

5. Пры гідролізе крухмалу можа быць атрыманы дыцукрыд мальтоза. Прывядзіце структурную формулу мальтозы. Састаўце ўраўненне рэакцыі гідролізу мальтозы, выкарыстоўваючы структурныя формулы рэчываў.

6. Сярэдняя адносная малекулярная маса крухмалу роўна 405 000. Укажыце сярэдні лік астаткаў глюкозы ў малекуле крухмалу.

7. Разлічыце масы: а) пшаніцы, б) бульбы, якія тэрэтычна спатрэбяцца для атрымання 100 л этанолу шчыльнасцю 0,79 г/мл. Колькасць крухмалу ў пшаніцы і клубнях бульбы прыняць роўнымі 75 і 24 % па масе адпаведна.

8. Масавая доля крухмалу ў кукурузе складае 65 %. Сумарны выхад атрымання этанолу з кукурузы роўны 70 % ад тэрэтычна магчымага. Укажыце масу этанолу, якая будзе атрымана з 324 г кукурузы.

Лабараторны дослед 7

Вывучэнне фізічных уласцівасцей крухмалу. Узаемадзеянне крухмалу з ёдам

Узвесь невялікай колькасці крухмалу ў вадзе даведзіце да кіпення. Утвараецца крухмальны клейстар. Разбаўце яго вадой і правядзіце якасную рэакцыю з ёдам. Нагрэйце раствор сіняга комплексу крухмалу з ёдам. Назіраецца абясколерванне раствору. Для паспяховага правядзення гэтага доследу раствор комплексу ёду з крухмалам павінен быць разбаўленым.

Атрымайце гідраксід медзі(II), дабаўце да яго разбаўлены крухмальны клейстар, нагрэйце прабірку. Ці назіраецца пры гэтым растварэнне гідраксіду медзі(II) і далейшае аднаўленне Cu(II) ?

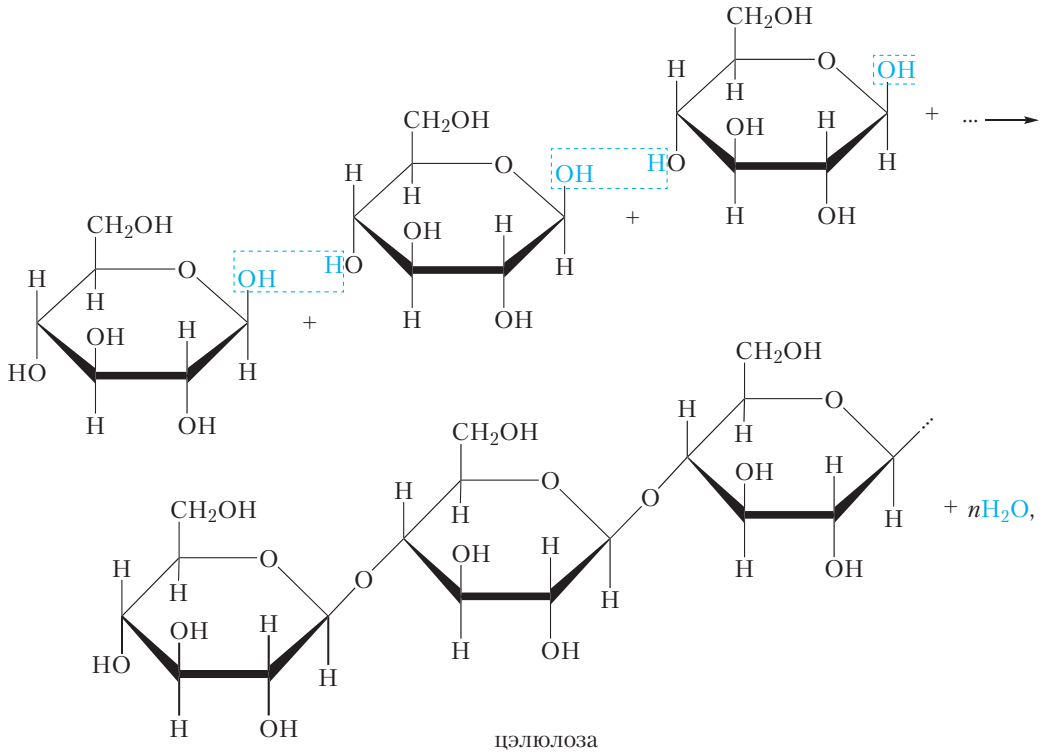
Капніце раствор ёду на кавалачак белага хлеба і свежы зрэз клубня бульбы. Пра што сведчыць з'яўленне сіняй плямы на месцы кроплі?

Растлумачце з'явы, якія назіраюцца, напішыце ўраўненні рэакцый, якія працякаюць.

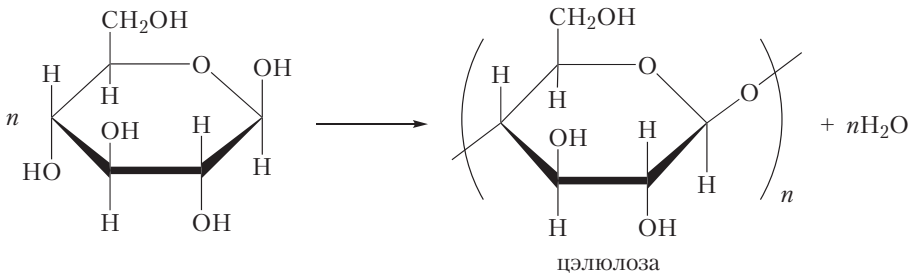
§ 44. Цэлюлоза

Будова і фізічныя ўласцівасці

Малекулярная формула цэлюлозы $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, гэта значыць цэлюлоза, як і крухмал, з'яўляецца поліцукрыдам. У той жа час будова цэлюлозы і крухмалу адрозніваецца. У адрозненне ад крухмалу, макрамалекулы цэлюлозы складаюцца з астаткаў β -глюкозы. Працэс утварэння цэлюлозы з глюкозы прадстаўлены на схеме:



або



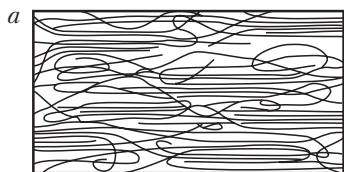
Ёсць яшчэ адно важнае адрозненне ў будове цэлюлозы і крухмалу. Макрамалекулы крухмалу могуць быць лінейнымі або разгалінаванымі, у той час як макрамалекулы цэлюлозы маюць лінейную будову. Лінейныя макрамалекулы цэлюлозы могуць размяшчацца паралельна адна адной і ўтвараць паміж сабой мноства вадародных сувязей. Дзякуючы гэтаму цэлюлоза мае высокую механічную трываласць і не раствараецца ў вадзе і арганічных растваральніках.

Макрамалекулы цэлюлозы змяшчаюцца ў клетачных сценах раслін. Цэлюлозу (ад лац. *cellula* — ‘клетка’) яшчэ называюць клятчаткай.

Драўніна змяшчае каля 50 % цэлюлозы. Яшчэ больш цэлюлозы змяшчаецца ў валокнах лёну і бавоўны (больш за 90 %).



Мал. 44.1. Драўніна і бавоўнік



Мал. 44.2. Размяшчэнне макрамалекул цэлюлозы

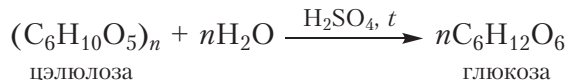
a — у валокнах лёну,
б — у драўніне

У валокнах лёну і бавоўны макрамалекулы цэлюлозы арыентаваны ў адным напрамку — уздоўж восі валакна (мал. 44.2, *a*). У драўніне макрамалекулы цэлюлозы размешчаны менш упарадкавана (мал. 44.2, *б*).

Хімічныя ўласцівасці цэлюлозы

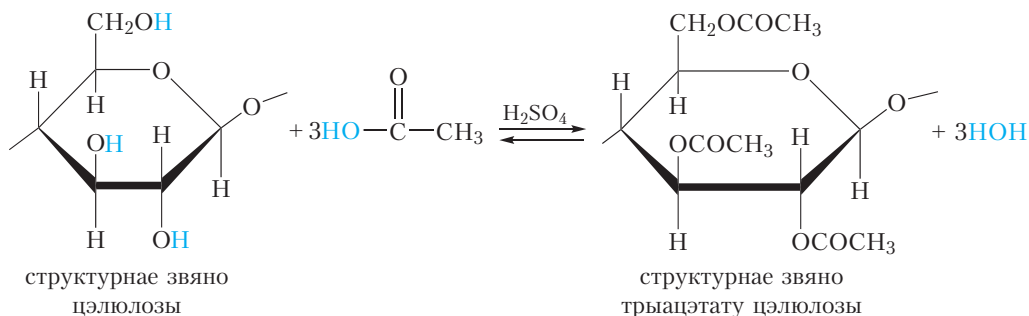
1. Гідроліз

Таксама як і крухмал, цэлюлоза падвяргаецца гідролізу. Канчатковым прадуктам гідролізу цэлюлозы з’яўляецца глюкоза:



2. Утварэнне ацэтатаў цэлюлозы

Макрамалекулы цэлюлозы змяшчаюць гідраксільныя групы, таму цэлюлоза праяўляе ўласцівасці, характэрныя для спіртоў. Напрыклад, цэлюлоза ўтварае складаныя эфіры пры ўзаемадзеянні з воцатнай кіслатай (ураўненне рэакцыі прыведзена для аднаго структурнага звяна макрамалекулы цэлюлозы):

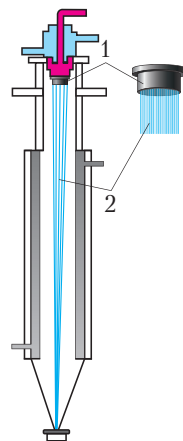


Эфіры цэлюлозы з воцатнай кіслатой называюцца *ацэтатамі цэлюлозы*. Калі ў рэакцыю ўступаюць усе гідраксільныя групы малекулы цэлюлозы, утвараецца *трыацэтат цэлюлозы*. Са схемы відаць, што ў макрамалекулах трыацэтату цэлюлозы адсутнічаюць гідраксільныя групы. Такім чынам, паміж гэтымі малекуламі няма вадародных сувязей, таму макрамалекулы трыацэтату цэлюлозы не так трывала звязаны адна з адной, як малекулы цэлюлозы. Гэта прыводзіць да таго, што, у адрозненне ад цэлюлозы, яе ацэтаты раствараюцца ў некаторых арганічных растваральніках. Гэта выкарыстоўваецца пры атрыманні штучных валокнаў.

Як мы ўжо адзначалі, у драўніне макрамалекулы цэлюлозы размешчаны менш упарадкавана, чым у валокнах бавоўны і лёну (мал. 44.2). Такім чынам, для атрымання валокнаў з цэлюлозы, выдзеленай з драўніны, неабходна размясціць макрамалекулы цэлюлозы ўздоўж аднаго напрамку — уздоўж восі валакна. Для гэтага трэба надаць малекулам цэлюлозы рухомасць, напрыклад, шляхам пераводу іх у раствор. Паколькі сама цэлюлоза не раствараецца ні ў вадзе, ні ў арганічных растваральніках, для пераводу яе ў растваральны стан з цэлюлозы атрымліваюць ацэтаты цэлюлозы.

Ацэтаты цэлюлозы раствараюць у арганічных растваральніках. Пры гэтым утвараецца вязкі раствор. Потым гэты раствор праціскаюць праз вузкія адтуліны. Пры гэтым макрамалекулы цэлюлозы выстройваюцца ўздоўж аднаго напрамку (мал. 44.3).

Ацэтатнае валакно складаецца з мадыфікаваных малекул прыроднага палімера — цэлюлозы. Такія валокны называюцца *штучнымі валокнамі*.

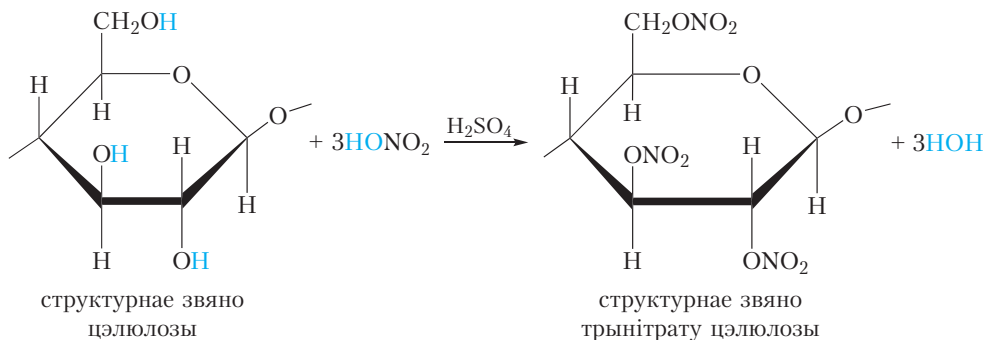


Мал. 44.3. Схема атрымання ацэтатнага валакна: 1 — каўпачок з вузкімі адтулінамі; 2 — пучок валокнаў

Іх неабходна адрозніваць ад сінтэтычных валокнаў, макрамалекулы якіх атрыманы сінтэтычным шляхам па рэакцыі полікандэнсацыі. Прыкладам сінтэтычных валокнаў з'яўляецца поліэфірнае валакно лаўсан (§ 38).

3. Утварэнне нітратай цэлюлозы

Падобна спіртам, цэлюлоза ўтварае складаныя эфіры з азотнай кіслотой. Пры дзеянні на цэлюлозу сумессю канцэнтраваных азотнай і сернай кіслот адбываецца паступовае ператварэнне гідраксільных груп у складанаэфірныя:



Эфіры цэлюлозы з азотнай кіслотой называюцца *нітратамі цэлюлозы*. У выпадку ператварэння ўсіх гідраксільных груп у складанаэфірныя ўтвараецца *трьнітрат цэлюлозы*. Ён з'яўляецца выбуховым рэчывам і выкарыстоўваецца для вырабу бяздымнага пороху.

Прымяненне цэлюлозы

Валокны лёну і бавоўны, якія ў асноўным складаюцца з цэлюлозы, выкарыстоўваюць для вырабу нітак і тканін.

Складаныя эфіры цэлюлозы з воцатнай кіслотой выкарыстоўваюць для атрымання штучнага ацэтатнага валакна (ацэтатнага шоўку).

Цэлюлоза, вылучаная з драўніны, выкарыстоўваецца для вырабу паперы. Для атрымання паперы здробненую драўніну вараць у прысутнасці кіслотных або шчолачных рэагентаў. Тэхнічную цэлюлозу, якая атрымліваецца пасля варкі, ачышчаюць і адбеляюць. Да пачатку XIX стагоддзя аркушы паперы выраблялі ўручную шляхам вычэрпвання папяровай масы формай з сеткаватым дном і сушкай асобных аркушаў, але ў 1806 годзе была запатэнтавана першая папераробная машына, якая фармавала паперу на канвеернай сетцы, што бесперапынна рухалася, і намотвала яе на вялікія рулоны.

Папера з чыстай цэлюлозы занадта порыстая, чарніла і фарбы на ёй расплываюцца. Такім матэрыялам з'яўляецца фільтравальная папера, якая маецца ў кабінёце хіміі. Пры атрыманні высакаякаснай паперы для пісьма і капіравальнай тэхнікі ў папяровую масу ўводзяць спецыяльныя дабаўкі (мел і іншыя напаяльнікі, адбельвальнікі, клей). Паверхню паперы для капіравальнай тэхнікі падвяргаюць спецыяльнай апрацоўцы, каб пазбегнуць назапашвання на ёй статычнай электрычнасці. Таму нядзіўна, што некаторыя гатункі паперы каштуюць даволі дорага.

У арганізме чалавека няма ферментаў, здольных расшчапляць сувязі паміж астаткамі β -глюкозы. Таму, у адрозненне ад крухмалу, цэлюлоза не можа быць пажыўным рэчывам для чалавека. Аднак жвачныя жывёлы маюць у страўніку мікраарганізмы, здольныя расшчапляць малекулы цэлюлозы, таму для жвачных жывёл цэлюлоза з'яўляецца крыніцай энергіі.

Цэлюлоза з'яўляецца прыродным поліцукрыдам, яна змяшчаецца ў клетачных сценах раслін.

Малекулярная формула цэлюлозы $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Макрамалекулы цэлюлозы складаюцца з астаткаў β -глюкозы, звязаных паміж сабой кіслароднымі масткамі.

У адрозненне ад крухмалу, макрамалекулы цэлюлозы маюць неразгалінаваную будову, таму могуць размяшчацца паралельна адна адной і ўтвараць паміж сабой мноства вадародных сувязей. Гэтым тлумачыцца высокая трываласць цэлюлозы.

У выніку поўнага гідролізу цэлюлозы ўтвараецца глюкоза.

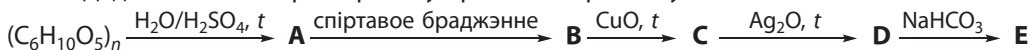
Цэлюлоза ўтварае складаныя эфіры з воцатнай і азотнай кіслотамі.

Цэлюлозу выкарыстоўваюць для атрымання валокнаў, паперы, бяздымнага пороху.

Пытанні і заданні

1. Дзе ў прыродзе сустракаецца цэлюлоза?
2. Пры апрацоўцы цэлюлозы азотнай кіслотой у прысутнасці сернай кіслаты ўтвараецца трывінітрат цэлюлозы. Напішыце ўраўненне хімічнай рэакцыі, якая пры гэтым працякае.
3. Што такое штучныя валокны? Напішыце ўраўненне рэакцыі атрымання трыацэтата цэлюлозы.
4. Сярэдняя адносна малекулярная маса ўзору цэлюлозы складае 1 420 000. Разлічыце сярэдні лік структурных звёнаў у макрамалекуле дадзенага ўзору цэлюлозы.

5. Дадзена схема ператварэнняў арганічных рэчываў:



Напішыце ўраўненні рэакцый, якія працякаюць.

6. Прыродны палімер **A** ўваходзіць у састаў абалонак клетак раслін. Канчатковым прадуктам гідролізу **A** з'яўляецца рэчыва **B**. Пры дзеянні на **B** аміячным раствором аксіду серабра ўтвараецца злучэнне **C**, якое валодае дваістай хімічнай функцыяй. Прывядзіце формулы рэчываў **A**, **B**, **C** і ўраўненні рэакцый.

7. Укажыце галіны прымянення цэлюлозы. Якія рэчывы, што шырока выкарыстоўваюцца ў побыце, атрымліваюць з цэлюлозы?

8*. Юны хімік вырашыў даследаваць рэакцыю цэлюлозы з азотнай кіслотой. Для гэтага ён узяў кавалачак баваўнянай тканіны і змясціў яе ў нітрующую сумесь (сумесь канцэнтраваных сернай і азотнай кіслот). Прыкладна праз 15 мінут ён вынуў тканіну з нітруючай сумесі, прамыў і высушыў. Потым ён падпаліў кавалачкі атрыманай тканіны, а таксама тканіны, што не падвяргалася апрацоўцы. Зыходная тканіна з цяжкасцю загарэлася, вылучаючы шмат сажы і дыму, у той час як тканіна, апрацаваная нітруючай сумессю, хутка згарэла, не вылучаючы сажы. Раствлумачце з'яву, што назіралася, напішыце ўраўненні рэакцый, якія працякалі.

Практычная работа 3

Рахэнне эксперыментальных задач

1. У трох пранумараваных прабірках знаходзяцца растворы наступных рэчываў:

Варыянт 1. Гліцэрына, глюкоза, фармальдэгід.

Варыянт 2. Фармальдэгід, глюкоза, этанол.

Варыянт 3. Воцатная кіслата, гліцэрына, глюкоза.

Варыянт 4. Этанол, сахароза, глюкоза.

З дапамогай аднаго рэактыва (якога?) вызначце, у якой з прабірак знаходзіцца кожнае з рэчываў.

2. Доследным шляхам дакажыце наяўнасць крухмалу ў белым хлебе і бульбе.

3. Дакажыце, што ў састаў малекулы цукрозы ўваходзяць астаткі глюкозы. Для гэтага ажыццявіце гідроліз цукрозы.

Гідроліз цукрозы

У прабірку змясціце 0,3–0,5 г цукрозы і 7–8 см³ вады. Раствор падзяліце на тры часткі. У першую прабірку дабаўце 1 см³ разбаўленай сернай кіслаты, цэнтры кіпення і кіпяціце 1–2 мінуты. У другую прабірку таксама дабаўце кіслату, але награванне не правядзіце. Трэцяя прабірка – кантрольная. Потым ва ўсіх прабірках ажыццявіце якасную рэакцыю на глюкозу.

Дадатковы эксперымент

Доследным шляхам дакажыце наяўнасць глюкозы ў саставе садавіны (яблыкі, грушы, вінаград і інш.).