



Изучение кинетики реакции  
окисления моносахаридов  
перманганатом калия

Назарова Мария  
Александровна

8 класс, ГБОУ СО «Гимназия  
№ 1 (Базовая школа РАН)», г.  
Самара, Россия

Научный руководитель:  
Бурундукова Гузель  
Усмановна, ГБОУ СО  
«Гимназия № 1 (Базовая школа  
РАН)», учитель химии

# Окисление углеводов

Углеводы являются важным компонентом клеток, и, как следствие, тканей всех живых организмов, составляя по сухой массе основную часть органического вещества на Земле.



Аэробное окисление углеводов является основным путем образования энергии в организме. Аэробное окисление происходит под действием окислителя – кислорода. Помимо кислорода окисление сахаров может осуществляться под действием и других окислителей.



International Journal of Physical Sciences Vol. 4 (5), pp. 471-476, September, 2009  
Available online at <http://www.academicjournals.org/IJPS>  
ISSN 1992 - 1960 © 2009 Academic Journals

Full Length Research Paper

## Kinetics and mechanism of oxidation of sugar and sugar alcohols by $\text{KMnO}_4$

H. K. Okoro\* and E. O. Odebumi

Chemistry Department, University of Ilorin, P.M.B 1515, Ilorin, Nigeria.

Accepted 19 May 2009

The kinetics of carbonate sugars and sugar alcohols by potassium permanganate in oxidation hydrogen / NaOH buffer have been investigated spectrophotometrically under pseudo-first order conditions and over a wide range of experimental conditions. Each reaction is first order with respect to the substrate and oxidant. The kinetic data for the oxidation by alkaline  $\text{KMnO}_4$  solution reveal that pseudo-first order rate constants increased as the pH, ionic strengths, temperature as well as the  $\text{KMnO}_4$  concentration increased. The rate constants also increase with increase in sugar concentration with the exception of sorbitol which its rate constants decreased with increase in sugar concentration. The mechanisms were found to proceed through the formation of enediol intermediate complex. The order of reactivities of sugar and sugar alcohols was sucrose > maltose > sorbitol > glucose-mannitol > fructose. The Arrhenius activation energy and other dynamic activation parameter are reported.

**Keywords:**  $\text{KMnO}_4$ , (Potassium permanganate), pseudo-first order ( $K_{\text{obs}}$ ), activation, oxidation, reactivities, mechanism.

### INTRODUCTION

Carbohydrate are a major source of energy for living organisms and the understanding of the oxidation of sugars is therefore of immense importance (Pigman and Horton, 1972). The oxidation of sugars especially the mono and D-Saccharides have been the subject of extensive research and several reviews already exist on it (Evans, 1929; Pigman and Horton, 1960). Sugar oxidation occurs under different conditions of pH, temperature and ionic strength giving product that depend on the reactions used (Gupta et al., 1963). The kinetics and mechanism of oxidation of monosaccharides and disaccharides have been studied in both acidic and alkaline media, employing different transition metal ions, inorganic acids, complex ions and hydrogen peroxide as oxidants. The results showed that the mechanism may depend on the nature of the substrates, in some cases it involves the formation of intermediate complex, free radical or transition states (Gupta and Basu, 1979).

Earlier the oxidation of sugars and sugar alcohols with various oxidant and catalysed by acids have been reported (Gupta and Basu, 1979; Norman, 1987; Gupta et al., 1961).

Most of the studies carried out in perchloric acid media reported that the reaction was acid catalysed. (Shukla and Kesaryani, 1984; Moore, 1972). Compared to studies on the oxidation of sugars, the oxidation of sugar alcohols has received little attention. This paper describes the kinetics and mechanism of oxidation of sugars and sugar alcohols. We want to compare the reactivities of both sugars and sugar alcohols, their rates of oxidation and to establish the reaction pathways for the oxidation reaction.

### MATERIALS AND METHODS

#### Chemical reagents

The chemical reagents used in this study were obtained from Aldrich chemical company. They were of analytical grade and used without further purification. Stock solutions of D-glucose, D-fructose, D-maltose, D-sucrose, D-mannitol, D-sorbitol, potassium permanganate in distilled water. Fresh solution of buffer was also prepared.

\*Corresponding author. E-mail: okorow@yafo.com, Tel: 08060645176.

Okoro H.K., Odebumi E.O. // *Int. J. Phys. Sci.* 2009. V. 4. № 9. P. 471-476.

# Актуальность, цель, задачи, научная новизна и практическая значимость



**Актуальность работы** заключается в исследовании кинетики реакции окисления моносахаридов перманганатом калия в кислой среде.

**Объект исследования:** моносахариды.

**Предмет исследования:** глюкоза и фруктоза.

**Целью работы** является изучение кинетики реакций окисления глюкозы и фруктозы перманганатом калия в кислой среде в присутствии постороннего электролита нитрата калия.

**Задачами данной работы** являлись:

1. Анализ научной литературы по данной проблеме;
2. Подбор концентраций реагирующих веществ для создания условий псевдопервого порядка.
3. Проведение спектрофотометрического анализа реакции.
4. Обработка полученных данных.

**Научная новизна:** в данной работе впервые была изучена кинетика реакции окисления глюкозы и фруктозы перманганатом калия в кислой среде.

**Практическая ценность:** Полученные данные могут быть использованы в органическом синтезе с целью оптимизации процессов окисления при помощи перманганата калия.

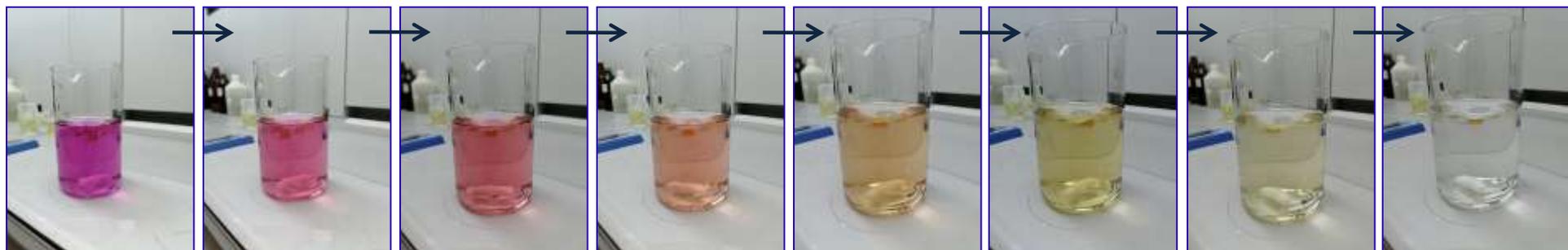


# Методика эксперимента



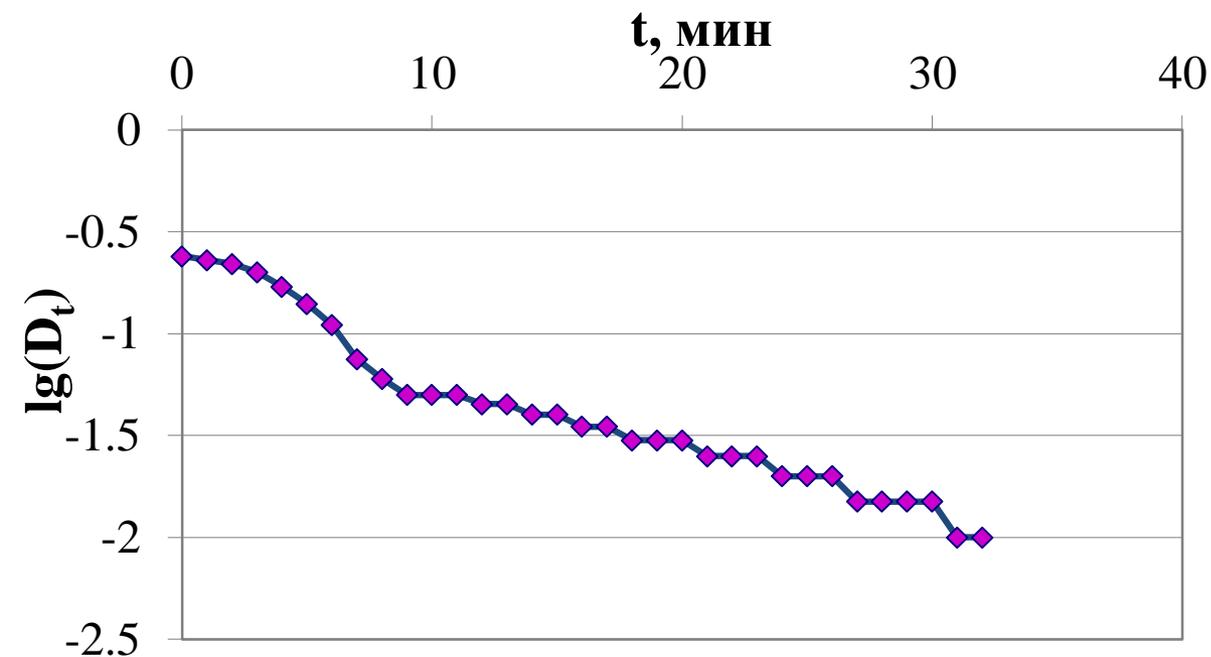
Колориметр КФК-2

| Вещество        | Концентрация      |
|-----------------|-------------------|
| Глюкоза         | 0.05 М            |
| Фруктоза        |                   |
| $\text{KMnO}_4$ | 0.0002 – 0.0005 М |
| $\text{KNO}_3$  | 0.2 и 0.4 М       |
| pH = 1 и 2      |                   |



0 мин      4 мин      6 мин      7 мин      8 мин      10 мин      15 мин      33 мин

# Экспериментальные данные



**Пример графика для глюкозы**  
KMnO<sub>4</sub> 0.0002 М, KNO<sub>3</sub> 0.2 М, pH = 2

$$\vartheta = k \cdot [B],$$

где

$\vartheta$  - скорость реакции,  
 $k$  - константа реакции,  
 $[B]$  - концентрация  
реагирующих веществ

# Экспериментальные данные



**Условия:  $\text{KNO}_3$  0.2 М, рН = 2**

| $[\text{KMnO}_4]$ | Глюкоза              |                                  | Фруктоза             |                                  |
|-------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|
|                   | $k, \text{мин}^{-1}$ | $9 \cdot 10^{-5},$<br>МОЛЬ/Л·МИН | $k, \text{мин}^{-1}$ | $9 \cdot 10^{-5},$<br>МОЛЬ/Л·МИН |
| 0.0002            | 0.069                | 1.38                             | 0.050                | 1.00                             |
| 0.0003            | 0.071                | 2.13                             | 0.049                | 1.47                             |
| 0.0004            | 0.099                | 3.96                             | 0.062                | 2.48                             |
| 0.0005            | 0.099                | 4.95                             | 0.062                | 3.10                             |

# Экспериментальные данные



Условия:  $\text{KNO}_3$  0.2 М

| рН | $[\text{KMnO}_4]$ | Глюкоза              |                      | Фруктоза             |                      |
|----|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|    |                   | к, мин <sup>-1</sup> | q,<br>МОЛЬ/Л·МИН     | к, мин <sup>-1</sup> | q,<br>МОЛЬ/Л·МИН     |
| 1  | 0.0002            | 0.823                | $1.65 \cdot 10^{-4}$ | 0.649                | $1.30 \cdot 10^{-4}$ |
|    | 0.0003            | 0.820                | $2.46 \cdot 10^{-4}$ | 0.646                | $1.94 \cdot 10^{-4}$ |
| 2  | 0.0002            | 0.069                | $1.38 \cdot 10^{-5}$ | 0.050                | $1.00 \cdot 10^{-5}$ |
|    | 0.0003            | 0.071                | $2.13 \cdot 10^{-5}$ | 0.049                | $1.47 \cdot 10^{-5}$ |

# Экспериментальные данные



**Условия:  $\text{KMnO}_4$  0.0002 М, рН = 2**

| $[\text{KNO}_3]$ | Глюкоза              |                                  | Фруктоза             |                                  |
|------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|
|                  | $k, \text{мин}^{-1}$ | $9 \cdot 10^{-5},$<br>МОЛЬ/Л·МИН | $k, \text{мин}^{-1}$ | $9 \cdot 10^{-5},$<br>МОЛЬ/Л·МИН |
| 0.2              | 0.069                | 1.38                             | 0.050                | 1.00                             |
| 0.4              | 0.061                | 1.22                             | 0.047                | 0.94                             |

# Заключение



1. Экспериментально доказано, что на величину константы скорости влияет природа взаимодействующих веществ, а не их концентрации.
2. Константа скорости реакции зависит от рН среды и концентрации постороннего электролита, не принимающего участие в реакции.
3. Обнаружено, что окисление альдоз (глюкоза) в заданных условиях протекает быстрее, чем окисление кетоз (фруктоза).
4. Выявлено, что скорость реакции окисления исследуемых моносахаридов возрастает с уменьшением концентрации постороннего электролита и рН среды и с увеличением концентрации перманганата калия.

A laboratory setting with a microscope and glassware on a bench, with a window in the background showing a building and a body of water.

**БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ**