

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УРСР

КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ

НАУКОВІ ЗАПИСКИ

ВИПУСК II

«РАДЯНСЬКА ШКОЛА»

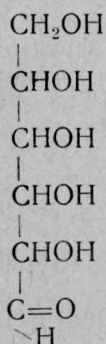
Київ — 1957

Доцент *БОНЬ М. Д.*

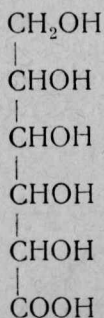
ШВИДКІСТЬ ОКИСЛЕННЯ ВУГЛЕВОДІВ ХРОМОВОЮ КИСЛОТОЮ ТА ЇЇ СОЛЯМИ В РІЗНИХ УМОВАХ

Дія на вуглеводи різних окислювачів уже вивчалась багатьма авторами з якісного боку, тобто вивчалися продукти цього окислювання [1]. Як загальний висновок, можна відмітити, що найлегше окислюється альдегідна група вуглеводу, яка переходить при цьому в карбоксильну. Кетози більш стійкі щодо окислення, але далеко не так, як прості кетони. Обережне окислення альдоз приводить до монокарбонових кислот, так званих альдонових кислот: глюконової, маннової, галактонової та ін.

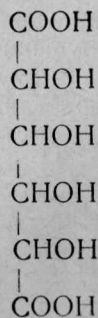
Раніше як окислювач застосовувався хлор [2]. Тепер використовується більш зручний для дозування бром. При обережному окислюванні азотною кислотою [3] також утворюються альдонові кислоти. Міцна азотна кислота окислює не лише альдегідну групу, але й первинну спиртову групу, внаслідок чого утворюються дикарбонові кислоти («цукрові кислоти») [4]. Ці кислоти, відповідно до звичайних реакцій γ - і δ -окисислот, легко переходять в лактони чи лактонокислоти або ж в дилактони:



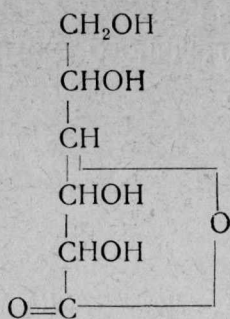
Альдоза



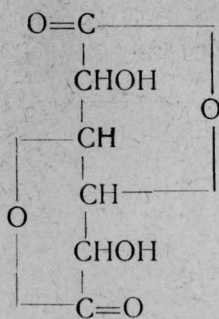
Альдонова кислота



Цукрова кислота



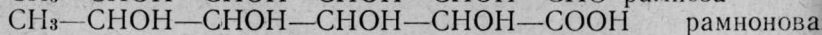
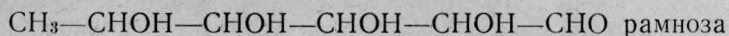
Лактон альдонової
кислоти



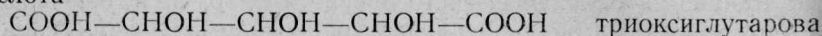
Дилактон цукрової
кислоти

Замість зображених тут γ -лактонів можуть бути також і δ -лактони. Метилпентози спочатку дають відповідні альдонові кислоти; потім порівняно легко окислюється й відщеплюється метилова група; нарешті утворюються три оксиглутарові кислоти, або їх лактони, або ж дилактони.

Наприклад:



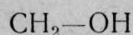
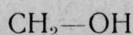
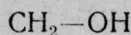
кислота



кислота

Ще складнішим є процес окислення цукрів у лужному середовищі. Це залежить від загальної чутливості моносахаридів по відношенню до лугів. Луг змінює сахариди так, що вони стають доступними окисленню уже киснем повітря. В. Шленк і Бергман [5] пояснюють це тим, що настає часткове перетворення в енольну форму, і подвійний зв'язок, що утворюється при цьому між вуглецевими атомами, сприяє окисленню.

Це припущення, наприклад, з'ясовує, чому фруктоза при обробці окислом ртуті в баритовій воді розпадається на глікольову кислоту і триоксимаєлану кислоту (еритронову кислоту) [6]:



Гебель [7] запропонував спосіб окислювання моносахаридів за допомогою лужного розчину йоду для препаративного одержання альдонових і біонових кислот.

Б. В. Тронов і співробітники вивчали, поряд з іншими питаннями, дію різних окислювачів на органічні сполуки [8] і визначення швидкості реакції органічних сполук з різними окислювачами [9].

Як окислювачі вивчалися:

1. Калій марганцьовоокислий в нейтральному, лужному або кислому розчині.

2. Хромовий ангідрид у воді (іноді в присутності ще й сірчаної кислоти) або в оцет-ангідриді.

3. Азотна кислота в водному розчині.

Надзвичайно мало вивчено дію на органічні речовини солей хромової кислоти в нейтральному або лужному розчині. Щодо вуглеводів, то їх відношення до хромової кислоти та її солей зовсім не вивчалось. З метою поповнення цього пропуску нами й було проведено цей дослід.

В цій роботі для досліду були взяті такі вуглеводи: глюкоза, галактоза, фруктоза, лактоза і сахароза. Як окислювачі бралися $K_2Cr_2O_7$; K_2CrO_4 . Окислення провадилося в нейтральному, лужному та кислому розчині при температурі 18—20°. Визначення швидкості реакції провадилося шляхом відтитрування через певні проміжки часу активного кисню, що залишався. Титрували розчином гіпосульфиту натрію після додавання йодистого калію та сірчаної кислоти.

Результати дослідів показані в таблицях 1—27, де подані проценти кількості активного кисню, що його витрачалося за певні проміжки часу.

Окислення в кислому середовищі

1. Глюкоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц. 0,1N; сірчана кислота конц. 0,5N.

Тривалість досліду: 2 г. 6 г. 10 г. 15 г. 20 г. 25 г.

% витрач. окислювача: 0,7 2,3 3,7 5,0 7,0 8,3

30 г. 35 г. 40 г. 45 г. 50 г. 70 г. 90 г. 100 г. 120 г. 150 г. 250 г.
9,4 12,4 15,0 17,0 19,3 28,3 38,0 42,0 50,3 64,0 98,3.

2. Галактоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц. 0,1 N; H_2SO_4 конц. 0,5 N.

Тривалість досліду: 3 г. 5 г. 7,5 г. 10 г. 15 г. 20 г. 25 г.

% витрач. окислювача: 1,63 4,91 8,11 12,7 20,00 26,00 33,00

30 г. 35 г. 40 г. 50 г. 60 г. 70 г. 80 г. 90 г.
39,00 46,00 54,00 67,00 76,00 83,30 90,00 97,30.

3. Фруктоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц. 0,1 N; сірчана кислота конц. 0,5 N.

Тривалість досліду: 2 г. 4 г. 6 г. 8 г. 10 г. 15 г. 20 г.
% витрач. окислювача: 2,90 5,00 8,90 12,00 15,00 27,00 40,30
25 г. 30 г. 40 г. 50 г. 60 г. 71 г.
51,30 61,20 72,50 81,20 89,10 97,54.

4. Лактоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц. 0,1 N;
сірчана кислота конц. 0,5 N.

Тривалість досліду: 3 г. 5 г. 7,5 г. 10 г. 15 г. 20 г.
% витрач. окислювача: 1,64 3,27 5,74 6,55 11,00 15,20
25 г. 30 г. 40 г. 50 г. 60 г. 70 г. 80 г.
20,60 24,80 33,50 42,80 51,50 60,00 79,75.

5. Сахароза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц. 0,1 N;
 H_2SO_4 конц. 0,5 N.

Тривалість досліду: 5 г. 7 г. 9 г. 15 г. 20 г. 25 г. 30 г.
% витрач. окислювача: 0,85 1,70 2,56 8,00 13,00 17,75 23,70
35 г. 40 г. 45 г. 50 г. 70 г. 100 г. 122 г.
29,00 34,20 39,70 45,00 62,20 86,50 100.

6. Глюкоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц. 0,1 N;
 H_2SO_4 конц. 0,35 N.

Тривалість досліду: 2 г. 6 г. 10 г. 15 г. 20 г. 25 г. 30 г.
% витрач. окислювача: 0,2 1,00 1,20 1,80 2,20 3,60 4,00
35 г. 40 г. 45 г. 50 г. 70 г. 90 г. 100 г. 120 г. 150 г. 200 г.
5,20 6,00 7,00 8,00 13,00 18,00 21,70 27,00 36,40 49,50
250 г. 300 г.
62,50 88,00.

7. Галактоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц.
0,1 N; H_2SO_4 конц. 0,35 N.

Тривалість досліду: 3 г. 5 г. 7,5 г. 10 г. 15 г. 20 г. 25 г.
% витрач. окислювача: 0,82 2,90 3,40 5,74 10,10 14,60 20,00
30 г. 40 г. 60 г. 80 г. 100 г.
25,00 36,20 53,80 66,20 80,65.

8. Лактоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц. 0,1 N;
 H_2SO_4 конц. 0,35 N.

Тривалість досліду: 5 г. 7,5 г. 10 г. 15 г. 20 г. 25 г.
% витрач. окислювача: 0,82 1,80 3,28 6,60 10,00 13,50
30 г. 40 г. 50 г. 60 г. 70 г. 80 г. 100 г.
17,00 23,75 30,60 37,00 43,65 50,00 63,00.

9. Сахароза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц.
0,1 N; H_2SO_4 конц. 0,35 N.

Тривалість досліду: 5 г. 7 г. 9 г. 15 г. 20 г. 25 г.
% витрач. окислювача: 0,35 1,20 1,80 4,00 5,80 8,54
30 г. 35 г. 40 г. 45 г. 50 г. 70 г. 100 г. 122 г. 200 г.
11,60 15,00 18,20 20,80 24,00 40,00 64,80 88,20 99,00.

10. Глюкоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц. 0,1 N;
 H_2SO_4 конц. 0,2 N.

Тривалість досліду: 10 г. 15 г. 20 г. 25 г. 30 г. 35 г.
% витрач. окислювача: 0,80 1,25 1,85 2,20 2,80 3,10
40 г. 45 г. 50 г. 70 г. 90 г. 100 г. 120 г. 150 г. 200 г. 250 г.
3,70 4,00 4,60 6,40 9,00 10,50 13,20 17,50 25,80 32,77.

11. Галактоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц. 0,1 N; H_2SO_4 конц. 0,2 N.

Тривалість досліду: 3 г. 5 г. 10 г. 15 г. 20 г. 25 г.

% витрач. окислювача: 0,50 1,00 2,80 4,00 6,30 8,10
30 г. 40 г. 50 г. 60 г. 80 г. 90 г. 100 г. 150 г.
10,00 13,00 16,80 20,00 25,70 28,00 30,70 43,00.

12. Фруктоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц. 0,1 N; H_2SO_4 конц. 0,2 N.

Тривалість досліду: 2 г. 4 г. 6 г. 8 г. 10 г. 15 г. 20 г.

% витрач. окислювача: 1,00 2,00 2,75 4,00 5,00 8,30 12,00
25 г. 30 г. 40 г. 50 г. 60 г. 71 г.
15,80 20,20 29,30 37,15 41,30 46,72.

13. Лактоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц. 0,1 N; H_2SO_4 конц. 0,2 N.

Тривалість досліду: 5 г. 10 г. 15 г. 20 г. 25 г. 30 г.

% витрач. окислювача: 0,50 2,00 2,80 3,75 4,50 5,20
40 г. 50 г. 60 г. 70 г. 80 г. 100 г. 200 г. 250 г.
7,00 8,30 10,00 12,00 13,30 16,00 28,00 35,00.

14. Сахароза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц. 0,1 N; H_2SO_4 конц. 0,2 N.

Тривалість досліду: 5 г. 7 г. 9 г. 15 г. 20 г. 25 г. 30 г.

% витрач. окислювача: 0,20 0,50 0,63 1,20 2,00 3,20 3,52
35 г. 40 г. 45 г. 50 г. 70 г. 100 г. 122 г. 200 г. 250 г.
4,20 4,85 5,25 6,00 12,00 22,00 29,02 58,60 72,50.

15. Глюкоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц. 0,1 N; H_2SO_4 конц. 0,1 N.

Тривалість досліду: 10 г. 20 г. 25 г. 30 г. 40 г. 50 г.

% витрач. окислювача: 0,10 0,50 0,80 0,90 1,00 1,20
60 г. 70 г. 90 г. 100 г. 120 г. 150 г. 200 г. 250 г. 550 г.
1,40 1,80 2,10 2,90 3,25 4,50 6,00 11,97 15,39.

16. Галактоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц. 0,1 N; H_2SO_4 конц. 0,1 N.

Тривалість досліду: 3 г. 5 г. 10 г. 20 г. 30 г. 40 г. 50 г.

% витрач. окислювача: 0,1 0,3 1,00 2,00 3,00 4,50 5,20
60 г. 80 г. 100 г. 150 г. 200 г. 250 г.
6,00 7,75 9,00 11,20 12,75 16,00.

17. Лактоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц. 0,1 N; H_2SO_4 конц. 0,1 N.

Тривалість досліду: 10 г. 20 г. 30 г. 40 г. 50 г. 60 г.

% витрач. окислювача: 0,80 1,20 2,00 3,00 4,10 5,05
70 г. 80 г. 100 г. 200 г. 250 г.
6,20 7,75 8,00 14,50 18,40.

18. Сахароза. Конц. 0,1 м/л; окислювач $K_2Cr_2O_7$ конц. 0,1 N; H_2SO_4 конц. 0,1 N.

Тривалість досліду: 5 г. 7 г. 9 г. 15 г. 20 г. 25 г. 30 г.

% витрач. окислювача: 0,20 0,30 0,70 1,00 1,35 1,60 2,00.
40 г. 50 г. 70 г. 100 г. 200 г. 250 г.
2,45 3,00 4,20 5,00 11,00 19,00.

Окислення в нейтральному розчині

Солями хромової кислоти $K_2Cr_2O_7$ і K_2CrO_4 вуглеводи, що їх вивчали, в нейтральному розчині не окислюються.

Окислення в лужному розчині

19. Глюкоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач K_2CrO_4 конц. 0,1 N; їдкий калій конц. 0,5 N.

Тривалість досліду: 5 г. 10 г. 20 г. 30 г. 40 г. 50 г. 60 г.
% витрач. окислювача: 1,00 2,00 4,00 6,00 8,20 10,80 12,30
70 г. 90 г. 100 г. 120 г. 150 г. 170 г. 220 г.
13,80 16,00 17,00 20,00 24,00 25,00 28,00.

20. Галактоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач K_2CrO_4 конц. 0,1 N; КОН конц. 0,5 N.

Тривалість досліду: 2 г. 5 г. 8 г. 10 г. 15 г. 20 г. 25 г.
% витрач. окислювача: 0,30 1,30 2,00 3,00 4,50 6,00 7,80
30 г. 35 г. 40 г. 50 г. 60 г. 80 г. 100 г. 150 г. 170 г.
9,00 10,80 12,50 15,20 16,80 19,20 22,40 31,00 32,80.

21. Фруктоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач K_2CrO_4 конц. 0,1 N; КОН конц. 0,5 N.

Тривалість досліду: 2 г. 5 г. 7 г. 10 г. 15 г. 20 г. 25 г.
% витрач. окислювача: 2,30 6,20 8,19 12,00 18,00 23,00 26,60
30 г. 35 г. 40 г. 45 г. 50 г.
28,00 30,00 31,30 32,00 33,00.

22. Лактоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач K_2CrO_4 конц. 0,1 N; КОН конц. 0,5 N.

Тривалість досліду: 28 г. 46 г. 137 г. 307 г. 377 г. 490 г.
% витрач. окислювача: 0,80 1,49 5,9 14,92 16,41 18,00

23. Фруктоза. Конц. 0,1 м/л; окислювач K_2CrO_4 конц. 0,1 N; КОН конц. 0,2 N.

Тривалість досліду: 2 г. 5 г. 7 г. 10 г. 15 г. 20 г. 25 г.
% витрач. окислювача: 0,20 0,50 0,82 1,20 2,70 4,00 4,70
30 г. 35 г. 40 г. 45 г. 50 г. 60 г. 80 г.
5,80 7,00 8,00 9,00 10,20 10,50 10,80.

24. Глюкоза. Конц. 0,5 м/л; окислювач K_2CrO_4 конц. 1 N; КОН конц. 0,5 N.

Тривалість досліду: 2 г. 6 г. 10 г. 15 г. 20 г. 25 г.
% витрач. окислювача: 2,00 4,50 7,00 10,50 13,48 17,30
30 г. 40 г. 50 г. 80 г. 100 г. 150 г. 200 г.
20,80 27,50 32,80 45,00 51,40 66,00 75,00.

25. Глюкоза. Конц. 0,5 м/л; окислювач K_2CrO_4 конц. 1 N; КОН конц. 0,35 N.

Тривалість досліду: 2 г. 6 г. 10 г. 15 г. 20 г. 25 г.
% витрач. окислювача: 0,80 2,50 4,20 6,50 8,07 11,50
30 г. 40 г. 50 г. 80 г. 100 г. 150 г. 200 г.
14,50 20,00 24,00 34,10 41,00 53,02 61,10.

26. Лактоза. Конц. 0,5 м/л; окислювач K_2CrO_4 конц. 1 N; КОН конц. 0,5 N.

Тривалість досліду: 2 г. 5 г. 10 г. 15 г. 20 г. 25 г.
 % витрач. окислювача: 1,30 2,50 4,60 7,00 9,00 11,01
 30 г. 40 г. 50 г. 60 г. 70 г. 80 г. 90 г. 100 г. 150 г. 200 г.
 13,20 17,30 22,00 24,60 26,40 28,00 31,80 34,00 47,20 61,90.

27. Лактоза. Конц. 0,5 м/л; окислювач K_2CrO_4 конц. 1 N;
 КОН конц. 0,35 N.

Тривалість досліду: 2 г. 5 г. 10 г. 15 г. 20 г. 30 г.
 % витрач. окислювача: 0,40 1,00 1,30 2,90 5,00 8,00
 50 г. 60 г. 70 г. 80 г. 100 г. 150 г. 200 г.
 16,20 20,02 23,30 25,20 29,40 39,00 52,00.

Унаслідок складності процесів, що відбуваються при окисленні вуглеводів, обчислення констант швидкості реакції не дало бажаних результатів; тому для порівняння окислюваності ми користувалися таким методом: результати титрування наносили на міліметровий папір. По осі абсцис відкладали час, по осі ординат — кількість витраченого активного кисню в процентах до загальної кількості його у взятому окислювачі. З одержаної кривої знаходили для кожного процента або для кожних 2%, 5%, 10% відповідний проміжок часу. Порівняння швидкостей відбувалось за проміжками часу, в які витрачається однаковий процент активного кисню.

Якщо брати проміжки в 2%, 4%, 6%, 10%, 15% і т. д., маємо час в годинах. (Див. табл. 28).

З показників таблиці 28 одержуємо таке значення відносних швидкостей (швидкість окислення глюкози в кислому середовищі взято за одиницю).

Таблиця 29

Відносна окислюваність в однакових умовах

Окислювані сполуки	Середовище	2%	4%	6%	10%	20%	30%	40%	Середне
H_2SO_4									
Глюкоза	0,5N	1	1	1	1	1	1	1	1
Галактоза	0,5N	1,42	2,44	2,66	3,38	3,40	3,81	3,14	2,82
Фруктоза	0,5N	2,50	3,66	3,55	4,31	4,00	4,51	4,75	3,89
Лактоза	0,5N	1,11	1,57	1,68	2,17	2,04	2,07	2,00	1,80
Сахароза	0,5N	0,71	1,00	1,33	1,35	1,92	2,07	2,11	1,55
КОН									
Глюкоза	0,5N	0,50	0,55	0,53	0,61	0,43			0,52
Галактоза	0,5N	0,71	0,78	0,80	0,93	0,62	0,60		0,74
Фруктоза	0,5N	2,50	3,06	3,55	4,35	3,18	2,07		3,22
Лактоза	0,5N	0,08	0,11	0,10	0,14				0,10
Сахароза	0,5N	Реакції немає.							

Які сполуки окислювались	Конц. кислоти або лугу	Конц. окислен. речовин м/л	2%	4%	6%	10%
Глюкоза	H ₂ O ₄ 0,5	0,1	5 г.	11 г.	16 г.	30,5 г.
"	0,35	0,1	18	30	40	58
"	0,2	0,1	23	45	68	100
"	0,1	0,1	74	137	200	280
"	Нейтр.	0,1	Реакція не			
"	КОН 0,5	0,1	10	20	30	50
"	0,5	0,5	2	6	8,20	14,00
"	0,35	0,5	5	—	10,50	22,00
Галактоза	H ₂ O ₄ 0,5	0,1	3,5 г.	4,5	6	9
"	0,35	0,1	3,5	8	10,5	15
"	0,2	0,1	9	15	20	31,5
"	0,1	0,1	15	34	57	115
"	Нейтр.	0,1	Реакція не			
"	КОН 0,5	0,1	7	14	20	32,5
Фруктоза	H ₂ O ₄ 0,5	0,1	2	3	4,5	7
"	0,2	0,1	3,5	7,5	11,5	17,5
"	Нейтр.	0,1	Реакція не			
"	КОН 0,5	0,1	2	3	4,5	7
"	0,2	0,1	12	20	50	Реакція
Лактоза	H ₂ O ₄ 0,5	0,1	4,5	7	9,5	14
"	0,35	0,1	8	11	14	20
"	0,2	0,1	12	22	33	60
"	0,1	0,1	30	50	68	150
"	Нейтр.	0,1	Реакція не			
"	КОН 0,5	0,1	60	100	150	205
"	0,5 КОН	0,5	3,80	—	—	22,00
"	0,35	0,5	8,50	—	—	34,00
Сахароза	H ₂ O ₄ 0,5	0,1	7	11	13	16,5
"	0,35	0,1	9	14	20	27
"	0,2	0,1	15	35	50	64
"	0,1	0,1	38	80	120	195
"	Нейтр.	0,1	Реакція не			
"	0,5 КОН	0,1	Реакція не			

15%	20%	25%	30%	40%	50%	60%	70%
40 г.	51 г.	62,5 г.	74,5 г.	95 г.	118 г.	141 г.	166 г.
77	85	112	130	163	200	236	280
135	170	197	230	290	350	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
відбувається							
—	120	170	—	—	—	—	—
21,50	29,00	36,50	43,50	66,20	94,00	127,00	170
30,50	39,50	53,00	68,40	95,00	140,00	181,50	—
12	15,5	19	22,5	30,5	37	43,5	52,5
20	25	30	34,5	43,5	54	70	85
45	61	80	100	140	170	228	—
250	—	—	—	—	—	—	—
відбувається							
50	82	117	146	—	—	—	—
10	13	15	16,5	20	24,5	29	36
25	30	35	40,5	55	75	91	104
відбувається							
11	16	22	36	—	—	—	—
не відбувається							
20	25	30	36	47,5	58,5	70	80
28	35	42	50	64	80	94,5	110
92	130	172	215	275	330	—	—
210	270	340	420	—	—	—	—
відбувається							
344	—	—	—	—	—	—	—
34	45	84	120	160	—	—	—
47	60	122	152	192	—	—	—
22	26,5	31,5	36	45	{ 55	67	80
35	43	51	57	70	82	95	107
80	95	100	124	153	180	210	237
220	257	290	340	—	—	—	—
відбувається							
відбувається							

Висновки

З результатів наших дослідів можна зробити такі висновки:

1. При звичайних умовах солі хромової кислоти в нейтральному розчині з вуглеводами в реакцію не вступають.

2. У лужному середовищі солі хромової кислоти реагують лише з тими вуглеводами, в яких збереглась карбонільна група (моносахариди, дисахариди типу лактози та ін.). З вуглеводами, в яких карбонільна група не збереглась (сахароза), солі хромової кислоти в реакцію не вступають. Це дає можливість зробити висновок, що солі хромової кислоти в лужному розчині окислюють лише ту частину вуглеводу, що дуже легко окислюється (карбонільну групу), причому існує залежність між концентрацією лугу й швидкістю реакції: із збільшенням концентрації лугу швидкість реакції збільшується.

3. Концентрація окислювача й речовини, що окислюється як в кислому, так і в лужному розчині, збільшує швидкість реакції.

4. У кислому середовищі різниця в швидкості окислення досліджуваних вуглеводів дуже мала, і це дає можливість вважати, що в кислому розчині хромової кислоти та солі діють не лише на карбонільну групу, але й на спиртові гідроксили.

5. Збільшення концентрації кислоти збільшує швидкість реакції.

6. З досліджуваних нами вуглеводів найкраще окислюється фруктоза, потім галактоза; глюкоза в лужному середовищі стоїть на третьому місці, а в кислому — на п'ятому.

ЛІТЕРАТУРА

1. Blanchetiere, Bl (14) 33, 345; с., 1923, III, 1066. Kiliani, Ber 62, 588 (1929), Hönig, Ruziczka, Ber., 62, 1434, (1929).
2. Lasiwetz H. und Habermann A., 144, 123 (1870).
3. Kilianis, Ber., 54, 456 (1921), 55, 75 (1922).
4. Tollens A., 227, 221 (1883); 232, 186 (1886); 245, 1 (1888); 249, 215 (1889); Ber 21, 2148 (1888), 39, 2191 (1906).
5. Шленк В. и Бергман Э., Органическая химия, т. I, стор. 765—766 (1936).
6. Börmstein, Nerzfeld, Ber., 18, 3354 (1885).
7. Goebel, S. Bl., 72, 809 (1927).
8. Тронов Б. В. и Луканин А. А., Ж.Р.Х.О., 60, 181—191 (1928).
9. Тронов Б. В., Удодова В. Ф. и Чиждова М. И., Ж.Р.Х.О., 59, 1149—1156 (1927); 59, 1177—1197 (1927); 59, 1157—1172 (1927).
10. Тронов Б. В. и Григорьева А. А., Ж.Р.Х.О. 60, 1014—1015 (1928); 61, 653—665 (1929); 61, 541 (1929).
11. Тронов Б. В. и Синявин М. П., Ж.Р.Х.О. 61, 2334 (1929).