



Dr. Süli Ágnes



**Angyalné
Dr. Alexy Márta**

**SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
MEZŐGAZDASÁGI KAR**

PRECÍZIÓS TAKARMÁNYOZÁS

Jelen tananyag a Szegei 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 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

V. A takarmányok tápláléértéke és a táplálóanyagok értékesülése

1. Precíziós technológiák alkalmazása a sertés és baromfi fajok takarmányozásában

2. Precíziós technológiák alkalmazása kérődzők takarmányozásában



1. Precíziós technológiák alkalmazása a sertés és baromfi fajok takarmányozásában

A precíziós takarmányozás azt jelenti, hogy **az állatok aktuális táplálóanyag-szükségletét igyekszünk a lehető legpontosabban kielégíteni a biztonságos, jó minőségű és leghatékonyabb termelés érdekében úgy, hogy a termelés a lehető legkisebb mértékben terhelje környezetünket** (Naas, 2001; Sifri, 1997).

E definíció tartalmazza azokat a legfontosabb ismérveket, melyek a precíziós eljárásokat jellemzik.

Fontosnak tartjuk kiemelni, hogy mi azokat a módszereket tekintjük e tantárgy keretén belül precíziós megoldásnak, melyek egyedi adatgyűjtésen alapulnak. Ezen termelési adatok értelmezését segítik a többi, a takarmányozással kapcsolatosan gyűjthető információk. Ez utóbbiak átlagadatok, melyek nem jelenthetik a szó szoros értelmében vett precíziós eljárásokat.

Hagyományos állattartás: a takarmányozással kapcsolatosan gyűjtött adatok és információk döntő része átlagadat.



Precíziós állattartás: a takarmányozással kapcsolatosan gyűjtött adatok és információk egyedi adatgyűjtésből származnak.

A nagyüzemi, intenzív állattartási technológiákat – leginkább a sertés- és a baromfitartást – világszerte egyre több támadás éri a működésük során a lakó és természeti környezetre gyakorolt káros hatásai miatt.

A 21. század és talán az új évezred egyik legnagyobb kihívása, hogy a Föld természeti erőforrásaival olyan módon tudjunk gazdálkodni, ami lehetővé teszi a hosszútávon megfelelő minőségben fenntartható mikro- és makrokörnyezetet. Számítások szerint **a 20. század második felétől az erőforrás-felhasználás mintegy 20%-kal meghaladja a jelenlegi biokapacitást** (Kitzes et al, 2007).

Melyek ezek a káros hatások?

A légkör azon természetes és antropogén eredetű alkotóelemei, melyek részben elnyelik a Föld felszíne által kibocsájtott hosszú hullámú sugárzást, mely folyamat az üvegházhatás.

Üvegházhatású gázok kibocsátása

A levegőszennyezettség tekintetében az **úgynevezett üvegházhatású gázok** és a szálló por okozza a legnagyobb problémát. Egyes **becslések szerint az agrártermelés az összes üvegházhatású gáz kibocsátásának mintegy 12,5%-áért felelős**, ami döntően a metán és a nitrogéntartalmú gázok emisszióját jelenti.

Bár a **légkörben** legnagyobb mennyiségben jelen lévő, a globális felmelegedésért felelőssé tehető gáz a szén-dioxid, azonban a **metán** és a **dinitrogén-oxid üvegházhatása többszöröse a szén-dioxidénak**.

Legjelentősebb üvegházhatású gázok: szén-dioxid, nitrogén-oxid vegyületek, metán, halogénezett szénhidrogének

A talajra, illetve a felszíni és felszín alatti vizekre káros anyagok

A vízminőség romlásában is szerepe van a nagyüzemi élelmiszer-előállításnak. A **vizek eutrofizációját** jelentősen **felgyorsítják a talajból bemosódó nitrogén- és foszfátszármazékok**. Az emésztési sajátosságok és az anyagcsere-folyamatok jellegzetességei miatt az állattermék-előállítás során elkerülhetetlen, hogy káros anyagok jussanak a talajba és ezen keresztül a vizeinkbe.

Eutrofizáció (vízvirágzás): a vizekben lévő foszfor és nitrogén túl nagy mennyisége a víz elalgásodásához vezet.

Az eutrofizálódás folyamán az állóvizekben a **tápanyag feldúsul**, ezért **elszaporodnak** az elsődleges termelő szervezetek (**fitoplankton, gyökerező hínár-, mocsári növények**).

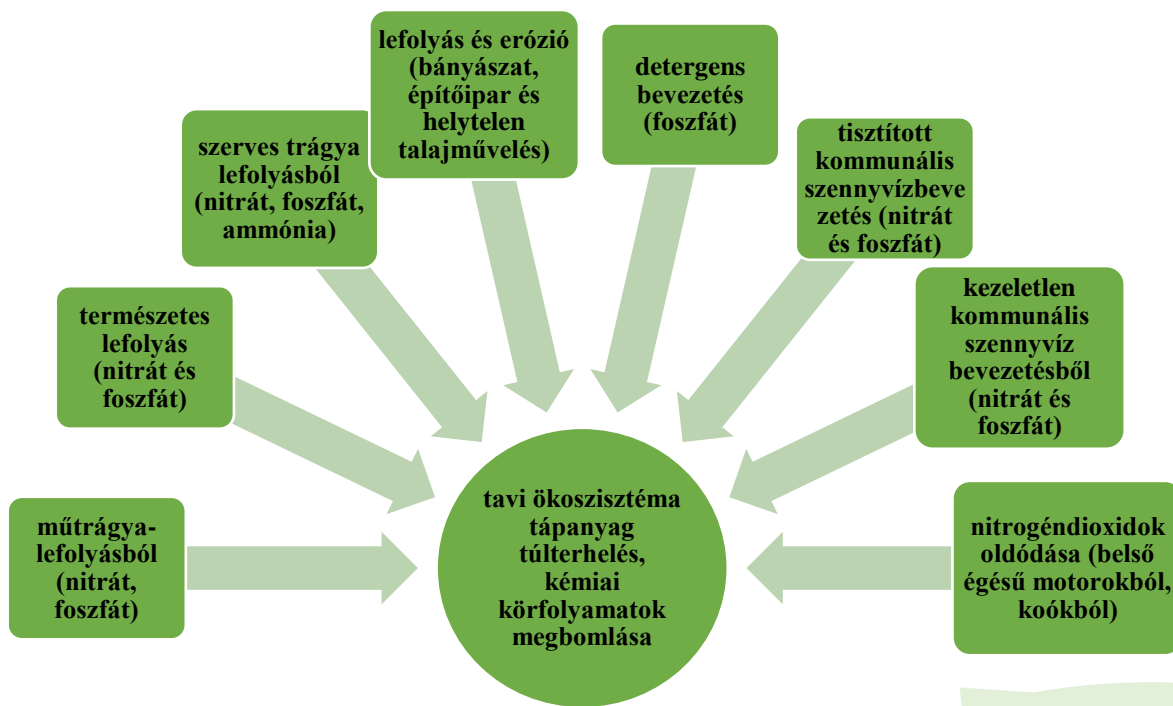
Az eutrofizáció természetes és mesterséges tavakban egyaránt előfordul.

Fő okai:

- **szerves anyagokkal terhelt szennyvizek (kommunális, élelmiszeripari),**
- **hígtrágyák,**
- **mútrágya-bemosódások stb...**

Vízfolyások esetén az eutrofizáció jelensége, a hígulás, valamint az elkeveredés jelensége miatt nem olyan jelentős.

A vízfolyások a szennyeződések szállítói, míg az állóvizek a tározóik.



1. ábra: Az eutrofizáció forrásai

http://www.agr.unideb.hu/ebook/vizminoseg/az_eutrofizaci_folyamata.html

A negatív externáliák közvetett és közvetlen hatásai, az ökológiai lábnyom

A nagyüzemi, intenzív állattartási rendszerek által okozott negatív környezeti hatásoknak **van egy olyan csoportja, melynek mértéke pénzben nehezen, de naturáliákban is bonyolult kifejezni**. Hatásuk összetett és nem csupán közvetett, hanem közvetlen hatása is van az emberre, a környezetre. Ezek az **externáliák**, melyekkel érdemes röviden foglalkozni. Ugyanis ha a precíziós módszerekkel törekszünk a környezetre való negatív hatásokat mérsékelni, akkor ezekkel a hatásokkal is foglalkoznunk kell.

Mi az externália?

Egy gazdasági szereplő tevékenysége következtében felmerülő **káros vagy előnyös, nem szándékosan okozott, hatás(ok), amely(ek) piaci ellentételezés nélkül befolyásolják egy másik gazdasági szereplő helyzetét.**

Erre egy jó példa a szaghatás, mely komoly negatív hatással lehet a környező településeken élőkre. Egy bizonyos mértékig természetes, hogy az állattartási rendszerek kellemetlen szaghatást is okoznak, de ezek mérséklésére is törekedni kell, megoldást kell találni.

Az **ökológia lábnyom** egy olyan **érték**, olyan **közgazdasági mutató számítási rendszer**, mely az adott ország, térség vagy tevékenység **környezetre ható igényeit teszi egységesen mérhetővé**.



Számserűsíti, hogy mennyi erőforrásra, termőföldre, vízre, levegőre van szükség az adott társadalom életszínvonalának fenntartásához beleértve az ipari javak, élelmiszerek előállítását, illetve a megtermelt hulladék kezelését, vagy megsemmisítését is.

Jelentős különbségek vannak a különböző állati termékek előállításához szükséges energia-felhasználás, szántóföld-igény és a kibocsátott káros anyagok mennyiségében (1. táblázat). **A genetikai szelekció és a takarmányozási kutatások nagy része ma arra irányul, hogy javítsa az állati termékek előállításának biológiai hatékonyságát, ami az energia- és a szántóterület-igény csökkenését eredményezheti. Ezt a hatékonyság-növelését segíthetik azok a precíziós takarmányozási és tartástechnológiai módszerek is, melyek révén a gazdálkodás pontosabban tervezhető.**

A kibocsátás mértéke is csökkenthető, amennyiben az állatok táplálóanyag-igényét az aktuális szükségletekhez igazítva pontosabban kielégítjük – ehhez precíziós módszerek szintén felhasználhatóak.

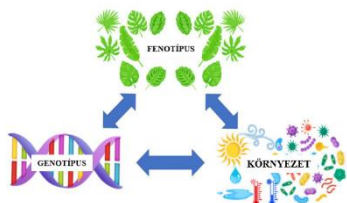
1. táblázat: A hús-, a tej-, és a tojástermelés ökológiai (környezeti) lábnyoma (Williams et al., 2006)

Erőforrás-felhasználás és kibocsájtás	baromfi	tojás	sertés	marha	tej
energia-felhasználás (GJ)	12	14	17	28	25
üvegházhatás, kg CO ₂ -egyenérték, 100 év	4,6	5,5	6,4	16	10,6
eutrofizációs potenciál, kg PO ₄ -egyenérték	49	77	100	158	64
légkörsavasítás, kg SO ₂ -egyenérték	173	306	394	471	163
növényvédőszer (kg/ha)	7,7	7,7	8,8	7,1	3,5
termőföldlektetés (ha)	0,64	0,67	0,74	2,33	1,2

A precíziós takarmányozás jellemzői, az eredményességét befolyásoló tényezők

A precíziós takarmányozás nem választható el az állattermék-előállítás többi fázisától és az azokra ható tényezőkről. Ezt nem is szabad így tekintenünk, mert **a genotípus-környezet interakciót csak akkor tudjuk maximalizálni, ha egységként tekintünk az állattartásra, ahol**

MINDEN MINDENNEL ÖSSZEFÜGG.



fenotípus = genotípus x környezet

Még előrébb lépve egyet, a takarmány alapanyagául szolgáló gazdasági növényeink **termesztéstechnológiája és biológiája legalább ennyire befolyásolja az állataink által elvárt teljesítményt.** Sok kritika éri a nagyüzemi állattartási technológiákat azok környezetterhelést okozó tevékenysége miatt. Nem szabad elfelejtenünk arról, hogy a **takarmányok alapanyagául szolgáló növények termesztése a szántóföldön, szintén nagyüzemi körülmények között történik.** A termesztésük során felhasznált öntözővíz, növényvédőszeres és tápanyagok mennyiségének optimalizálásával maga az állati termék előállításának káros hatásai is csökkenthetőek. **Semmiképpen nem jelent megoldást, ha az állatállomány csökkentésével kívánjuk ezt a fenntarthatóságot növelni.**

E tantárgy keretén belül nem feladatunk és nem is lehetséges feldolgozni és ismertetni valamennyi befolyásoló tényezőt. Ezért “szűkítettük le” a takarmánygyártók és az állattartó telepek témakörére az anyagot úgy, hogy az ezeken a területeken jellemző precíziós technológiákat és irányokat igyekszünk ismertetni.

Ez a terület **folyamatosan fejlődik**, újabb és újabb ötletek, módszerek és eljárások jelennek meg a piacon, **de** ezek gyakorlati hasznának megítélésében **a döntő szó** azoké, akik ezeket alkalmazzák, **az állattartó gazdaságoké.**

A termelő gazdasági haszonállat **környezete** nagymértékben **befolyásolja** és egyben **korlátozza** is **a pontos, egyedi adatok gyűjtésének módját.**

Minél zártabb egy tartási környezet, annál könnyebb egzakt adatokat gyűjteni, hiszen annál inkább **mi határozzuk meg a tartási környezet feltételeit,** azaz a **precíziós adatgyűjtési módszerek is könnyebben alkalmazhatóak*.**

* Nem véletlen az, hogy a zárt épületekben tartott sertések és baromfik esetében rendelkezünk több értékes kutatási eredménnyel.

Önmagában a zárt tartási környezet - bár az adatgyűjtés környezete egyszerűbb - még nem jelent könnyen adaptálható precíziós technológiai feltételeket. Gondoljunk a zártan tartott baromfiállományokra, ahol a termelés teljesen szabályozott, de a nehézséget az egyedi adatgyűjtés jelent.



Minél nagyobb egy állat, annál egyszerűbb egyedileg kezelni.

Az egyedi megjelölések költséget jelentenek az állattartónak - a termelési ciklusonként nagy számban tartott állatok egyedi értéke is kisebb (vö. szarvasmarha - baromfi).



A precíziós eljárások gyakorlatban való elterjedése számos akadályba ütközik. Ahogyan mi a precíziós eljárásokon általában az informatikai módszerek alkalmazását értjük, látjuk, hogy két nagyon eltérő tudományterület összekapcsolásáról van szó.

A **precíziós takarmányozás során gyűjthető adatokra az 5V-szabálynak** is érvényesnek kell lennie ahhoz, hogy a **megfelelő módszerrel lehessen elemezni a nagy mennyiségű adatokat** és **azokból megbízható és hasznos következtetéseket tudjunk levonni** (2. ábra).

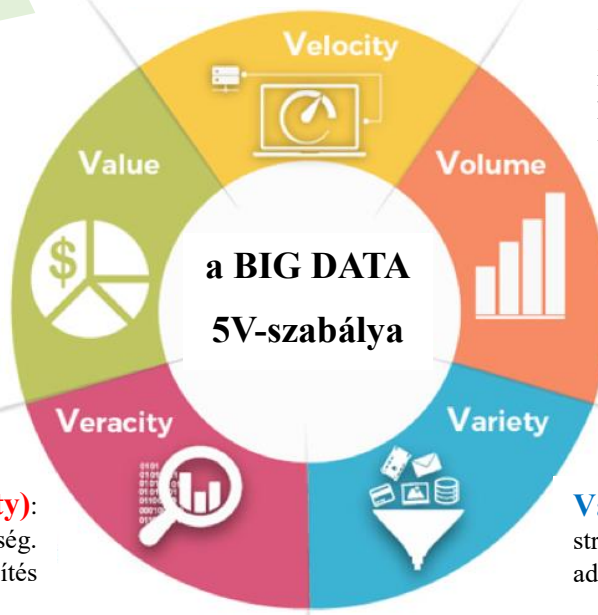
<http://blog.webmaxo.in/artificial-intelligence-ai/what-is-big-data-what-are-characteristic-of-big-data-5v/>

Érték (value): a sok adathoz való hozzáférés előnyös és jó, de csak akkor lesznek számunkra hasznosak, ha hozzáadott értékkel bírnak

Sebesség (velocity): az a sebesség, ahogyan az adatok érkeznek és változnak a különböző adathalmazok között.

Mennyiség (volume): ez a másodpercenként előállított adatok hatalmas mennyiségére vonatkozik.

Valódiság (veracity): megbízható adatokra van szükség. Az ellenőrzés és a hitelesítés nélkülözhetetlen.



Változatosság (variety): strukturált és nem strukturált adatok egyaránt használhatóak.

2. ábra: A Big Data 5V-szabálya

A takarmányozással összefüggésben a precíziós módszerek három területet érintenek:

A keveréktakarmány-gyártók oldaláról:

- gyártástechnológiai fejlesztések
- gyárra alkalmazható eljárások
- digital twins
- 3D-képfalkotás
- adatelemzés
- gépi tanulási módszerek

Informatikai tudásuk forrására három típusú gyakorlati megoldást találtunk:

- alkalmaznak adattudósokat, egy új részleget kialakítva a vállalaton belül,
- együttműködnek egy informatikai vállalkozással, akik “bedolgoznak” nekik,
- megvásárolnak egy terveikhez illeszkedő profilú informatikai vállalkozást.

Az intenzív tartástechnológiát gyártó vállalatok oldaláról:

- egyre több vállalat fejleszt és illeszt be a termék-kínálatába olyan elemeket, melyek ráépülve a már meglévő technológiai elemeikre, precíziós adatgyűjtési módszereket kínálva

pl.: az istálló automata vezérléséért felelős komputerok által rögzített istálló adatok okos eszközre továbbíthatóak, és onnan irányíthatóak.

Az állattartó telepek oldaláról:

- akik felhasználják a takarmányt és használják a technológiát

Ők azok, akiknek a leginkább látniuk kell a precíziós takarmányozást segítő eljárások hasznosságát, ami nem csak gazdasági, hanem társadalmi és környezeti is egyben.



Több tudományos és szakmai fórumon hallani, hogy **a precíziós megoldások** már rendelkezésre állnak, de ezek **megvalósítása szigetszerű a mezőgazdaságban**. Ez a nagyüzemi állattartásban is megfigyelhető: kocák egyedi etetésének digitális megoldása.

A fenntarthatóság szempontjából a takarmányozás technológiája, a takarmány - elsősorban fehérje - értékesülése fontos indikátor. Indikátor, **mely leginkább befolyásolja az állattartó telep környezetre való káros hatását** (üvegházhatású gázok kibocsátása, a talajvíz és a talaj mikrobiológiai állapotára gyakorolt hatás). Napjainkban sok szó esik a mezőgazdaság - és ezen belül az állattartás - **ökológiai lábnyomának csökkentéséről** vagy a **vízlábnyom mérsékléséről** is (melynek szintén van állattartási vonatkozásai). Egyre érdekesebb informatikai megoldásokat találnak ki különböző országok szakemberei, amelyek között vannak olyanok, melyek gyakorlati alkalmazhatósága kétséges (pecsenyecsirke tartásban hang alapján testsúlybecslés) vagy nehezen kivitelezhető (baromfiak egyedi nyomkövetése). Aki ismeri a mezőgazdasági szektort, tudja: **csak az a megoldás fog elterjedni a gyakorlatban, mely bizonyíthatóan megtérül és javít a jövedelmezőségen.**

Ellenőrző kérdések:

Hogyan jellemezné adatgyűjtés szempontjából a hagyományos és a precíziós állattartást?

Sorolja fel az ágazathoz köthető környezetre káros hatásokat!

Mi az az externália?

Hogyan kapcsolódik össze az ökológiai lábnyom fogalma a nagyüzemi, intenzív ermeléssel?

Milyen problémák jelentkezhetnek a gyakorlatban az adagyűjtés során?

Mi az az 5V-szabály?

Milyen oldalról közelíthetők meg a precíziós módszerek a gyakorlatban?

Referenciák:

Kitzes, J. – Peller, A. – Goldfinger, S. – Wackernagel, M. (2007): Current methods for calculating national ecological footprint accounts. *Science for Environment and Sustainable*. 4.1. 384-393.

Naas, I. (2001): Precision animal production. *Journal of Scientific Research and Development*. 3:1-10

Sifri, M. (1997): Precision nutrition for poultry. *Journal of Applied Poultry Research*. 4:461

Williams, A. G.–Audsley, E.–Sandars, D. L. (2006): Determining the Environmental Burdens and Resource Use in the Production of Agricultural and Horticultural Commodities. Main Report Defra Research Project. ISO205 Bedford: Cranfield Univ. and Defra.

Internetes források:

http://www.agr.unideb.hu/ebook/vizminoseg/az_eutrofizci_folyamata.html

WWF Japan and Global Footprint Network; Ecological Footprint for Sustainable Living in Japan

<https://www.footprintnetwork.org/2016/02/21/origami-japans-ecological-footprint-common/>

<http://blog.webmaxo.in/artificial-intelligence-ai/what-is-big-data-what-are-characteristic-of-big-data-5v/>