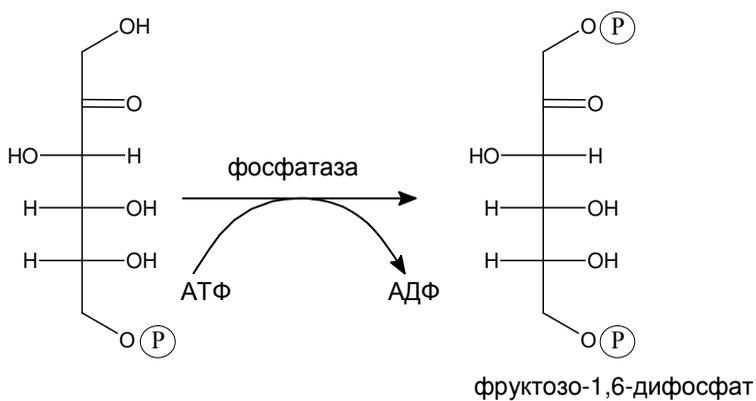
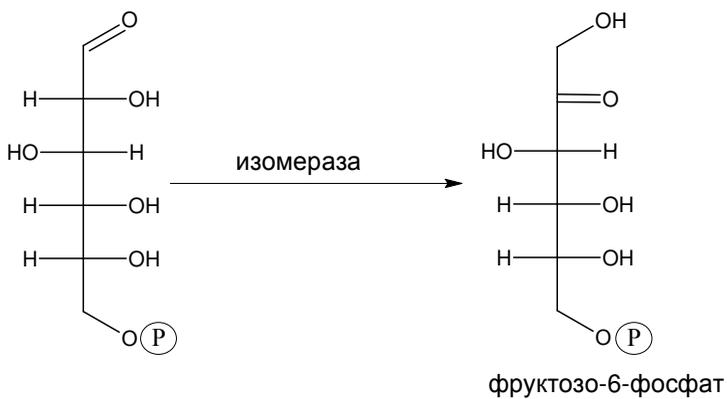
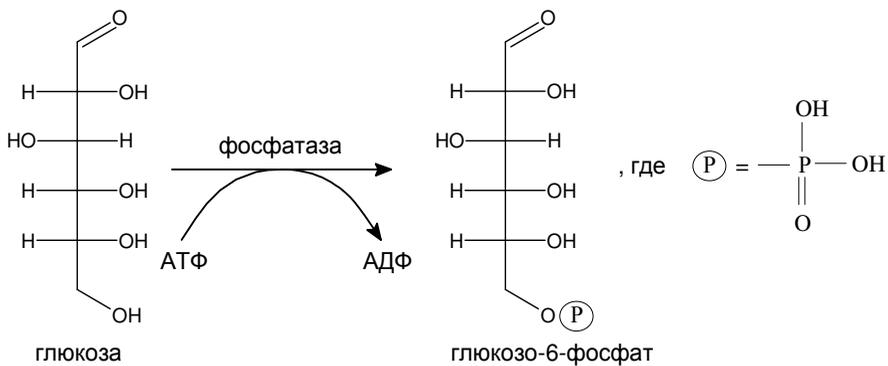
Брожением называют расщепление молекул сахаров с выделением диоксида углерода под влиянием комплекса водорастворимых ферментов (зимазы), содержащихся в дрожжах. Существуют различные виды брожения, наиболее известный вид – *спиртовое брожение*. Брожению подвергаются природные гексозы (глюкоза, фруктоза) и, после предварительного гидролиза, мальтоза и сахароза. Итоговое уравнение спиртового брожения имеет следующий вид

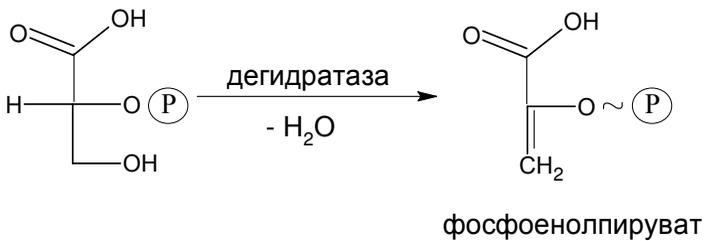
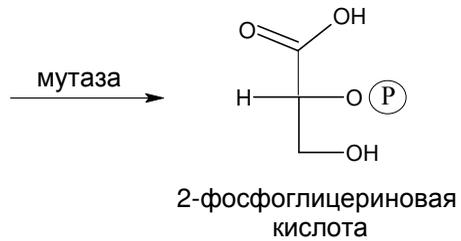
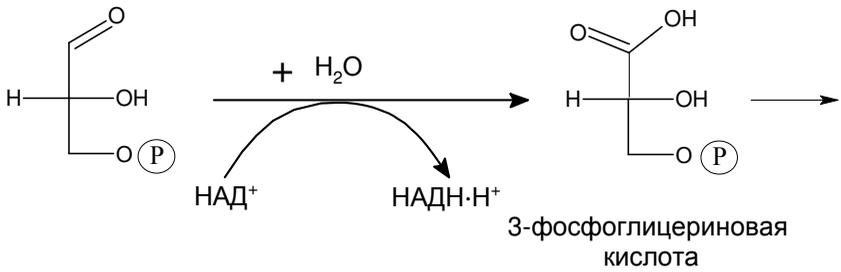
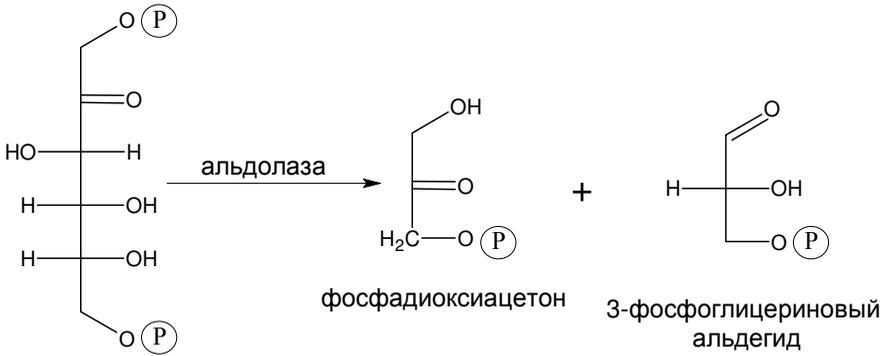


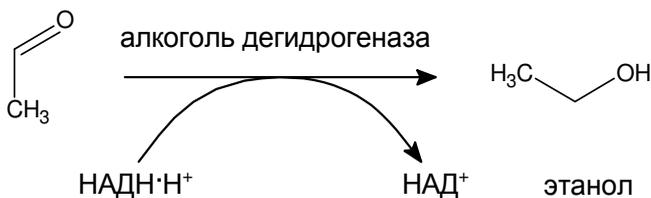
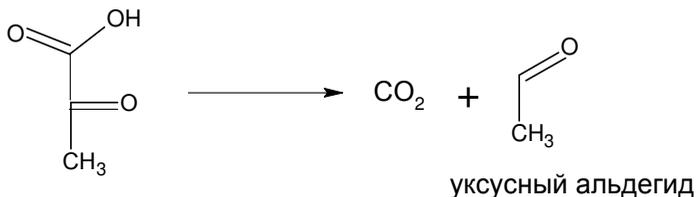
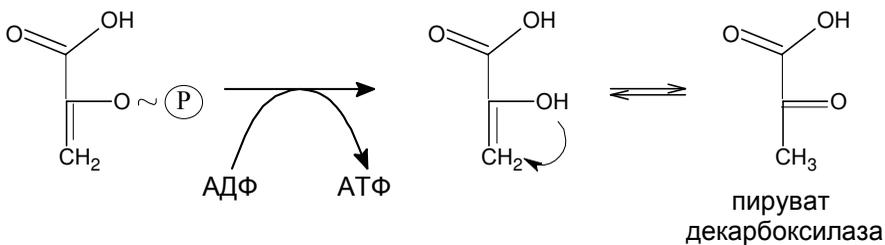
Процесс спиртового брожения лежит в основе виноделия. Брожению подвергают виноградные и фруктово-ягодные сахаросодержащие соки. В результате брожения получают раствор этилового спирта (вино, брага) с концентрацией 10-12 %, более высокая концентрация этилового спирта затормаживает действие фермента.

Для промышленного производства этанола используют более крупные и дешевые источники сахаристых веществ – крахмал (из картофеля, кукурузы, других злаков), клетчатку, сахарную мелассу. Крахмал нагревают с водой под давлением в автоклаве при температуре выше 100⁰С. При этом получается клейстерообразная масса, которую подвергают осахариванию (*ферментативному гидролизу*) под действием солода или специальных микроорганизмов. *Солод* – это измельченные проросшие зерна ячменя, накопившие ферменты (диастазу). Клейстер осахаривается диастазой в мальтозу, после чего осуществляют процесс брожения. Полученную водно-спиртовую смесь подвергают перегонке (ректификации), получая этиловый спирт необходимой концентрации. Этиловый спирт, произведенный сбраживанием продуктов гидролиза крахмала, используется в пищевых и медицинских целях; этиловый спирт, произведенный сбраживанием продуктов гидролиза целлюлозы, – в технических целях.

Спиртовое брожение углеводов – многостадийный биохимический процесс ферментативной деградации, который может быть представлен следующей несколько упрощенной схемой:







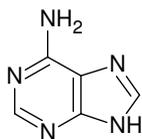
Пояснение к схеме спиртового брожения

Для понимания механизма спиртового брожения необходимо рассмотреть строение и роль ряда биомолекул, участвующих в этих превращениях.

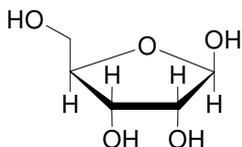
Строение и роль АДФ и АТФ

Аденозинтрифосфат (АТФ) играет чрезвычайно важную роль в процессах обмена веществ, то есть во всех процессах жизнедеятельности любых живых организмов. АТФ играет роль запасного энергетического материала, подающего энергию для всех биохимических реакций, нуждающихся в этом.

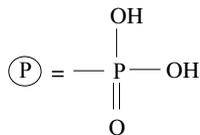
Составные части АТФ



аденин

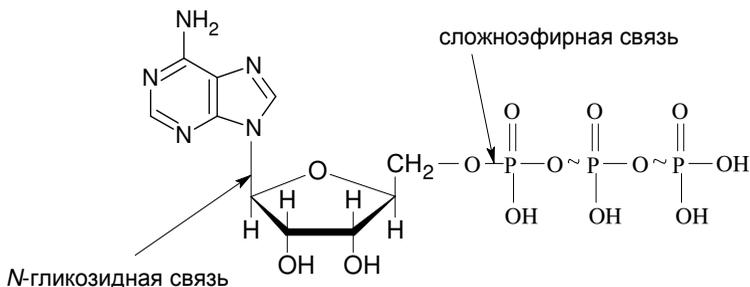


β , Д - рибофураноза



остаток фосфорной кислоты

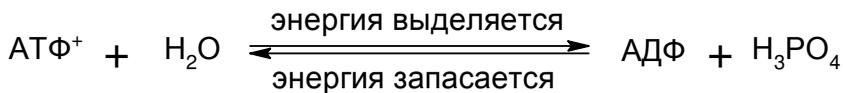
В молекуле АТФ для связывания трех структурных компонентов используются сложноэфирная и *N*-гликозидная связь



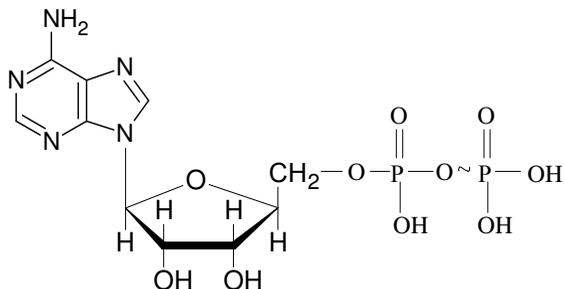
Молекула АТФ содержит две макроэргические связи. *Макроэргические соединения* (от греч. *μάκρος* (*макрос*) – большой, длинный, и *ergon* – деятельность, работа) – органические соединения живых клеток, содержащие богатые энергией, или макроэргические, связи (обозначаются волнистой линией); образуются в результате фотосинтеза, хемосинтеза и биологического окисления.

К макроэргическим соединениям относятся аденозинтрифосфорная кислота и другие вещества, распад которых сопровождается освобождением свободной энергии, используемой клетками для осуществления биосинтеза необходимых веществ, различных видов работы и т.п.

Аденозинтрифосфат участвует в процессах фосфорилирования, при этом происходит гидролиз одной макроэргической связи с выделением значительного количества энергии и образованием аденозиндифосфата



Строение аденозиндифосфата



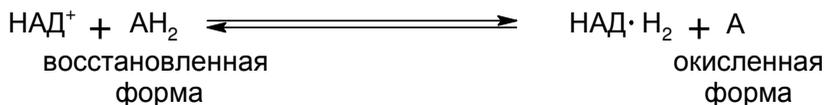
Молекула АДФ содержит одну макроэргическую связь.

Строение и роль НАД⁺ и НАД·Н₂

Молекулы никотинамидадениндинуклеотида (НАД⁺) и его восстановленной формы НАД·Н₂ (точнее НАДН·Н⁺) участвуют в окислительно-восстановительных реакциях, протекающих в живых организмах.

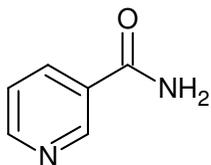
Присоединяя к себе водород, молекулы НАД⁺ окисляют биомолекулу, отщепляя водород, – восстанавливают биомолекулу.

Схема процесса окисления-восстановления

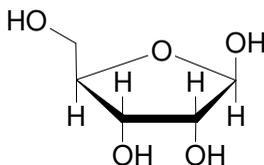


А - биомолекула

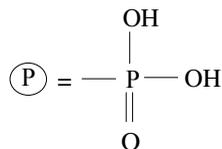
Составные части молекулы НАД⁺



амид
никотиновой кислоты

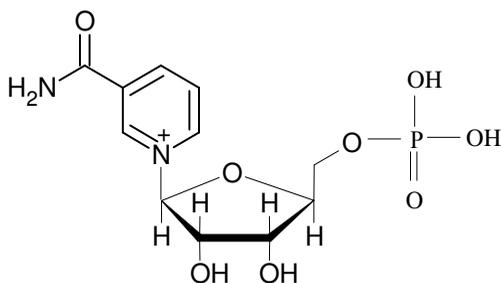


β, D - рибофураноза

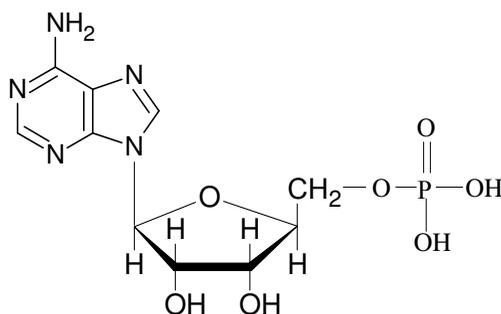


остаток
фосфорной кислоты

Строение I-го нуклеотида

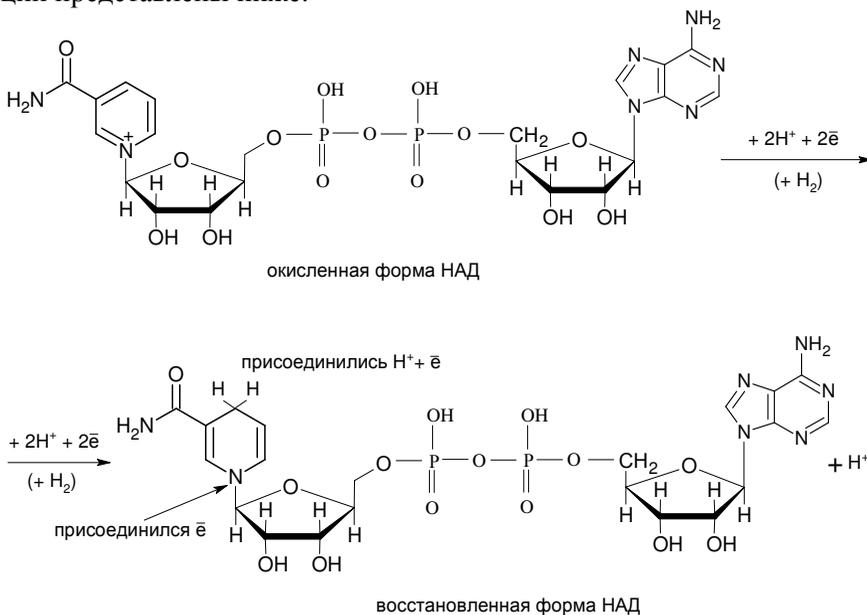


Строение II-го нуклеотида рассмотрено ранее, так как он входит в состав молекулы АТФ



аденозинмонофосфат АМФ

Строение НАД^+ (окисленная форма), $\text{НАД}\cdot\text{H}_2$ (восстановленная форма), а также механизм окислительно-восстановительной реакции представлены ниже.



Молекулы НАД^+ и $\text{НАД}\cdot\text{H}_2$ являются *коферментами* (или *коэнзимами* – малыми молекулами небелковой природы, специфически соединяющимися с соответствующими белками), играющими роль активного центра окислительно-восстановительных ферментов.

Учебные вопросы

1. Какую роль играет фосфадигидроксиацетон?
2. Во что может превратиться пировиноградная кислота, если в помещении, где проводится брожение, плохие санитарные условия?

Меры предосторожности и правила техники безопасности

1. С кислотами и концентрированными растворами щелочей необходимо работать в вытяжном шкафу, используя средства индивидуальной защиты (халат, очки, перчатки).