

**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

Tematika

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 anyagcsere-folyamatokban

A tantárgy harmadik témaköre a klasszikus takarmányozási ismeretek segítségével mutatja be a kérődző és monogasztrikus fajok takarmányainak táplálóértékét 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

III. A takarmányok táplálóértéke és a táplálóanyagok értékesülése

1. A takarmányok energiaértékelése
2. A Fehérjeforgalom jellegzetességei

A táplálóanyagok közül az állatok **energia-, fehérje-,** illetve **aminosav-szükségletének** biztosítása talán az egyik legfontosabb feladat, ezért helyezi ez a fejezet rész erre a hangsúlyt.

1. A takarmányok energiaértékelése

Az élő szervezetek működésének egyik legfontosabb feltétele, hogy folyamatosan képesek legyenek kielégíteni az úgynevezett szabad energianövekedéssel járó folyamatok energiaigényét (Mandl, 2002).

Felmerül a kérdés, hogy **az élőlények hogyan tudnak folyamatosan energiát felvenni a környezetükből,** és ezt **hogyan tudják úgy átalakítani,** hogy fedezzék a szabad energianövekedéssel járó folyamatok energiaigényét?

Az **autotróf szervezetek** (pl.: növények) a légkör szén-dioxidját és a nap fényenergiáját használják fel szerves anyagaik felépítéséhez.

Az autotróf szervezetek a környezetből felvett szervetlen anyagokból képesek felépíteni saját testük szerves anyagain.

A **heterotróf szervezetek** (pl. állatok) kész szerves anyagot vesznek fel, és ezt alakítják át saját szerves anyagaikká. A felvett táplálóanyagokat kémiai reakciók sorozatával bontják le és az így nyert kémiai energiából fedezik a bioszintézis, a mechanikai munka (fizikai aktivitás), továbbá az aktív transzportok és minden más folyamat (pl. szaporodás) energiaigényét (Mandl, 2002).

A heterotróf szervezetek szervetlen anyagoknak szerves anyagokká való átalakítására nem képesek, kész szerves anyagot alakítanak át és építenek be a szervezetükbe.

Az energiatermelés helye a sejtekben található mitokondrium.

A bonyolult és összetett energiatermelő rendszer végső, kulcsfontosságú eredménye az ATP-molekula.



Táplálóanyagnak tekintünk minden olyan szerves és szervetlen anyagot, amelyekre a szervezetnek (állati, humán) szüksége van. A **táplálóanyagok** a szervezet által felhasznált

- energia pótlásához,
- a szövetek építéséhez, működésük fenntartásához,
- az életfolyamatok működéséhez és szabályozásához szükségesek.

Általánosságban elfogadott, hogy a **táplálóanyag-szükséglet** egy adott biológiai funkció biztosításához szükséges táplálóanyag mennyiség, míg a **táplálóanyag-ellátás** értéke ennél valamivel több, mert tartalmazza az egyedi variációk okozta többlet **szükségleti értéket is** (Babinszky és Halas szerk., 2019). **A gazdasági haszonállatok energia-, és táplálóanyag-szükségletét csak abban az esetben lehet biztosítani, ha pontosan ismerjük az egyes takarmánykomponensek és keverék takarmányok tápláléértékét, azaz energia-, és táplálóanyag tartalmát.**

Honnan szerzünk információt a takarmányok tápláléértékéről?	Megmérjük és kiszámoljuk! (pl.: Weendei analízis)
Az így szerzett információt kapcsoljuk össze a gazdasági haszonállatok szükségleti értékeihez, ami nem egyszerű feladat, mert a táplálóanyag szükségletet befolyásolja többek között:	
• faj • fajta – a hasznosítási irány • ivar • életkor • fiziológiai állapot (pl.: vemhesség, laktáció, vírusfertőzés, gyulladás...) • a fizikai aktivitás	

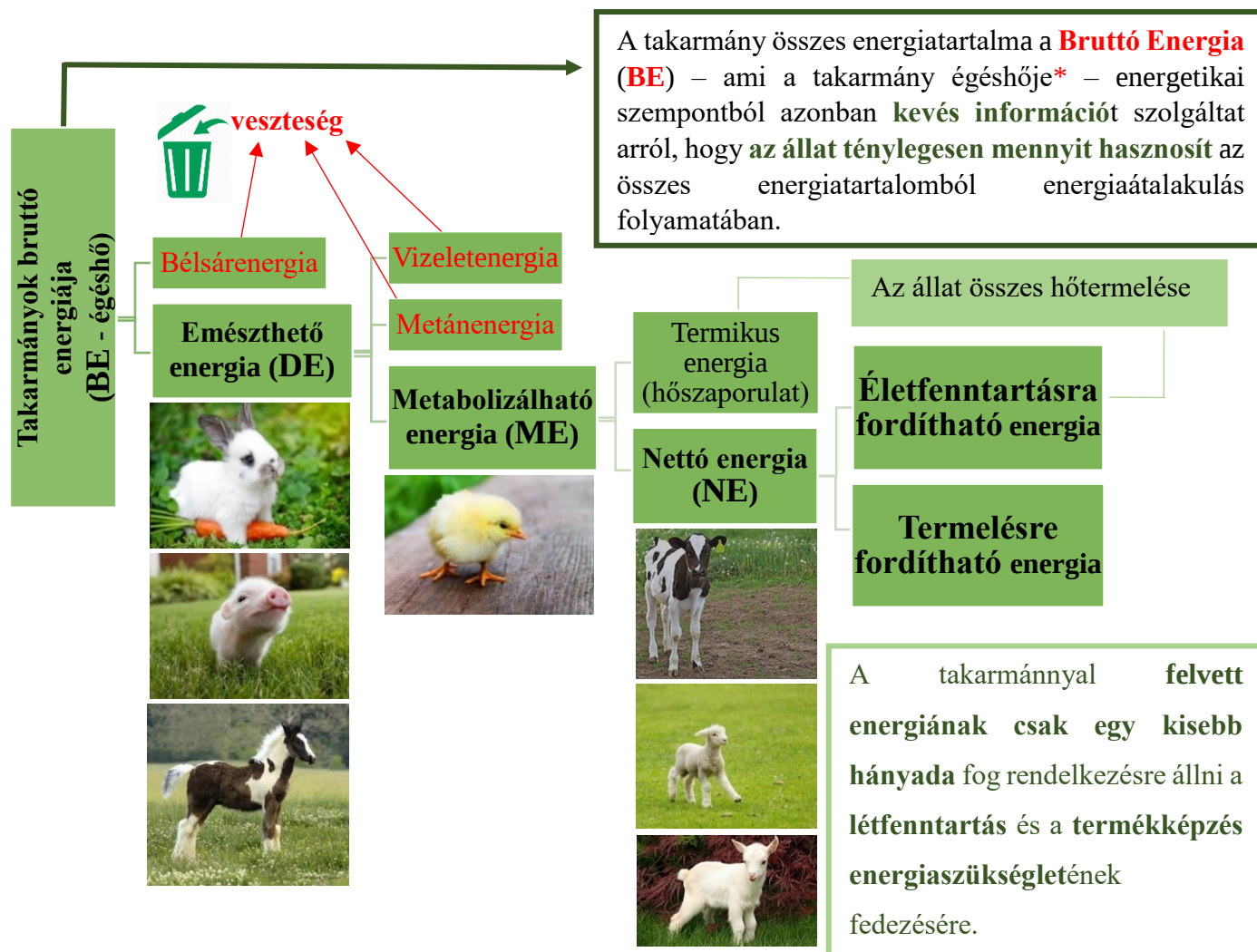


A takarmánnyal felvett energia részben

- **az állati szervezet hőháztartásának fenntartására,**
- **az állati termékek előállítására,**
- **reprodukcióna** használdik fel,
- **egy része pedig kihasználatlanul távozik a szervezetből.**

Az energia felvétel és leadás között bonyolult biokémiai folyamatok, energetikai változások zajlanak (**energiaforgalom**). A felvett és a szervezetből távozó energia mérése és összevetése adja, az **energiamérleget**, amely arról **tájékoztat**, hogy az állatok **milyen célra** és **milyen hatékonysággal használják fel a takarmányok energiatartalmát.**

Az **energiaátalakulás** folyamata az állati szervezetben rendkívül összetett, **több lépcsős folyamat** és **különböző veszteségekkel** is kell számolni.



Attól függően, hogy az egyes „lépcsőfokokon” mennyi veszteséggel számolunk, különböztetünk meg emészthető (**DE**)-, metabolizálható (**ME**)-, és nettó (**NE**) energiát.

* **Égéshő**: az a hőmennyiség, amely az anyag tömegegységének (p.: 1 g) bomba-kaloriméterben, nagy nyomású oxigén-atmoszférában, 25 °C való elégetésekor felszabadul.

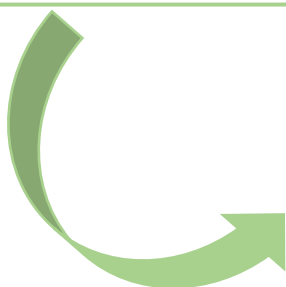
A bruttó energiából (BE) a bélsár távozása után emészthető energia (DE) marad, majd a gázzal és vizelettel kiürülő energiamennyiség levonása után kapjuk a metabolizálható energiát (ME). A termikus energia-vesztéséget leszámítva jutunk el a nettó energiához (NE), amelynek egy része a **létfenntartásra**, más része **termelésre** fordítódik az állati szervezetben (Babinszky és Halas szerk., 2019)

Hazánkban jelenleg a **sertés**-, **nyúl**-, és **lő**takarmányok energiatartalmát emészthető energiában (**DE**), a **baromfi**- és **sertés**takarmányok energiatartalmát metabolizálható energiában (**ME**), a **kérődzők** takarmányának energiatartalmát nettó energiában fejezzük ki (**NE**).

A **kérődzők** esetében a nettó energiát további részekre kell bontani, úgynevezett **parciális nettó energiában** kifejezni a szükségletet és a takarmányok energiaértékét, amely a **tehenek** esetében **NE_l**, a **növendék** és **hízóállatok** esetében **NE_g** és **NE_m** értéket veszi figyelembe a takarmányadag összeállításakor.

Ideális feltételek között (ami a gyakorlatban ritkán valósul meg) az életfenntartáshoz* és a termeléshez is csak a takarmányok nettó energiája használható fel.

* A létfenntartás energiaszükséglete megegyezik azzal az energiamennyiséggel, amelyet a nem termelő, munkát nem végző, termoneutrális zónában levő, nem éhező állat naponta igényel.



Fajtól függetlenül megállapítható, hogy a **takarmányozás** akkor **hatékony**, ha a gazdasági haszonállat a takarmánnyal felvett **napi energiamennyiség nagyobb hányadát termelésre fordítja**, nem a létfenntartásra.

TERMELÉS	LÉTFENNTARTÁS	ideális feltételek esetén
TERMELÉS	LÉTFENNTARTÁS	EXTRA ENERGIA nem ideális feltételek esetén

Ha a takarmányozás nem közelít az „ideális” feltételekhez, akkor nem csak a létfenntartó energiaszükséglettel kell számolni, hanem azzal is, hogy megnő az állatok összes energiaszükséglete, aminek következtében romlik a takarmányozás hatékonysága és így a termelés gazdaságossága is (Babinszky és Halas szerk., 2019)..

Az egyes energiamennyiségek egzakt meghatározására szolgálnak az **állattetési kísérletek** (emészthető, metabolizálható és nettó energiatartalom), a **respirációs vizsgálatok** és az összehasonlító **vágópróba-kísérletek** (nettó energiatartalom).

Nem kérődő állatok (monogasztrikusok) takarmányainak energiaértékelése

A mindennapi gyakorlatban a takarmányok táplálóértékének meghatározására nem használhatók az állatkísérletek, hiszen ezek meglehetősen drágák és időigényesek. **Olyan energiaegységgel kell rendelkezni, amely pontosan kifejezi a takarmányok táplálóértékét, de számolással meghatározható és a kiszámításához szükséges kémiai paraméterek könnyen, illetve gyorsan megállapíthatóak.** Az, hogy a DE, ME és NE értékek közül melyik a **legmegfelelőbb**, befolyásolja az **állat faja** és az adott fajjal etetett jellemző **takarmányok típusa** is.

Emészthető energia (digestible energy, DE)

A különböző állatfajok esetében a takarmányok emészthető energia-tartalmának meghatározásához eltérő regressziós egyenletek alkalmazása szükséges.

Az emészthető energia (DE) alkalmazásának előnyei

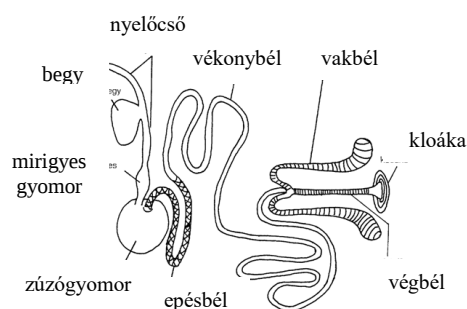
- könnyen értelmezhető
- alapvetően a weende-i analízisen alapszik (lsd. II.1. fejezet)
- emészthetőségi kísérlettel egyszerűen megállapítható
- bomba- és kalorimetriás méréssel közvetlenül ellenőrizhető
- az életkor és a genotípus hatása viszonylag csekély
- jó alapot képez valamelyik nettó energia kiszámításához
- a világ számos országában alkalmazzák

Metabolizálható energia (metabolizable energy, ME)

A metabolizálható energia fogalmát először a baromfi takarmányozásban vezették be, mert a **baromfi** esetében a **bélsár** és a **vizelet együtt ürül** a kloákán keresztül.

Jelentősebb mennyiségű bélgáz eredetű energiával a sertés és a baromfi esetében nem kell számolnunk (a ludak kivételével), ezért az ME kiszámításakor a bélgázzal távozó energiát nem vesszük figyelembe.

http://www.agr.unideb.hu/ebo-ok/baromfitenyesztes/az_emsz_tszervrendszer_felptse.html



Baromfi esetében a takarmány ME-tartalmának kiszámításakor figyelembe kell venni, hogy a takarmányfehérje energiatartalma más hatékonysággal értékesül, amikor a madár a fehérjét termékbe (hús, tojás) építi be, mint amikor energiatermelésre használja.

Amikor a madarak a felvett fehérje egy részét energiatermelésre fordítják, akkor először a fehérjét dezaminálják. Azonban a dezaminálásból származó nitrogén a baromfi esetében döntően húgysav formájában kiürül a szervezetből, ezért a fehérje energiája csak részlegesen hasznosul.

dezaminálás:
aminocsoport eltávolítása
szerves nitrogénvegyületek
molekuláiból

Nettó energia (Net Energy, NE)

A nem kérődző állatok esetében eddig csak a sertésre dolgoztak ki olyan energiaértékelési rendszert, amely a takarmányok produktív energiaszolgáltató képességét értékeli.

Kérődző állatok takarmányainak energiaértékelése

A kérődzők esetében még mindig **nem elegendő annak ismerete**, hogy **mekkora az állat energiaszükséglete** és **a milyen a takarmány táplálóanyag-tartalma**, ugyanis **rendelkezni kell egy olyan takarmányegységgel** is, amely tekintettel van arra, hogy **az állat milyen célra** és **milyen hatékonysággal használja fel a takarmány táplálóanyagait**. A kérődzők esetében az előgyomrok és az azokban zajló mikrobatevékenység miatt ez bonyolult feladat.

A takarmány szerves anyagainak mintegy 60-80%-a lebomlik az előgyomrokban.

Az állat számára már egy teljesen más összetételű táplálóanyag-készlet áll rendelkezésre

A monogasztrikus fajok az energiaszükségletük nagy részét döntően glükózból fedezik

A kérődzők az energiaigényük átlagosan 70-75%-át a szénhidrátok bendőbeli mikrobás lebontása során keletkező illózsírsavakból nyerik

A bendőfermentáció során jelentős mennyiségű **hő** is keletkezik, amelyből eredő veszteség jóval nagyobb, mint a monogasztrikus fajoknál



A nyersrost mikrobás lebontásakor keletkező és a bélgázokkal távozó **metán** is jelentősen terheli a rendszer veszteségét

Ezért csak a nettó energiatartalommal lehet elfogadható pontossággal jellemezni a kérődző állatok takarmányainak energia értékét.

Az energetikai összefüggéseket napjainkban is intenzíven kutatják a gazdasági haszonállatok esetében, ezért prognosztizálhatóak a változások ezen a területen is. A nettó energia a sertés-, és baromfi fajok esetében egyre nagyobb hangsúlyt kaphat, különös tekintettel a termelés ökonómiai és ökológiai kérdéseinek tükrében.

Ellenőrző kérdések:

Mi a különbség a táplálóanyag-szükséglet és a táplálóanyag-ellátás között?

Mi befolyásolja a táplálóanyag-szükségleti értékeket?

Nevezze meg a különböző „energetikai lépcsőfokokat”!

Hol számolhatunk veszteségekkel?

Mi az emészthető energia (DE) alkalmazásának előnyei?

Mi az alapja a kérődzők takarmányozásában a nettó energia (NE) alkalmazásának?

Referenciák:

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

Mandl, J. (2002): Bioenergetika. Energiatermelés- és raktározás az anyagcsere során. (2.1. fejezet) In: Ádám V. szerk.: Orvosi biokémia. Medicina Könyvkiadó. Budapest.

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

Internetes források:

http://www.agr.unideb.hu/ebook/baromfitenyesztes/az_emsztszervrendszer_felptse.html