

Az élelmiszerek fontos összetevői a szerves savak és származékaik, amelyek közül a legjelentősebbek az éleszterek és a laktonok.

8.4.1. Szerves savak

A szerves savak karboxilcsoportot ($-\text{COOH}$) tartalmazó, szerves szénvegyületek. Az ásványi savaknál gyengébbek, a dikarbonsavak a monokarbonsavaknál erősebbek. Legjellemzőbb tulajdonságuk, hogy az alkoholokkal észtert képeznek, fontos átalakulásuk a dekarboxileződés, és megfelelő körülmények között alkoholllá redukálhatók. Mind a növényi, mind az állati szervezetekben az intermedier anyagcsere-folyamatok metabolitjaiként fordulnak elő. Az élelmiszerekben a szerves savak **részt vesznek az íz- és illatanyagok kialakításában**. A pH változtatásával szabályozzák egyes, technológiai szempontból fontos reakciók sebességét, és védelmet nyújtanak a mikrobiológiai romlás ellen.

A **telített monokarbonsavak** közül legjelentősebb az **ecetsav** (CH_3COOH), amely áthatóan savanyú ízű és szagú, vízgőzzel desztillálható illósav. Disszociációs állandója 25°C -on $1,85 \cdot 10^{-5}$. Szabadon és sói formában is egyaránt széles körben megtalálható a növényvilágban. Kimutatták az almában, a banánban, a szamócában, a málnában, az ananászban, a zöld és a pörkölt kávéban, és előfordul minden olyan élelmiszerben, amely alkoholos vagy savas erjesztéssel készül (savanyú tejkelesztmények, kenyér, alkoholtartalmú italok). Az ecetsavat biológiai oxidációval alkoholból vagy szintézis útján acetaldenhidből állítják elő. A 10–20% töménységben forgalomba hozott oldatát ételek savanyítására használják.

A **propionsav** ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$) gyenge sav, amelyet a propionsav-termelő baktériumok hexózokból állítanak elő. A propionsav ezért előfordul minden olyan élelmiszerben, ahol megvan a propionsavas erjedés feltételei. Fontos szerepe van a sajt érésében, mert részt vesz az aromaanyagok kialakításában, előfordul ezenkívül a kenyérben, a kávéaromában, a sörben és a teában; a propionsav és sói pedig a kenyér nyúlósodása ellen hatnak. Az **n-vajsav** [$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$] kellemetlen, átható szagú, az ecetsavnál gyengébb sav. A vajsaftermelő baktériumok szénhidrátokból és tejsavból állítják elő, anaerob körülmények között. Azokban az élelmiszerekben fordul elő, amelyek gyártása során erjedési folyamatok mennek végbe, így megtalálható a kenyérben, a savanyú káposztában, a rotkort és parmezán sajtban, számos növényben, gombában és a húsnedvben.

Az **izovajsav** (2-metil-propionsav, [$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{COOH}$]) a sörben, a teában és a zellergyökérben előforduló, a vajsaavnál kevésbé kellemetlen szagú folyadék. Az **n-valeriánsav** (pentánsav, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$) a kávékivonatban, a **2-metil-butánsav** (α -metilvajsav) a dohány leveleiben, egyes sajtéleletekben és a macskagyökérben, az **izovaleriánsav** (3-metil-vajsav) a szamócában és a búzakenyér térsztájában, a **kapronsav** (hexánsav) a tejben, a sajtban, a sörben, a teában és a málnában, az **izokapronsav** a tea és az ananász aromakomponensei között, az **önantsav** (n-heptánsav) a sörben, az almahéjban, a sajtban, a savanyú káposztában, a teában és a kávéban, a **kaprilisav** (n-oktánsav) metilésztere az ananász aromakomponensei között, a **pelargonsav** (n-nonansav) a tea, a spenót, a narancshéj és a bor komponensei között található meg. A kisebb szénatomszámú telítetlen monokarbonsavak közül a **krotonsavnak** (transz-2-buténsav) és az **izokrotonsavnak** (cisz-2-buténsav) van jelentősége, amelyeket a dohány leveleiből mutattak ki.

A **telített dikarbonsavak** molekulájában két karboxilcsoport található. Az **oxálsav** [$(\text{COOH})_2$] erősen savas kémhatású, számos alacsonyabb és magasabb rendű növényben szabad állapotban kalcium vagy savanyú kalciumsó alakjában előforduló vegyület, amely a sejtmedvekben alacsony pH-t idéz elő. Nagy mennyiségben fordul elő a rebarbarában, a sósakában, egyes fűvekben és a spenótban ($500\text{--}900\text{ mg/100 g}$), kisebb arányban található a dohányleveleiben és a burgonyában. 4–5 g szabad

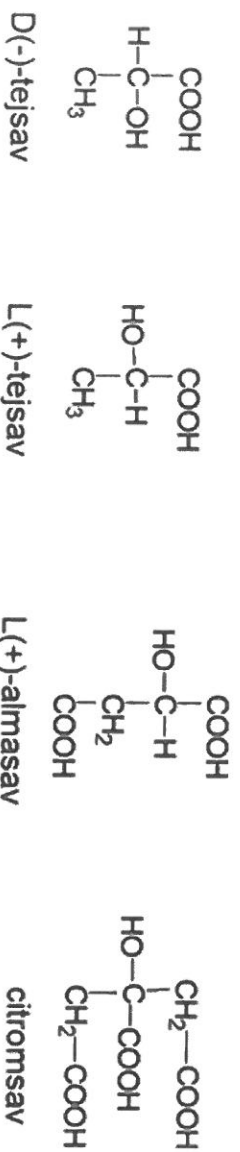
oxálsav az ember számára halálos méreg. A **malonsav** (propándisav) számos enzim aktivitását kompetitíve gátolja. Megtalálható a dohányban, a gombában, az árpában, a rozsbán és a borban. A **borostyánkősav** (a citromsavciklus egyik köztermeke) számos növényi és állati termékben megtalálható. A **glutársav** és az **adipinsav** az éretlen cukorropában és a cigarettafüstben fordul elő. A **malonsav**, a **glutársav** és az **adipinsav** diammóniumsóí a konyhasóhoz hasonló ízűek, ezért Na-szegény diétában ízesítőként felhasználhatók.

A **telítetlen dikarbonsavak** közül az etiléndikarbonsavnak két sztereoizomer formája van: a **cisz-etiléndikarbonsav** **maleinsav** néven ismert, a **transz** izomer pedig a **fumársav**. A maleinsav a dohányban és a gombában, a fumársav viszont, mivel részt vesz a citrátkörben, gyakorlatilag minden olyan sejten megtalálható, ahol a citrátkör lejátszódik. Az 1,2-propén-dikarbonsav öt szénatomos, telítetlen dikarbonsav, amelynek **cisz** módosulata, a **citrakonsav**, a számocában fordul elő.

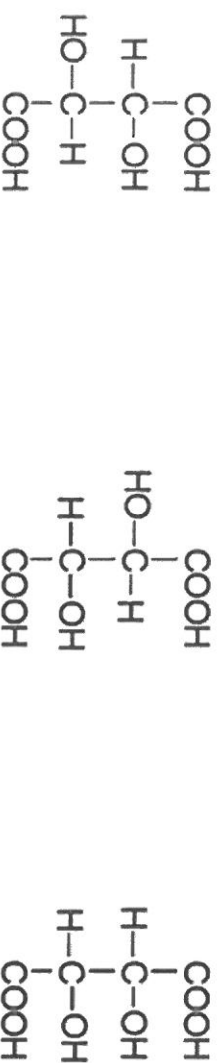
A **telítetlen trikarbonsavak** közül az **akonitsavnak** ugyancsak két sztereoizomer formája, a **cisz-** és a **transz-akonitsav** létezik. A **transz-akonitsav** a cukornádban, az árpában és a kölesfélékben fordul elő, a **cisz-akonitsav** pedig a citromsav ciklus közbülső terméke. A **glikolsav** vagy **hidroxiecetsav** telített **monohidroximonokarbonsav**, amely az oxálsav biológiai átalakulásának a terméke. Az éretlen szőlő erősen savanyú ízt okozza. A **tejsav** (2-hidroxipropionsav) víziszta, „tisztá” savanyú ízű vegyület. Három izomer módosulata létezik, amelyek közül a D(-) tejsav a szénhidrátok tejsavas erjedése során képződik, az L(+) tejsav pedig az állati szervezetben a glikogén lebontásának terméke (8.6. ábra). A tejsav kellemes, savanyú íze miatt különböző élelmiszerek ízesítésére alkalmas. Fontos szerepe van számos élelmiszer gyártásánál, pl. a savanyú tejkészítmények, a mikrobiológiai úton savanyított zöldségfélék, a kenyér gyártásánál, a friss húсок érésénél.

A **glicerinsav** a szénhidrát-anyagcsere folyamán képződik a növényi és az állati szervezetben. Az **almasav** (8.6. ábra) három lehetséges módosulatából a természetben csak az L-módosulat található meg, amely köztes termék a citrátciklusban. Különösen sok található belőle az éretlen almában, az egresben és a szőlőben, és előfordul még a vérben, a mézben és a borban is. A **borkősav** (8.7. ábra) a természetben csaknem kizárólag a D(+)-borkősav formában fordul elő. A természetben széles körben megtalálható a különféle növényekben: a szőlőben, a galagonyában, a meggyben és a berkenyében. Az újbortól jelentős mennyiségben válik ki savanyú káliumsója, a borkő. A borkősavat sütőporokba, gyümölcszselék, cukorkák, fagyalt ízesítésére és a limonádék savanyítására használják.

8.6. ábra - A tejsav, az almasav és a citromsav



8.7. ábra - A borkősav izomerjei



D(+)-borkősav

L(-)-borkősav

mezo-borkősav

A **citromsav** (2-hidroxi-propán-trikarbonsav-1,2,3) kellemesen savanykás ízű, nagyon reakcióképes vegyület, amely minden élőlényben megtalálható, hisz a sejtlégzésben a citrátciklus előtagja. A citrom különösen sok citromsavat (8.6. ábra) tartalmaz, az ipar is ebből állítja elő. Kellemes savanykás íze miatt az élelmiszer-ipar széles körben alkalmazza cukorkák, fagyaltok, üdítőkitalok, likőrök, italporok készítésére, fűszerek, mártások ízesítésére. A citromsavból kitűnő puffer készíthető, ezért különböző élelmiszerek, elsősorban tejtermékek gyártásakor előszeretettel alkalmazzák. Kompleképző hatása miatt alkalmas a Ca-ion lekötése révén a véralvadás gátlására. A Cu- és a Fe-ionok komplex alakban való megkötése miatt a zsírokhoz adagolt antioxidánsok mellett szinergikus hatása van.

Az **oxo-karbonsavak** az élő szervezetben lejátszódó anyagcsere-folyamatok metabolitjai, emiatt kis mennyiségben minden élelmiszerben megtalálhatók. A többi savhoz hasonlóan részt vesznek a különféle termékek jellemző aromájának kialakításában.

Az **aliciklikus karbonsavak** közül a **sikimisav** ($\text{C}_7\text{H}_{10}\text{O}_5$) a növényekben és a mikroorganizmusokban az aromás vegyületek képződésének kulcsanyaga. Kimutatták az almában, a körtében, a sárgarépbában és a zellergyökérben. A (-)-**kinasav** ($\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_6$) szintén az aromás vegyületek bioszintézisében vesz részt.

Az **aromás karbonsavak** közül a **benzooesav** és származékai, a **p-hidroxi-benzooesav** és a **p-hidroxi-benzooesav-észterek**, valamint a **szalicilsav** baktericid és fungicid hatásúak. Néhány aromás karbonsav a különböző élelmiszerekből is kimutatható; az iz- és aromaanyagok részei. A **protokatechusav** (3,4-dihidroxi-benzooesav) szabad vagy észterezett formában a levelekben, a virágokban és a növények fás részeiben található. A **vanillinsav** (4-hidroxi-3-metoxi-benzooesav) a lignin oxidatív lebontásakor képződik. A **gentizinsav** (2,5-dihidroxi-benzooesav) in vitro erős fungicid hatást fejt ki. A **galluszsav** (3,4,5-trihidroxi-benzooesav) a tannin és más cseranyagok alkotórésze. A **színgasav** (3,5-dimetoxi-4-hidroxi-benzooesav) a növényvilágban gyakran megtalálható; a cukornád nedvéből mutatták ki.

8.4.2. Észterek

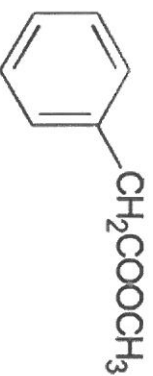
A szerves savak észterei rendkívül fontos aromaképző vegyületek, ugyanis a **szerves savak alifás alkohollal képzett észtereire** jellemző, hogy kis szénatomszámú képviselőik gyümölcsillatúak. A **hangyasav-etil-észter** (etil-formiát) gyümölcs- és éteres illatú folyadék, amely megtalálható számos gyümölcsben, ezenkívül a kávéaromában és a borban. Gyümölcsaromák előállítására használják. Az etil-formiát mellett mindig előfordul a **metil-formiát** is. A **metil-acetát** és az **etil-acetát** kellemes, friss gyümölcsillatú folyadékok; az utóbbi a gyümölcsökben leggyakrabban előforduló észter.

Az **1-propil-acetát** körtére emlékeztető illatú, a **butil-acetát** pedig erőteljes gyümölcsillatú folyadék, ami az almaaromában is megtalálható. Az **izobutil-acetát** egyes sörökben képződik, a **pentil-acetátok** pedig, különösen az 1-pentil-acetát, a sör bukéanyagainak összetevője, de előfordul ezenkívül a kakaóban és az almakivonat aromaanyagáiban. A **3-metil-butil-acetát** számos gyümölcs aromájának kialakításában vesz részt, a banánaroma fő komponense, a banán érése során képződik. A **hexil-acetátot** és az **ecetsav-transz-2-hexenil-észtert** gyümölcsaromaként használják.

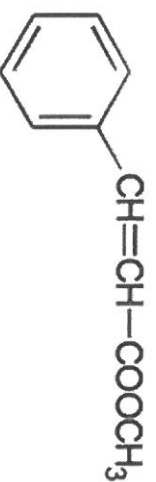
A **vajsavalkil-észterei** kellemes gyümölcsillatú vegyületek, az n- és izovajsav-észterek egy-egy gyümölcsre emlékeztető illataroma hordozói. A vajsav-észterek előfordulnak a gyümölcsökben, a szeszestilokokban, a sajtokban, felhasználják gyümölcs- és illóaromák, esszenciák készítéséhez, továbbá az illatszeriparban. A **kapronsav-etil-észter** ananászra emlékeztető illatú vegyület, amelyet szintetikus gyümölcsaromák készítésekor alkalmaznak. A **kaprisav-etil-észter** számos gyümölcsben és szeszestilokban megtalálható, és ugyancsak gyümölcsaromák előállítására használják.

Az **alifás savak aromás alkohollal képzett észterei** vízben nem, de éterben és alkoholban jól oldódnak. Jellemzőes aromahordozók a következők: **benzil-acetát**, **2-fenil-etil-izobutirát**, **izovalerianát** és a **fahéj-acetát**. Az **aromás savak alkilalkohollokkal képzett észterei** általában intenzív illatúak, közülük tartozik a **fenil-ecetsav-metil-észter** és **-etil-észter**, amelyek mézre emlékeztető illatú vegyületek, valamint a **fahéjsav-metil-észter**, a fahéj aroma összetevője, amely édeskés, balzsamos gyümölcsre hasonlító illatú (8.8. ábra). A **fenol-karbonsav-észterek** (8.9. ábra) közé tartoznak pl. a **szalicilsav-észterei**, amelyek között több illatanyag található, és amelyek néhány gyümölcs aromaanyagának és illóolajainak összetevői. A **szalicilsav-metil-észter** édeskés, fenolos illatú vegyület, az illóolajokból és kis mennyiségben a gyümölcsökből is kimutatható. A **szalicilsav-izoamil-észter** orchideaillatú folyadék, néhány gyümölcs aromaanyaga.

8.8. ábra - Aromás savak alkilsavakkal képzett észterei

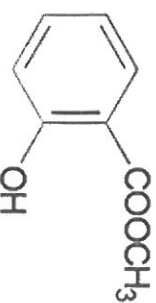


fenil-ecetsav-metil-észter



fahéjsav-metil-észter

8.9. ábra - Fenol-karbonsav-észterek



szalicilsav-metil-észter



szalicilsav-izoamil-észter

8.4.3. Laktonok

A laktonok a **hidroxil-karbonsavak belső észterei**, amelyek γ - és δ -hidroxisavakból spontán képződnek. A γ -lakton öttagú, a δ -lakton hattagú, gyűrűs vegyület. A laktonok élelmiszerekben is előfordulnak, és mivel néhányuknak kicsi az izküszbértéke, ezért jelentős élelmiszeraroma-komponensek. A γ -laktonok inkább a növényi, a δ -laktonok pedig főként az állati eredetű élelmiszerekben fordulnak elő. A γ - és δ -laktonokon kívül **az élelmiszerekben még makrociklusos és biciklusos laktonok is előfordulnak**.

- [tartalomjegyzék \(#\)](#)
- [adatlap \(#\)](#)

[Élelmiszer-kémia \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/index.html\)](#)

[A tárlás \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/pr01.html\)](#)

[Bevezetés \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/pr02.html\)](#)

[A víz és az ásványi anyagok \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch01.html\)](#)

[1.1. A víz \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch01.html\)](#)

[1.2. Az ásványi anyagok \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch01s02.html\)](#)

[1.3. Élelmiszerek nedvességtartalmának és ásványi alkotórészeinek meghatározása \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch01s03.html\)](#)

[1.4. A víz és az ásványi anyagok összefoglalása \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch01s04.html\)](#)

[A szénhidrátok \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch02.html\)](#)

[2.1. Monoszacharidok \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch02.html\)](#)

[2.2. Monoszacharidszármazékok \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch02s02.html\)](#)

[2.3. Oligoszacharidok \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch02s03.html\)](#)

[2.4. Poliszacharidok \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch02s04.html\)](#)

[2.5. A szénhidrátok biokémiai átalakulásai \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch02s05.html\)](#)

[2.6. A szénhidrátok kimutatása](#)

[és meghatározása \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch02s06.html\)](#)

[2.7. A szénhidrátok összefoglalása \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch02s07.html\)](#)

[A fehérjék és felépítésük \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch03.html\)](#)

[3.1. Az aminosavak \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch03.html\)](#)

[3.2. Peptidok \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch03s02.html\)](#)

[3.3. A fehérjék \(hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/ch03s03.html\)](#)