

**Dr. Süli Ágnes****Angyalné
Dr. Alexy Márta**

**SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
MEZŐGAZDASÁGI KAR**

PRECÍZIÓS TAKARMÁNYOZÁS

Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen készült az Európai Unió támogatásával.

Projekt azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014

I. A precíziós takarmányozás jelentősége

1. Az élelmiszer-előállítás globális trendjei, az élelmiszertermelés jelenlegi és várható helyzete.
2. Milyen problémákkal, kihívásokkal állunk szembe?
3. Mi az a precíziós takarmányozás és milyen összefüggései vannak a precíziós állattartással?

II. A takarmányok fontosabb nutritív hatású makrotáplálóanyagai

1. N-tartalmú anyagok
2. Lipidek
3. Szénhidrátok

III. A takarmányok táplálóértéke és a táplálóanyagok értékesülése

1. A takarmányok energiaértékelése
2. A fehérjeforgalom jellegzetességei

IV. Modern takarmányozási ismeretek áttekintése

1. Takarmányozásimmunológia
2. Molekuláris takarmányozás
 - 2.1. Nutrigenetika, Nutrigenomika
 - 2.2. Epigenetika, Epigenomika
3. Kitekintés a kutatási eredmények gyakorlati jelentőségébe

V. Precíziós takarmányozás a gyakorlatban

1. Precíziós technológiák alkalmazása a sertés és baromfi fajok takarmányozásában
2. Precíziós technológiák alkalmazása kérődzők takarmányozásában

Témakörök rövid áttekintése

A tananyag első részében ismertetjük a precíziós takarmányozás fogalmát és jelentőségét, valamint a problémakört, amelyre megoldási lehetőségeket kínál a precíziós technológia:

- az élelmiszertermelés és a globális demográfiai folyamatok összefüggései
- az állati eredetű élelmiszerek előállításának feltételei, valamint a természeti környezetre gyakorolt hatásuk
- nincs precíziós takarmányozás precíziós állattartás nélkül

A tantárgy második témakörében a takarmányok fontosabb nutritív makrotáplálóanyagait tekinti át, amely hozzásegíti az olvasót ahhoz, hogy:

- áttekintse a különböző kémiai karakterű táplálóanyag csoportokat
- megismerje azok takarmányozási jelentőségét
- tisztázza szerepüket a rendkívül bonyolult, összetett és egymásra épülő anyagszállítási folyamatokban

A tantárgy harmadik témaköre a klasszikus takarmányozási ismeretek segítségével mutatja be a kérődző és monogasztrikus fajok takarmányainak tápláléértékét és azok értékesülését:

- mit jelent az energetikai érték és mi a jelentősége a takarmányokra vonatkoztatva
- milyen főbb jellegzetességei vannak a fehérjeforgalomnak, amelyek befolyásolják a hatékony termelést

A tantárgy negyedik témaköre a klasszikus takarmányozási ismereteket egészíti ki a legfrissebb takarmányozási kutatások eredményeivel:

- milyen összefüggés van a takarmányozás és az immunológia között?
- hogyan kapcsolódhat össze a takarmányozás és a molekuláris genetika?
- hogyan jelennek meg a mindennapi életünkben a kutatási eredmények?

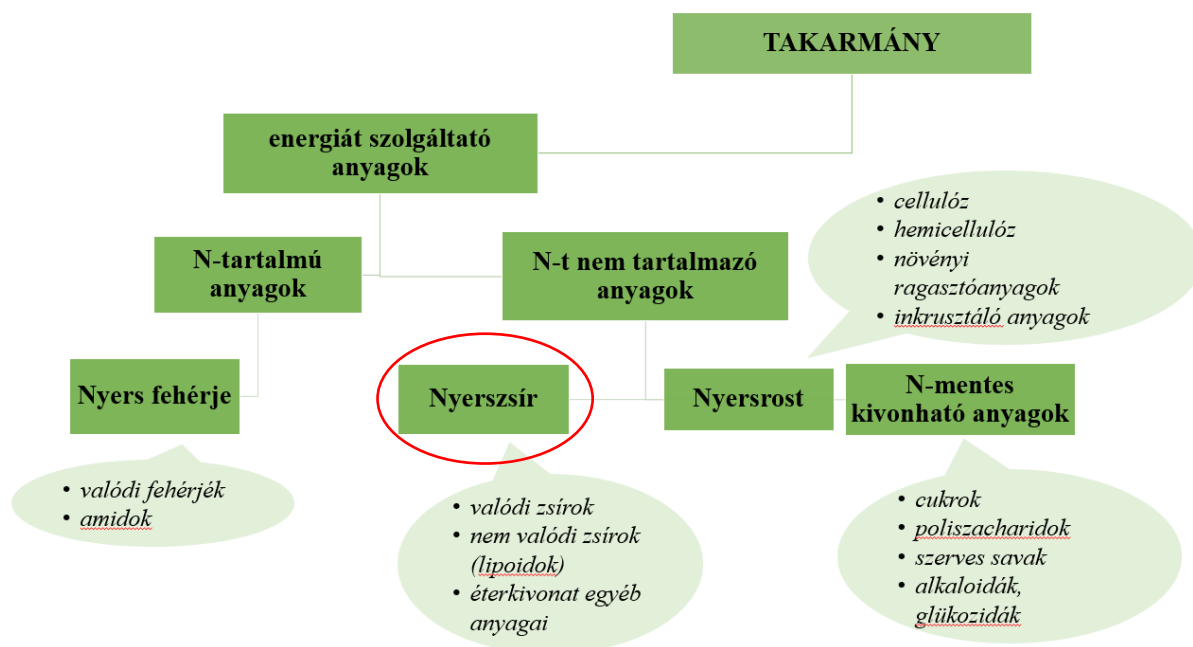
A tantárgy ötödik témaköre a precíziós takarmányozási megoldások technológiai megoldásait mutatja be:

- precíziós takarmányozási kutatások és azok gyakorlati felhasználása a sertés és a baromfi fajok esetében
- precíziós takarmányozási kutatások és azok gyakorlati felhasználása a kérődző fajok vonatkozásában

II. A takarmányok fontosabb nutritív hatású makrotáplálóanyagai

A takarmány azon makrotáplálóanyagai, amelyek nem tartalmaznak nitrogént, döntően **energiaként hasznosulnak** az állati szervezetben.

Két nagy csoportra oszthatók **lipidek** és **szénhidrátok**.



1. ábra: A takarmányok táplálóanyagai II.

2. Lipidek

A lipidek képviselik a biomolekulák kémiai legváltozatosabb csoportját. A szervezetben több feladatot töltenek be

- energetikai szempontból **hatékony raktározott üzemanyagok**,
- a sejtek és organellek **membránját felépítő anyagok**,
- **hormonok, vitaminok** formájában **jelentős szabályozófunkcióik** is vannak (Babinszky és Halas szerk., 2019).

Mivel számos biológiai folyamat aktív szereplői, ezért (is) **esszenciálisak** a szervezet számára. Az **egyszerű lipidek** jellemzően **energiaraktárként** funkcionálnak, míg az **összetett lipidek** a **sejtstruktúra felépítésében** vesznek részt (lipoproteinek, foszfolipidek), a **glicerinnélküli lipidek** csoportjába tartozó terpének és szteránvázis vegyületek **vitaminként** vagy **hormonként** a szervezet anyagcsere-folyamatait szabályozó anyagok (Schmidt szerk., 2015) (2. ábra).



2. ábra: A lipidek csoportosítása

Egyszerű gliceridek

A takarmányokban található lipidek összefoglaló neve a **nyerszsír**. Kémiaiilag **változatos összetételű vegyületek**et foglal magában, amelyek **zsíroló szerrel kioldhatók** (1. ábra).

A takarmányok és az állati test összes lipid tartalmának nagyobb részét a **valódi zsírok** teszik ki. A zsírok a felszívódást követően kisebb veszteséggel értékesülnek az anyagcsere-folyamatokban, mint a többi táplálóanyag, ezért (is) legfontosabb feladatuk:

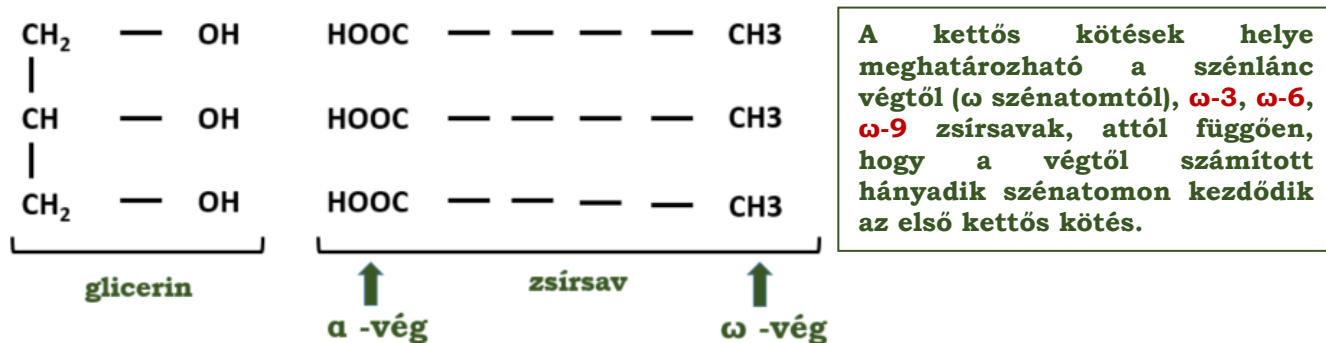
- **az energiaraktározás**
- **a mechanikai védelem**
- **a test szigetelése.**

szénhidrátok 17kJ/g energia
fehérjék 24-25 kJ/g energia
zsírok 39 kJ/g energia



Mi a zsírok (és olajok) előnye a poliszacharid energiaraktározó vegyületekkel szemben? Egyrészt, mivel redukáltabbak, több energiát lehet kinyerni belőlük a sejtlégzés során, másrészt hidrofóbok révén nincs hidratburkuk, következésképpen a tárolásuk kevesebb vizet igényel (1g glikogén 2g vizet vesz fel). Ezért tudnak az emlősök sokkal többet tárolni zsírból, mint szénhidrátból.

A **valódi zsírok** (trigliceridek) a glicerinnel, mint háromértékű alkoholnak zsírsavakkal képzett észterei (3. ábra).



3. ábra: A valódi zsírok kémiai összetétele

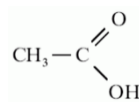
A zsírokat alkotó **zsírsavláncok hossza** (szénatomok száma: 4-34) és **telítettségi állapota** (van-e benne kettős kötés vagy nincs) alapvetően meghatározza a trigliceridek fizikai tulajdonságát (pl. olvadáspont) és a szervezetben betöltött szerepét.

A zsírsavak csoportosítása történhet:

- a **zsírsavlánc hossza** (hosszú, közepes és rövid szénláncú zsírsavak),

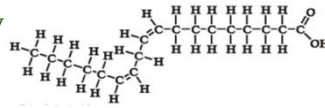
pl.1:

- az **ecetsav** (C2:0) 2 szénatomból álló karbonsav
- vízzel korlátlanul elegyedő szerves sav, savas kémhatású
- szénhidrát komponensek fermentációjának fő terméke



pl.2:

- a **linolsav** (C18:2) 18 szénatomból álló karbonsav
- vízben oldhatatlan, kémhatással nem rendelkezik
- esszenciális ω -6 zsírsav (2 db kettős kötés)
- szerepe az élő szervezetek élettani folyamataiban összetett

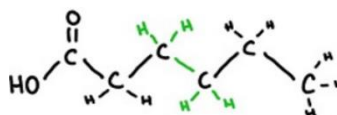


- a **szénatomok közötti kettős kötések száma** (telített, telítetlen),



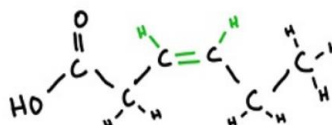
TELÍTETT

- nincs kettős kötés a szénatomok között
- energia szükséglet fedezése
- alacsony olvadáspont
- sertészsír, marhafaggyú, tejzsír



TELÍTETLEN

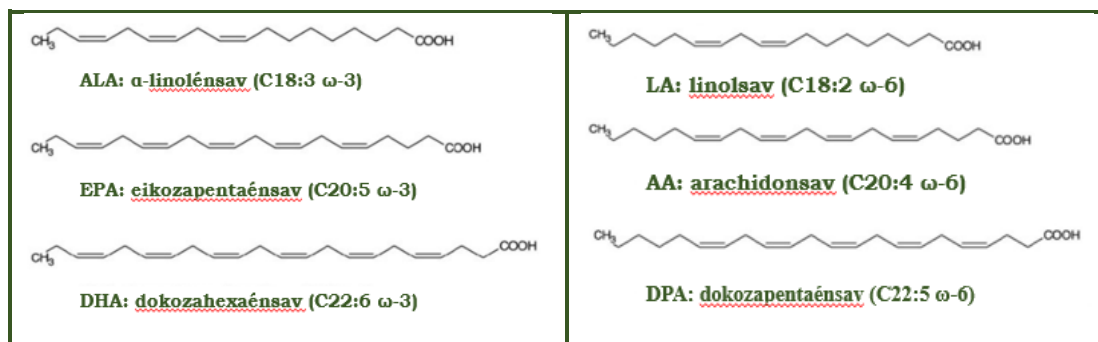
- van kettős kötés (1,2 vagy több) a szénatomok között
- speciális élettani funkciók
- magas olvadáspont
- tengeri szervezetek, növényi olajok



A **ω** utáni szám jelöl a kettős kötések számát.

- a szénatomok közötti kettős kötések helye (**ω-3, ω-6, ω-9**),

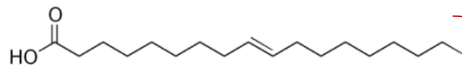
A telítetlen kötések **szám**ának fontos szerepe van a zsírok **fizikokémiai tulajdonságainak** kialakításában, a kettős kötések **hely**ének pedig **biológiai tulajdonságaik** kialakításában. Az **ω-3 és ω-6 zsírsavaknak kitüntetett biológiai szerepük van a szervezetben és mivel endogén szintézissel a szervezet nem tudja előállítani, ezért ezeket a táplálékkal kell felvenni.**



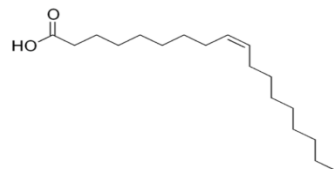
- a kettős kötés konfigurációja (cisz-, transz) alapján.

A **kettős kötés** jelenléte **megváltoztatja a zsírsavlánc térbeli szerkezetét**, mivel korlátozza két szomszédos szénatom forgását és helyén **a lánc meghajlik**. A kettős kötés **transz konfigurációja nem befolyásolja lényegesen a lánc lefutását, csak a cisz konfiguráció okoz meghajlást**, így van lehetőség **sztereoizomériára**.

pl.1:

- **elaidinsav** (C18:1 transz) 
- a szervezetben betöltött szerepe a telített zsírsavakéhoz hasonló.
- a tejzsír 2,5%-ban tartalmazza
- szilárd szobahőmérsékleten

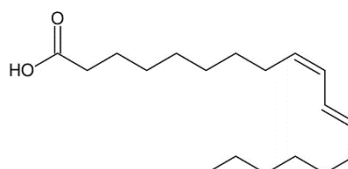
pl.2:

- **olajsav** (C18:1 cisz) 
- növény eredetű zsírokban
- a tejzsír 26%-ban tartalmazza
- folyékony szobahőmérsékleten

Egy zsírsav két izomerje.

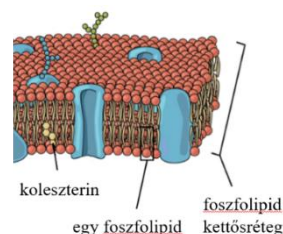
pl.3:

- **konjugált linolsav** (linolsav izomerek gyűjtőneve)
- többszörösen telítetlen zsírsavak biológiai hidrogénezése során (kérődzők bendőjében)
- ➔ legjelentősebb konjugált linolsav forrás a kérődzők termékei
- antikarcinogén, antidiabetikus, csontképzést segítő, elhízás ellenes és immunszabályozó hatás



Összetett gliceridek

Az összetett gliceridek a glicerin és a zsírsavak mellett **egyéb vegyületeket** is tartalmaznak, például szénhidrátot (glikolipidek) vagy foszforsavat (foszfolipidek). Fontos szerepük a struktúra alkotás, **biológiai membránok alapvázát alkotják.**



A glikolipidek a leveles takarmányok nyerszsírjának mintegy 60%-át teszik ki. A foszforsavat vagy ahhoz kapcsolódó, más vegyületet tartalmazó összetett glicerideket foszfatidoknak is nevezik (pl. foszfatidsav, lecitin, kefalin). Amikor a foszforsavhoz kolin kapcsolódik úgy **lecitin**, ha pedig kolamin a kapcsolódó vegyület, akkor pedig **kefalin** keletkezik.

Glicerin nélküli lipidek

A glicerin nélküli lipidek közé változatos kémiai karakterű vegyületek tartoznak és az élettani folyamatokban betöltött szerepük is rendkívül sokrétű.

Szfangomielin és Cerebrozidok

- idegsejtek membránjában (pl. agyban, idegszövetben)

Viaszok

- jellemzően védelmi funkció
- az emésztőenzimek nem képesek bontani, ezért hasznosítatlanul távoznak a szervezetből

Terpének

- változatos funkciójú izoprénvázas vegyületek,
- gyakran erős, jellegzetes íz-, és illatanyaggal (pl.: kámfor, borsmenta)
- karotinoidok (zsírban oldódó pigmentek - pl.: β -karotin az A-vitamin előanyaga)

Prostaglandin

- a homeosztázis fenntartását szolgáló mediátorok
- részt vesznek a vérnyomás szabályozásában, a simaizmok összehúzódásában, a reprodukív folyamatokban és a szervezet immunvédelmében.

Szteoridok

- szteránvázas hormonok,
- szterinek alapvegyületei
- legismertebb képviselőjük a koleszterin, amely
 - szteroid hormon
 - membránalkotó,
 - epesavak prekürzora,
 - D₃ vitamin prekürzora

Ezen fejezetrész (egyik) célja volt, hogy érzékeltesse a lipidek rendkívüli (szerkezeti és funkcióbeli) változatosságát. De mégis hogyan kapcsolódhat a lipidek szerkezete, szerepe a precíziós takarmányozáshoz?

Bakony et al., (2019): Hőstressz tejelő tehenekben II. Az alkalmazkodást segítő takarmányozási megoldások. Magyar Állatorvosok Lapja. 141: 397-408.

Horváth et al. (2016): A hőstressz káros hatása a brojler antioxidáns státuszára és ezen hatás csökkentése takarmányozással. II. A hőstressz csökkentése takarmányozási módszerekkel. Magyar Állatorvosok Lapja. 138:471-481

http://real.mtak.hu/99450/1/397-408_Bakony_Szarvasmarha_L2.pdf

https://univet.hu/files/subpages/153/files/MAL-2016-08_content.pdf

A lipidek funkciói

- **energiaraktározás**
- **termogenezis**
- **szigetelés**
- **struktúra alkotás (sejtmembrán szerkezet-, és funkció)**
- **táplálóanyag szállítás, felszívódás (zsírban oldódó vitaminok)**
- **jelátviteli molekulák (prostaglandin, tromboxán)**
- **kofaktorok (ubikinon - koenzim-Q)**
- **pigmentek**

Ellenőrző kérdések:

Hogyan lehet csoportosítani a lipideket?

Milyen szempontok alapján lehet jellemezni egy zsírsavat?

Milyen szerepet tölthetnek be a glicerinnélküli lipidek?

Részletezze a lipidek takarmányozásban betöltött szerepét!

Referenciák:

Babinszky, L. – Halas, V. szerk. (2019): Innovatív takarmányozás. Akadémia Kiadó. Budapest.

Bakony M. – Könyves, L. – Mézes, M. – Kovács, L. – Jurkovich, V. (2019): Hőstressz tejlő tehénekben II. Az alkalmazkodást segítő takarmányozási megoldások. Magyar Állatorvosok Lapja. 141: 397-408.

Halas, V. (2017): Precíziós állattartás és takarmányozás. Állattenyésztés és Takarmányozás. 66: 1. 24-43

Horváth, M. – Asbóth, G. – Gál-Remenyik, J. – Babinszky, L. (2016): A hőstressz káros hatása a brojler antioxidáns státuszára és ezen hatás csökkentése takarmányozással. II. A hőstressz csökkentése takarmányozási módszerekkel. Magyar Állatorvosok Lapja. 138:471-481

Schmidt, J. szerk. (2015): A takarmányozás alapjai. Mezőgazda Kiadó. Budapest.

Internetes források:

http://real.mtak.hu/99450/1/397-408_Bakony_Szarvasmarha_L2.pdf

https://univet.hu/files/subpages/153/files/MAL-2016-08_content.pdf