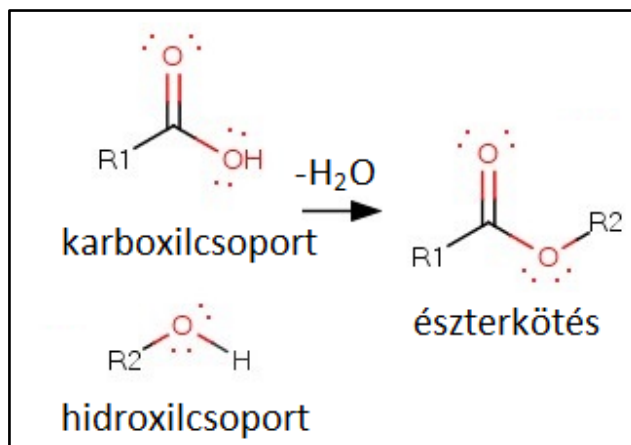


Észterek (50. fejezet)

Olyan oxigéntartalmú szerves vegyületek, melyek molekuláiban észtercsoport található. Az észtercsoport valamilyen alkohol és sav vízkilépés melletti egyesülésével jön létre. A karboxilcsoporthoz hasonlóan az észtercsoport (más néven észterkötés) is összetett funkciós csoport. Megtalálható



benne az oxovegyületekre jellemző **karbonilcsoport**, illetve az éterekre jellemző **éterkötés**.

Az észterek valamilyen alkohol (lehet enol, vagy fenol is, de mi most az egyszerűség kedvéért ezektől tekintünk el) és sav reakciójaként jönnek létre. A savak minősége szerint kettő nagy csoportba lehet osztani őket:

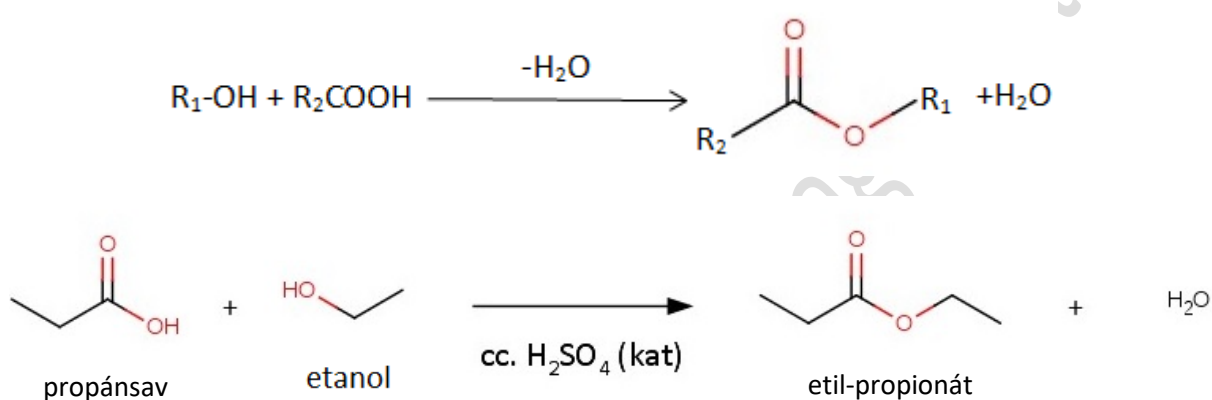
- **Szervetlen sav-észterek**, melyek alkoholokból és szervetlen ásványi savakból jönnek létre. Példa erre a foszforsav, salétromsav és kénsav észterei.
- **Karbonsavészterek**, melyek alkoholból és valamilyen karbonsavból jönnek létre.

Karbonsavészterek

A karbonsavészterek alkoholok és karbonsavak vízkilépés (azaz kondenzáció) melletti egyesülése lévén jönnek létre. *Kiegészítés:* érdemes itt megemlíteni, hogy az észterek keletkezése is egy jellemző szerves reakciótypus, amelynek neve: kondenzáció. **Kondenzációnak a szerves kémiában a vízkilépéssel járó reakciókat nevezzük, ilyen például az éterek, észterek képződése is.**

Keletkezésük alkoholból és karbonsavból

A korábban említettek alapján a **karbonsavészterek valamilyen alkohol és karbonsav reakciója lévén jönnek létre, miközben vízkilépés történik.** A reakciót **savas közegben** kell végezni valamilyen **vízlevonószer** hozzáadásával. A **kénsav erre tökéletes**, hiszen egyben erős sav és vízlevonószer. Általánosan a következő egyenlettel lehet felírni az észterképződés folyamatát:



A karbonsavészterek képződése során a reaktánsokból a víz általában az alkoholok hidroxilcsoportjának hidrogénjéből és a karbonsavak karboxilcsoportjában lévő hidroxilcsoport leszakadásával és egyesülésével lép ki. Mondhatni tehát, hogy az észterkötés karbonilcsoportját a karbonsav, míg éterkötéshez szükséges oxigénjét az alkohol adja. *Tercier alkoholok reakciója másképp megy végbe, de ez a tananyag keretein túlmegegy*

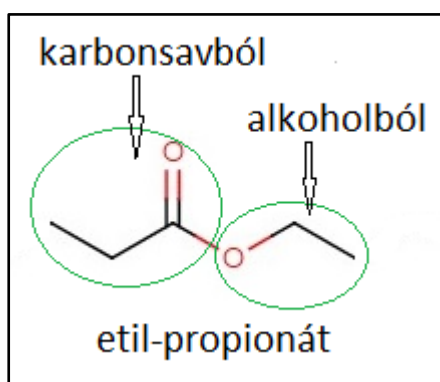
Az észterképződés egyensúlyi folyamat, vagyis felírható rá a tömeghatás törvénye. Minél nagyobb K értéke, annál nagyobb mértékben végbemegy a reakció:

$$K = \frac{[\text{észter}] * [\text{víz}]}{[\text{alkohol}] * [\text{karbonsav}]}$$

Ha jobban megvizsgáljuk a felírt egyenletet, akkor észrevesszük, hogy a víz egyensúlyi koncentrációját is belevettük a tömeghatás törvényébe (nem úgy, mint például a savi állandó definiálásánál).

Elnevezésük

Eljutottunk a szerves kémiában egy olyan ponthoz, mikor az eddig tanultakat 100%-ban kell tudnunk használni. Az észterek elnevezése roppant egyszerű, azonban tudni kell hozzá a szénhidrogénekből származtatható csoportok, illetve az egyes karbonsavak savmaradék anionjainak a neveit. (Az egyszerűség kedvéért mi most csak alkilcsoportot és egyszerűbb savakat tartalmazó észterek neveivel fogunk foglalkozni.)



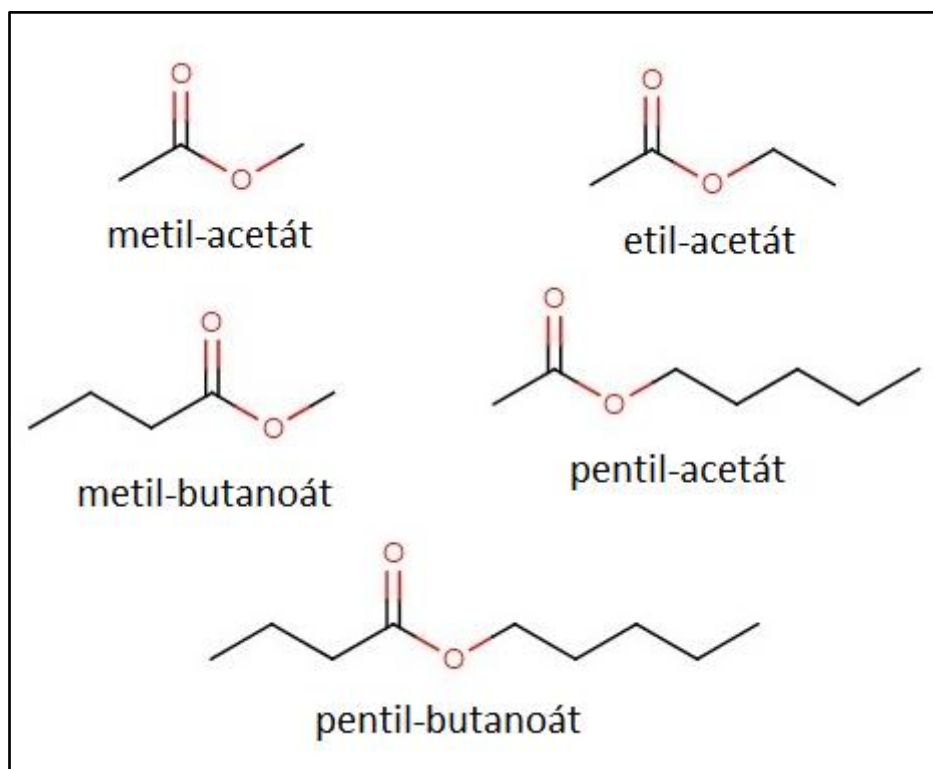
A nevek megállapításánál az egyik kulcsfontosságú lépés tisztázni, hogy az adott észter mely alkoholból, illetve karbonsavból tevődik össze.

Nézzünk egy példát! A karbonsav szénlánc könnyen megállapítható: az éterkötés előtti acilcsoport. Az éterkötés másik felén az alkohol szénlánc található. Ezek szerint jelen esetben az észterünk a három

szénatom számú propionsavból és a két szénatom számú etil-alkoholból jött létre.

A helyes nevet az alkohol szénláncának megfelelő alkilcsoport (jelen esetben etil) és a karbonsav anionjának a nevéből (jelen esetben propionát) rakjuk össze: etil-propionát.

A bonyolultabb, esetleg elágazást vagy telítetlen kötést tartalmazó szénláncok esetén érdemes triviális nevet használni, ha van.



Molekulaszerkezet és fizikai tulajdonságok

Molekuláik az észterkötés mentén dipólus jellegűek. A molekuláik azonban gyengébben polárisak, mint az oxovegyületek molekulái, ugyanis a dipólusos részt két oldalról apoláris szénhidrogénláncok veszik körül, így a dipólusos jelleg kevésbé tud érvényesülni. Az étereknél erősebben polárisak. Halmazszerkezetükben **hidrogénkötés nem tud kialakulni** (csak akceptorai lehetnek a hidrogén-kötésnek az észterkötésben lévő oxigénatomjaik lévén), **csak gyengébb dipólus-dipólus kölcsönhatás. Olvadás- és forráspontjuk a megfelelő moláris tömegű szénhidrogének és éterek olvadás- és forráspontjánál nagyobb, a megfelelő moláris tömegű alkánsavakénál, alkoholokénál jóval kisebb.** Megfelelő moláris tömegű oxovegyületek forráspontja is némileg nagyobb, mint az észtereké az erősebb dipólusos jellegük miatt (erősebb dipólus-dipólus kölcsönhatás tud kialakulni az oxovegyületek között, mint az észterek között)

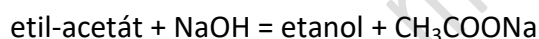
A **kisebb szénatom számú észterek kellemes illatú folyadékok, vízben korlátozottan** (közülük a nagyobbak nem) **oldódnak.** A legegyszerűbb észter, a metil-formiát sem elegyedik vízzel korlátlanul annak ellenére sem, hogy molekulájában az apoláris hidrofób szénhidrogénláncokhoz képest a poláris hidrofil észterkötés nem kicsi. **A nagyobb szénatom**

számú észterek szilárdak és vízben egyáltalán nem oldódnak. Az észterek szerves oldószerekben jól oldódnak.

A karbonsavak konstitúciós izomerjei, általános összegképletük: $C_nH_{2n}O_2$

Kémiai tulajdonságaik

A karbonsavészterek egyik legjellemzőbb reakciója a **lúgos hidrolízis**. A lúgos hidrolízis lényegében az észterképződés ellentétes folyamata. Az észter vizet vesz fel és visszaalakul szinte ugyanazokká a vegyületekké, amelyekből keletkezett. **Karbonsavészterek lúgos hidrolízise során mindig az az alkohol és annak a karbonsavnak a sója keletkezik, amiből maga az észter keletkezett. A folyamat az észterképződéssel szemben irreverzibilis**, vagyis nem megfordítható. Ennek az az oka, hogy hidrolízis során nem karbonsav, hanem annak sója keletkezik.



Gyümölcsészterek

A kisebb szénatomszámú alkánsavak észtereit gyümölcsésztereknek nevezzük. Színtelen, vízben nem oldódó folyadékok. Kis mennyiségben gyümölcsökben fordulnak elő, és azok íz- illetve illatanyagának aromaanyagai. Felhasználják ízfokozóként, aromaanyagként és oldószerként. Kisebb mennyiségben kinyerhetők a gyümölcsökből is, azonban nagyobb mennyiségben való felhasználásukhoz mesterségesen kell szintetizálni őket.

észter neve	mely gyümölcsben található
etil-acetát	alma és málna
pentil-butanoát	körte
pentil-acetát	banán
metil-butanoát	ananász

Nagyobb szénatom számú karbonsavészterek

A nagyobb szénatomszámú karbonsavészterek közé tartoznak a **viaszok és gliceridek**.

Viaszok

A **viaszok nagy szénatomszámú alkánsavak (zsírsavak) és nagy szénatom számú egyértékű primer alkoholok** (telített, egyértékű és nyíltláncú) **észterei**. A viasz **nem egy konkrét vegyület, hanem vegyületek keveréke**, meghatározott olvadáspontja ezért nincs. Ilyen anyagok vonják be többek között némely állat testét (például méhviasz) illetve a gyümölcsök felületét. **Erősen hidrofób** tulajdonságuknak köszönhetően használhatók vízlepergető réteggént. Könnyen olvadnak és **apoláris oldószerekben kitűnően oldódnak** (vízben abszolút nem, de gondoljunk csak a gyertyára). Többek között a gyertyát is viaszból készítik.

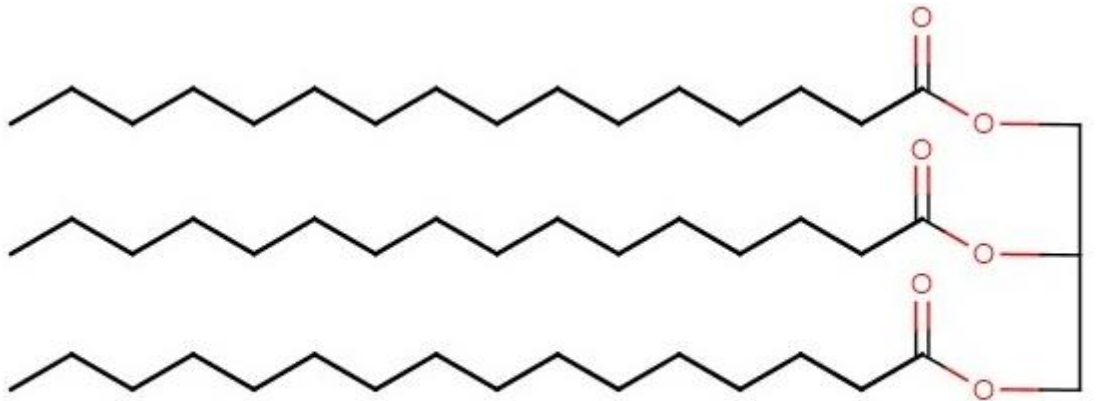
Gliceridek

A gliceridek a glicerin nagy szénatom számú karbonsavakkal (általában zsírsavakkal) képzett észterei, trigliceridjei. Két csoportba lehet osztani őket:

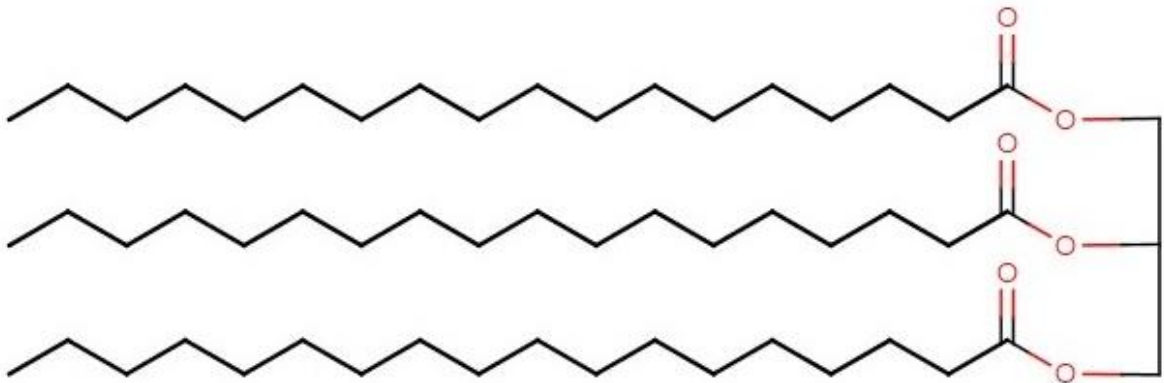
- **zsírok**
- **olajok**

A zsírok és olajok szerkezete megegyezik. **Mind a kettő triglicerid-észter**. A triglicerid azt jelenti, hogy a glicerin mind a három hidroxilcsoportja észteresítődik. A nagy szénatomszámú karbonsavak között fellelhető nyíltláncú telített és telítetlen karbonsav is. Leggyakrabban **palmitinsav, sztearinsav** és a kettős kötést tartalmazó **olajsav** (cisz-izomerje). A gliceridek szerkezetében általában három különböző karbonsav észtere található meg, de előfordul olyan eset is, amikor mindhárom észterkötésben ugyanaz a karbonsav vesz részt. **A zsírokból a telített szénláncból van több, az olajokból a telítetlenből**. Mind a kettő triglicerid-észter keverék.

Nagy különbség a két csoport között, hogy a **zsírok szobahőmérsékleten szilárdak** (a több telített szénlác miatt), míg az **olajok folyékonyak** (a telítetlen szénlác cisz szerkezete miatt). **A zsírok nagyobb része állati eredetű** (disznózsír, vaj), míg **az olajok nagyobb része növényi** (olívaolaj, napraforgóolaj). Kivételek természetesen vannak: halolaj és kókuszzsír.

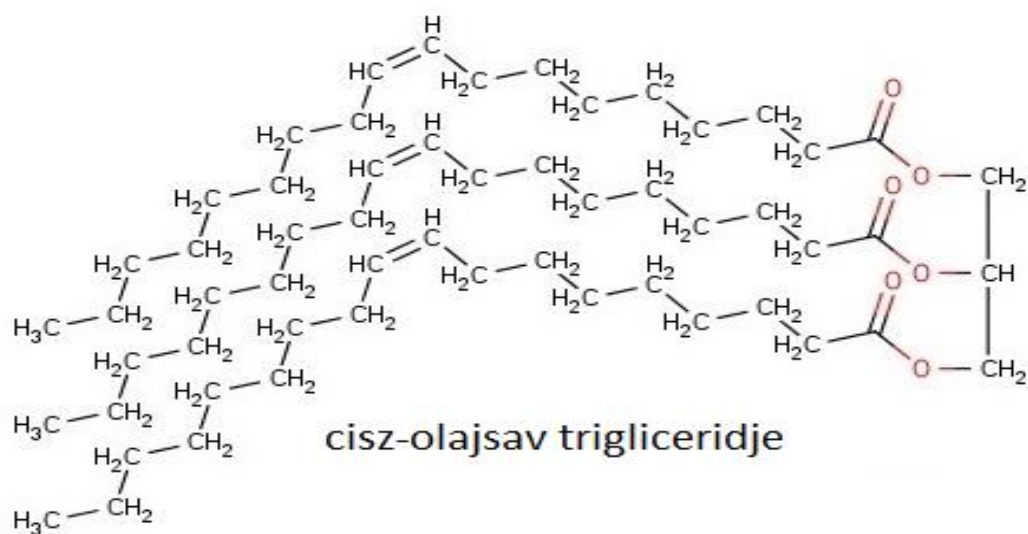


palmitinsav trigliceridje



sztearinsav trigliceridje

Lénárt



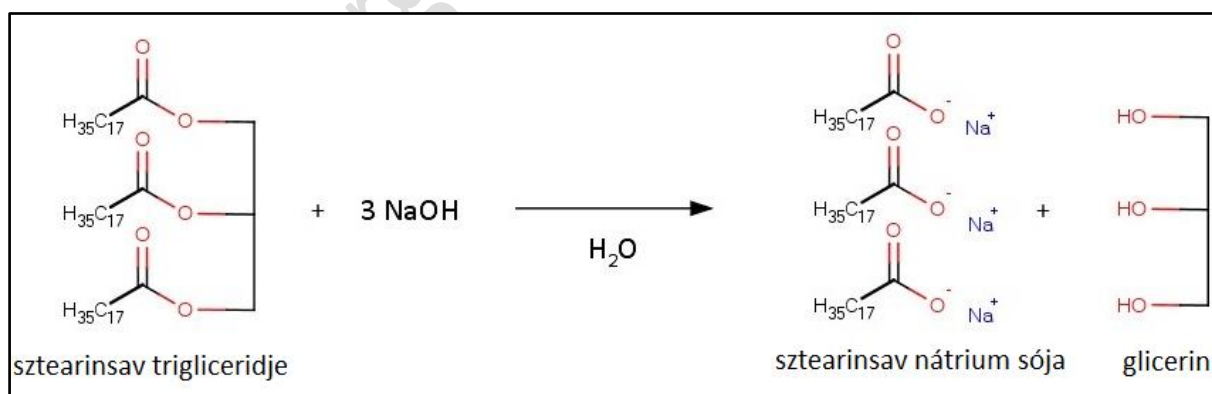
A növényi olajok telítetlen kötéseit lehet telíteni hidrogénezéssel. Ezt a folyamatot zsírkeményítésnek hívják, ugyanis az olajok a telítés hatására megkeményednek.

Vízben egyikük sem oldódik, azonban sűrűségük kisebb a víznél, ezért úsznak a víz felszínén.

Apoláris oldószerekben kitűnően oldódnak.

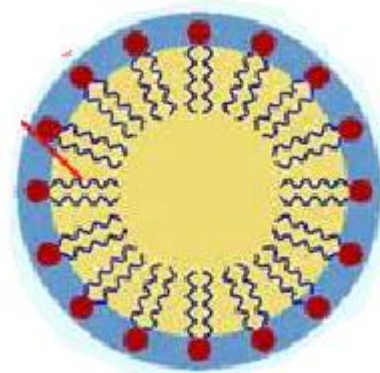
A szappan

Nagy szénatom számú karbonsavakat tartalmazó észterek (**zsírok és olajok**) **lúgos hidrolízise során** (KOH, vagy NaOH hatására) karbonsav sók keletkeznek (kálium- vagy nátriumsó). Ezek a szappanok.



A szappanok **ionos vegyületek**. Kettős tulajdonsággal rendelkeznek (más néven amfipatikus vegyületek). **A részecskék végén található karboxilcsoportból keletkezett ionok hidrofil, azaz vízben jól oldódó, míg a hosszú apoláris szénláncuk hidrofób, azaz víztaszító tulajdonságú (amfipatikus vegyületek).** E kettős viselkedésnek köszönhetik tisztító erejüket.

Szappan vízben való oldásakor zavaros oldat keletkezik. **Minél keményebb a víz, annál rosszabbul oldódik a szappan az adott vízben. Az oldáskor a részecskék ionos része jól, míg a hidrofób szénlánc rosszul oldódik. Az anionok emiatt a víz felületén egy egyrétegű hártát képeznek, és ezzel csökkentik a víz felületi feszültségét (megtörik a hidrogénkötéses rendszerét a felületen) és fokozzák a víz habzását (felületaktív anyag). Amikor a szappanrészecskék bekerülnek a vizes fázis belsejébe, akkor ionokból álló asszociátumokat hoznak létre, amelyeket micellának nevezünk.** Érdemes megnézni az ábrát, hogy hogyan néznek ki ezek a szappanokból létrejött a micellák. A micellaképződés lévén a szappan részecskék csak az ionos felükkel érintkeznek a vízmolekulákkal.



A micellaképzésnek köszönhetik tisztító hatásukat a szappanok. Amikor ezek a micellák zsírfoltokkal találkoznak, akkor a szappanmolekulák úgy helyezkednek el, hogy az apoláris felükkel a zsírfolt felé, míg a poláris felükkel a vízben. Dörzsölés, vagy rázás hatására képes a zsírréteg fellazulni és kisebb darabokra töredezni. A kisebb letört szennyezés darabokat a szappan részecskék körül fogják és micella alakjában oldatba viszik.

Szervetlen savak észterei

A szervetlen savak észterei ásványai savak és alkoholok észteresítési reakciója lévén jönnek létre. A három legfontosabb csoport, a salétromsav, kénsav és foszforsav észterei.

A kénsav észterei

A kénsav észterei a mosószerek alapanyagai. A kénsav kétértékű savként kétféleképpen tud észtereket kialakítani. Vagy csak az egyik, vagy akár mind a két hidroxilcsoportját észteresíteni lehet. Ha mind a két hidroxilcsoportja észterkötést hoz létre, akkor dialkilszulfátokat kapunk.

Gyakorlati szempontból azonban nekünk most az a fontos, amikor a kénsavnak csak az egyik hidroxilcsoportját észteresítik. Ilyenkor savanyú észtert kapunk, más néven alkilhidrogén-szulfátokat. A másik hidroxilcsoportot sóvá lehet alakítani. Ha nagy

szénatomszámú zsíralkohollal észteresítünk, és a másik hidroxilcsoportot sóvá alakítjuk, akkor a keletkezett vegyület a szappanokhoz hasonlóan mosószerként használható, ugyanis tartalmaz apoláris láncot és poláris részt. Jobb mosószerek, mint a szappanok, ugyanis velük ellentétben még kemény vízben sem képeznek csapadékot. Vizes oldatuk a szappanokéval ellentétben semleges kémhatású.

A salétromsav észterei

A salétromsav észtereit nitriteknek nevezik. Salétromsav és alkoholok reakciójával jönnek létre. Számos nitritnek nagy ipari jelentősége van. A nitroglicerín, más néven glicerín-trinitrát szintelen, sűrűn folyó folyadék. A gyógyszer- és a robbanóanyag-ipar is használja. Értágító hatású és robbanékony.

A gyógyszeripar értágító hatása miatt szívgyógyszerként, a robbanóanyag-ipar a dinamit egyik összetevőjeként használja. A dinamitot Alfred Nobel fedezte fel 1866-ban.

Számos filmben láthattuk, hogy a nitroglicerintől az emberek rettegnek, hiszen már kisebb mechanikai behatásra is robban. Ez egy tévhit, a nitroglicerín valójában nem ennyire robbanékony. Kisebb mechanikai behatást (pl. ha gyengébben a falnak dobjuk) kibír, csak nagyobb ütés hatására robban.

A foszforsav észterei

A foszforsav észterei közül kiemelkedő biológiai jelentőséggel bírnak a foszfát-észterek. Az RNS és DNS alapvázát cukor-foszfát-észter kötések tartják össze, a sejteket felépítésében kulcsfontosságú szerepet játszik a foszfátidsav. Az élő szervezet sejtjeinek központi energiaforrásaiban, az ATP-ben és ADP-ben is foszforsav-észterek találhatóak. A későbbiekben a nukleinsavak témakörnél lesz alkalmunk megismerkedni pár példával.