

Tejsav és politejsav

A tejsav (2-hidroxi-propánsav) a természetben is megtalálható szerves sav. Számos élelmiszer természetes összetevője. A tej cukortartalmából keletkezik. Hatására a fehérjék kicsapódnak, és kocsonyás állag alakul ki. Ezt nevezzük aludttejnek. A tejtermékeken kívül megtalálható a borban, a savanyú káposztában, a kovászos uborkában, és az izmokban is keletkezik. Az emberi vérben nyugalmi állapotban koncentrációja 1-2 mmol/l, de ez az érték nagymértékű fizikai igénybevételkor akár 20 mmol/l fölé is emelkedhet. Ez a tejsavfelesleg az izmokban keletkezik, és ott izomlázat okoz.

Fizikai tulajdonságai alapján a tejsav színtelen, szagtalan, erősen higroszkópos folyadék. Vízen és vízzel elegyedő oldószerekben korlátlanul, vízzel nem elegyedő szerves oldószerekben nehezen oldódik, benzolban és kloroformban pedig oldhatatlan.

Ipari méretekben 1881 óta állítanak elő tejsavat különböző technológiákkal, 1990 óta az előállítás azonban szinte kizárólag szénhidrátok erjesztésével történik. Ennek egyik oka, hogy a vegyipari szintézisek során a tejsavval izomer vegyületek is keletkeznek, melyek eltávolításának magas a költsége. A másik indok, hogy a megújuló források használata (szénhidrátforrásként számos növény használható, de kísérletek folynak a növényi hulladékok hasznosítására is) célszerűbb az amúgy is fogyatkozó, petrokémiai alapanyagoknál.

A világ tejsavtermelése évről évre nő. 2006-ban 120 ezer tonna volt, de világviszonylatban évente 12-15 %-os növekedést jósolnak. Ennek oka, hogy a hagyományos ruhaipari (bőrök cserzése, gyapjú festése), illetve élelmiszeripari (tartósító-, pácolószer, pH-szabályozó, emulgeálószer) felhasználása mellett a hasznosítási lehetőségek egyre bővülnek. Kétféle funkciós csoportjának következtében számos értékes vegyület alapanyaga lehet.

Dehidratálásával akrilsav, polikondenzációval politejsav (PLA), kondenzációval pentán-2,3-dion, hidrogénezéssel propilén-glikol állítható elő belőle, észterezhető, és előállítható a kalcium- illetve nátriumsója. Az egyik legtöbbet kutatott származéka a politejsav, ami a tejsav közvetlen kondenzációjával állítható elő. Ennek a polimernek azért is nagy a jelentősége, mert megújuló forrásokból állítható elő, biológiailag lebomló (pl. egy műanyagvilla 45 nap alatt bomlik le a természetben), a bomlásához nincs szükség napfényre, csak nedvességre, a bomlástermékei pedig nem toxikusak. Kedvező tulajdonságai közé tartozik, hogy a nedvességet kevésbé köti meg, kicsi a gyúlékonysága, égésekor csekély a füstképződés, UV fénynek ellenáll, jól színezhető, és kicsi a sűrűsége.

Alkalmas a PLA ruházatok, bútorok előállítására, felhasználható kupakok, eldobható poharak, tányérok, evőeszközök, csomagolóanyagok gyártására. A PLA még a gyógyászatban is használható: alkalmas varratok készítésére, gyógyszerek kapszulázó szereként lehetővé teszi a szabályozott hatóanyag leadást. A jelenleg folyó kísérletek alapján akár implantátumok, mesterséges szervek (műmáj) előállítására is alkalmas lehet.

A PLA alapú polimerek széleskörű elterjedésének egyelőre még korlátot szab a fosszilis nyersanyagokból előállított műanyagokhoz viszonyított 3–5-szörös ár, de a tendencia mindenképpen biztató, hiszen ez a különbség régebben 35-szörös volt. (2009. októberi *Természet Világa* alapján)

- a) Nevezze meg a tejsav funkciós csoportjait!
- b) Nevezze meg a PLA funkciós csoportját, ha az a tejsav kétféle funkciós csoportja között jön létre kondenzációval!
- c) A szöveg adatai alapján lehet-e izomláza annak az embernek, akinek a vérében 2,25 gramm/liter a tejsav-koncentráció? Válaszát számítással igazolja!
- d) Hogyan oldódik a tejsav
- etil-alkoholban:
 - benzinben:
 - acetonban:
- e) 2011-ben a szöveg alapján legalább mekkora lesz a világ éves tejsavtermelése?
- f) Mik az előnyei a tejsav szénhidrátokból való előállításának? Minden esetben indokolja válaszát!
- g) Ma mi az előnye illetve a hátránya annak, ha egy műanyagpohár polietilén helyett politejsavból készül?
- h) A PLA-t mely tulajdonságai teszik alkalmassá kerti bútorok készítésére?

(2011. május)

Megoldás: (13 pont)

- | | | |
|--|--------|---------------|
| a) Hidroxilcsoport, karboxilcsoport. | együtt | 1 pont |
| b) Észtercsoport. | | 1 pont |
| c) $M(\text{tejsav}) = 90 \text{ g/mol}$ $c(\text{tejsav}) = (2,25 \text{ g} : 90 \text{ g/mol}) : 1 \text{ liter} = 0,025 \text{ mol/liter}$ ez nagyobb koncentráció, mint a 20 mmol/liter, így okozhat izomlázat. | | 1 pont |
| d) Etil-alkoholban és acetonban korlátlanul, benzinben nehezen oldódik. (Két jó megállapítás: 1 pont) | | 2 pont |
| e) $120 \cdot 1,12^5 = 211$ ezer tonna | | 1 pont |
| f) Nem keletkeznek izomer vegyületek, melyek eltávolításának magas a költsége. Célszerűbb a megújuló források használata, a fogyatkozó petrokémiai alapanyagokkal szemben. | | 1 pont |
| g) Előnye: hamarabb lebomlik a természetben. Hátránya: drágább. | | 1 pont |
| h) A nedvességet kevésbé köti meg, kicsi a gyúlékonysága, égésekor csekély a füstképződés, UV fénynek ellenáll, jól színezhető, kicsi a sűrűsége. (Elegendő 4 tulajdonság felsorolása, 2-3 tulajdonság 1 pont.) | | 2 pont |