



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 makrotáplálói

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

III. A takarmányok táplálóiértéke és a táplálói 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

I. A precíziós takarmányozás jelentősége

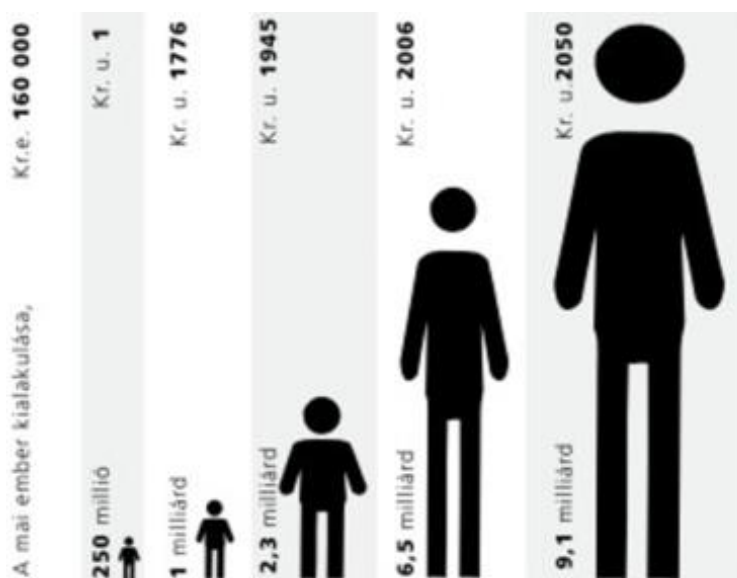


1. Az élelmiszer-előállítás globális trendjei, az élelmiszertermelés jelenlegi és várható helyzete.
2. Milyen problémákkal, kihívásokkal állunk szembe?
3. Mi az a precíziós takarmányozás és milyen összefüggései vannak a precíziós állattartással?

1. Az élelmiszer előállítás globális trendjei, az élelmiszertermelés jelenlegi és várható helyzete

A fenntarthatóság - mint gazdaságfejlesztési irányvonal – előtérbe kerülésével látszólag lehetetlen „küldetés” az egyre növekvő emberiség megfelelő mennyiségű és minőségű élelmiszerrel és/vagy élelmiszer alapanyaggal való ellátásának biztosítása.

Az ENSZ legutóbbi értékelésének (2010) adatai azt mutatják, hogy **a népesség 2050-ben várhatóan eléri a 9,3 milliárdot**, és a század végéig csökkenő ütemben folytatja a növekedést (1. ábra). **Várhatóan a népesség egész növekedése a fejlődő országokban fog megtörténni.** A fejlett országok a 2040-es évek végén csökkenni kezdenek. 2100-ra az egyetlen régió, ahol a népesség várhatóan még mindig növekszik, Afrika szubszaharai térsége, amely eléri a mintegy 2,15 milliárd főt. Egyes afrikai országok előrejelzései különösen gyors növekedést mutatnak, a század végén a jelenlegi szintjük 3,5–7-szeresét elérik. A 60 éves és annál idősebb személyek aránya az egész világon növekszik. Ez a folyamat azonban a fejlett országokban gyorsabban halad - bár eltérésekkel - a fejlődő országokkal összehasonlítva.



1. ábra: Az emberi népesség növekedése a történelem során (Gore, 2006)

A következő évtizedben várhatóan bekövetkező **népességnövekedés nagy része a városi területekre koncentrálódik, különösen a fejlődő országokban.** **A vidéki-városi migráció valószínűleg továbbra is a népességmozgás szempontjából messze a legfontosabb összetevő, leginkább a jövedelemkülönbségek hatására.** A világ népességének körülbelül 67 százaléka várhatóan 2050-re koncentrálódik a városi területekre, miközben a városi lakosok fogyasztási szokásai megváltoznak.

A Világbank előrejelzése szerint (<http://documents1.worldbank.org/curated/en>), a **globális gazdasági növekedés 2005 és 2050 között átlagosan évi 2,9 százalékos lesz,** ami a magas jövedelmű országokban évi 1,6, a fejlődő országokban pedig évi 5,2 százaléknak felel meg. Az ipari és gazdasági fejlődés **jelentős életmódváltozásokat** von maga után, amely a megváltozott fogyasztói szokásokban tükröződik vissza.

A mezőgazdaság működésére, a tömegtermeléssel/nagyüzemi termeléssel előállított alapélelmiszerek és élelmiszer alapanyagok termelésére mindezen változások komoly nyomást gyakorolnak.

A **globális élelmiszer-kereslet növekszik** a népesség, a gazdasági növekedés és az urbanizáció hatására, különösen a fejlődő országokban. **↔** Ugyanakkor **a táplálkozási szokások változnak** és ezt a tendenciát hangsúlyozza a városi és vidéki lakosság közötti növekvő homogenitás az információs technológia elterjedésének hatására. **Az új fogyasztói igények a feldolgozott élelmiszerek iránti fokozottabb mértékben emelkedik.**

A népesség növekedése, az elöregedés és az urbanizáció különböző csatornákon keresztül befolyásolja a fogyasztási - beleértve az élelmiszer-fogyasztási - szokásokat, valamint az agrár-élelmiszer-termelési tevékenységek fejlődését.

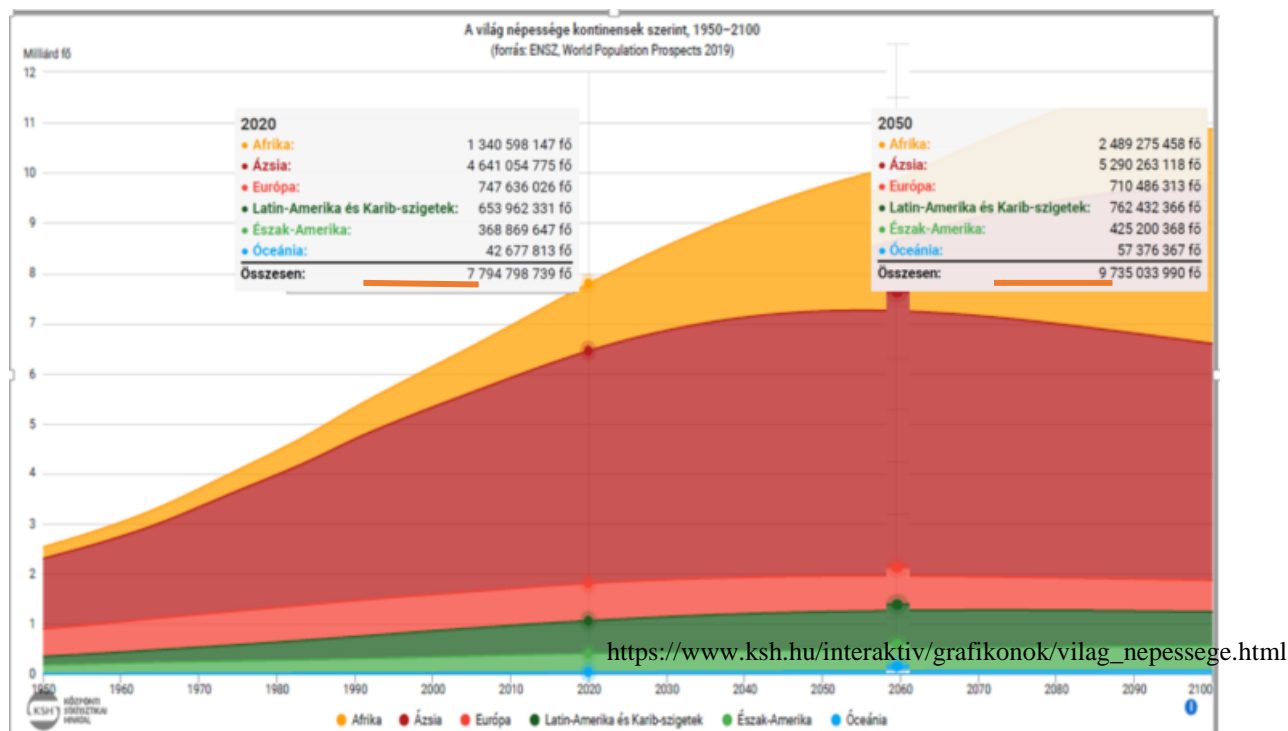
Az állati termék előállítás hatékonyságának növelése egyrészt a biológiai hatékonyság (a táplálóanyag átalakítás/átalakulás javítása), másrészt a technológiai hatékonyság növelését jelenti, maga után vonva az ökonómiai hatékonyság növelését.

A takarmányozás komplex tudományágként közvetve befolyásolja a humán táplálkozás alapvető elemeit, így nemzetgazdasági szinten is rendkívül fontos szerepet tölt be.

2. Milyen problémákkal, kényszerítő erővel állunk szembe?

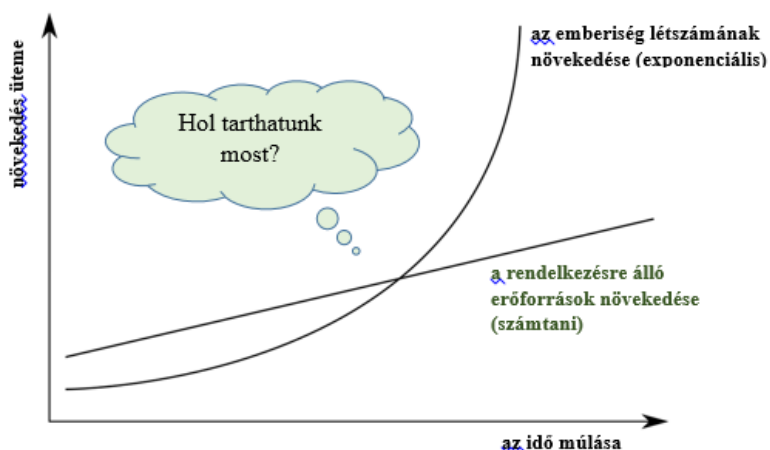
Problémák vagy „új” kihívások?

- az emberiség létszáma nő



2. ábra: A világ népessége kontinensek szerint, 1950-2020 (ENSZ, KSH)

A globális népesség jelenleg 7,6 milliárd, ami 2050-ben várhatóan 9,2 milliárd lesz (2. ábra). **Malthus teóriája** (Thomas Robert Malthus 1766 -1843), amelyet 1798-ban leírt az „An Essay on the Principles of Population” (Tanulmány a népesedés törvényéről) című esszéjében kiválóan foglalja össze és mutat rá a népességnövekedés okozta problémákra.



3. ábra: Malthus modell

Malthus híres tétele, hogy **a népesség természeténél fogva exponenciálisan nő**, ezzel szemben **az élelmiszertermelés** - a földterület korlátozott volta miatt - **növekedése jóval kisebb ütemű** (3. ábra).

Mindezekből következik a globális élelmiszerhiány lehetőségének megjelenése.

Az **Első Zöld forradalom** (1940-1960) a tudományos és technológiai tudástranszfer gyakorlatba történő ültetésével (nagy termőképességű fajták, öntözés, műtrágya, növényvédőszer) a **mezőgazdasági termelés hatékonyságának növekedését eredményezte**. Gyakorlatilag 50 év alatt meg lehetett többszörözni a növénytermesztés hozamait, amely egyúttal takarmány alapanyagot is biztosított az egyre növekvő állatlétszámnak. **Azonban az Első Zöld forradalom tartalékai kimerülőben vannak** (Horn, 2012).

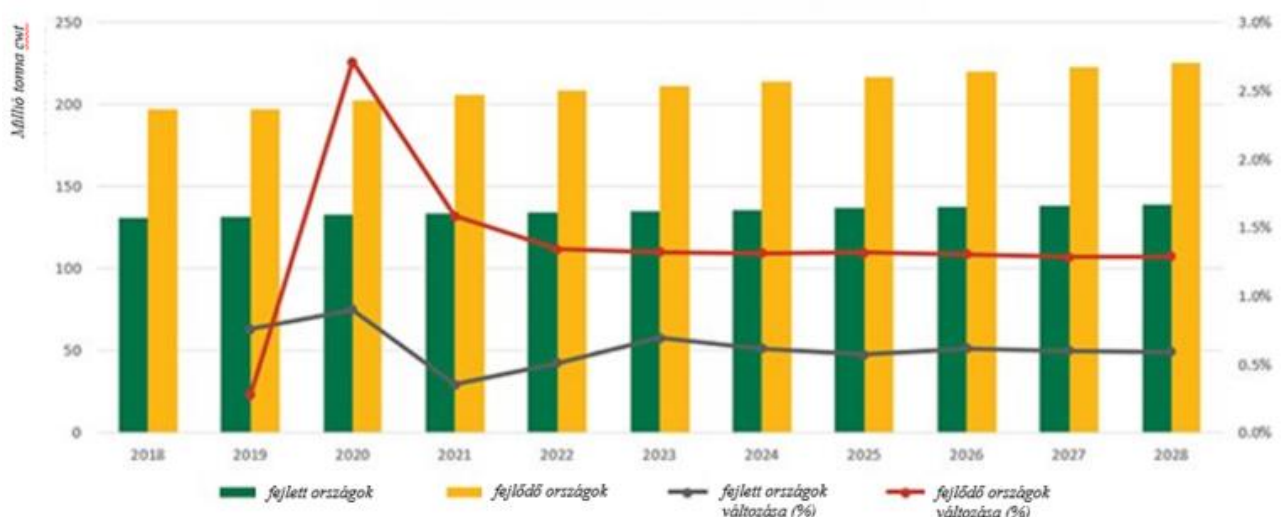
- **emelkedő életszínvonal** → állati termékek aránya és mennyisége nő

... sokkal több növényi termék kell egy-egy ember ellátásához, mert az állati eredetű élelmiszerek megtermelése 4-10x növénybiomassza-felhasználással jár (Horn, 2008)

- megváltozott fogyasztói szokások

- állatjólét előtérbe kerülése

A világban megfigyelhető **élelmiszer-fogyasztás szélsőséges differenciáltsága** (éhezés, tápanyaghiány, elhízás, túlsúly) **mellett is** látható, hogy **a jövedelem növekedésének függvényében egyre nagyobb arányban jelentkezik az igény az állati termékek** (hús és tejtermékek) **fogyasztására**. **A gazdasági növekedés tehát jellemzően több állati fehérje és tejtermék fogyasztásra ösztönzi a népet.** 2016-ban a globális hústermelés 318 millió tonna volt. Az Élelmiszeri és Mezőgazdasági Szervezet (FAO) becslései szerint 2050-ben a globális hústermelés 455 millió tonnára nő. A globális hústermelés várhatóan 13%-kal fog nőni az elkövetkező évtizedekben (4. ábra).



3. ábra: Globális hústermelés (OECD-FAO, 2019)

- új konkurens megjelenése az agráriumban – bioenergia-igény (bioetanol, biodízel)

2016-ban a világszerte előállított gabonafélék 36 %-át etették állatokkal, amely arány 2050-re valószínűsíthetően növekedni fog. Azonban az élelmiszercélú nyersanyagokért folytatott versenyben az élelmiszer és a takarmány mellett a bioüzemanyag is megjelent a színen. **Bioüzemanyagot jelenleg ugyanis csaknem kizárólag közvetlen és/vagy közvetett módon élelmiszerként is felhasználható növényekből lehet előállítani** (Somogyi, 2011). Jelenleg az Egyesült Államok kukoricatermésének **40(!)** százalékát etanol előállítására használják fel.

- a növénytermesztés feltételeinek korlátai

- **a termőföldkészlet adott, tovább nem bővíthető**, sőt csökken (infrastrukturális fejlesztések, oktan földhasználat – elsivatagosodás, talajsavanyodás)
- **rendelkezésre álló vízkészletek kimerülőben**

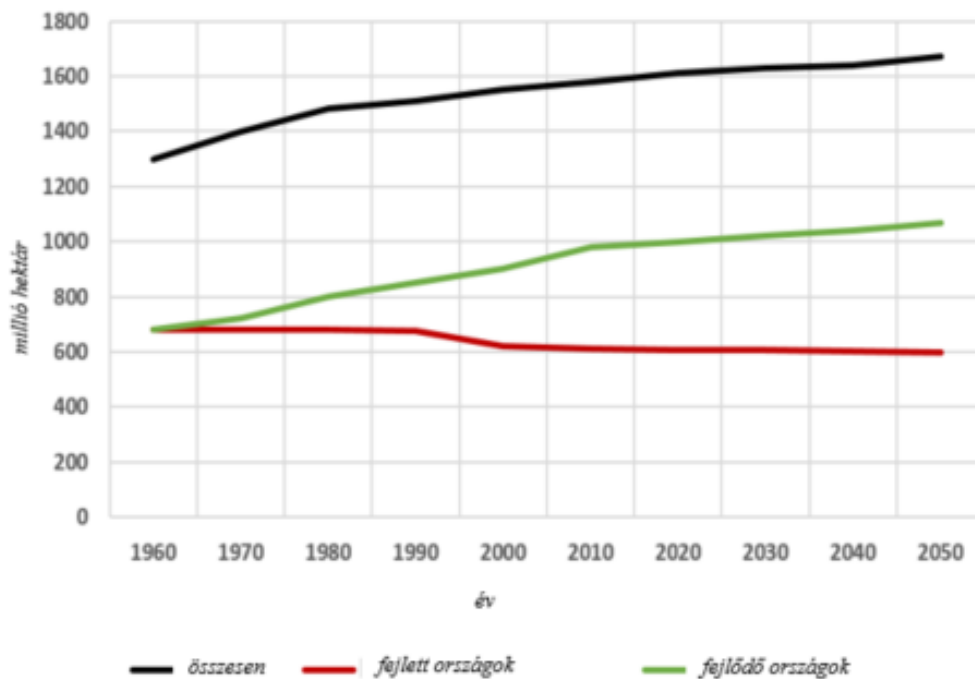
...a mezőgazdaság a megújuló és a hasznosítható édesvízkészlet 70%-át igényli (Somlyódy, 2008)

A termőföld mennyiségének növelése logikus válasz **(lenne?)** az élelmiszertermelés növelésére.

Jelenleg világszerte mintegy 1500 millió hektár szántó található (5. ábra). A **FAO becslései** szerint **a szántóterület** mindössze **4,3 %-kal fog növekedni 2050-ig**, így **a meglevő termőföld-állományból** és a többi **természeti erőforrásból szükséges a jelenleginél jóval nagyobb termés hozamot kihozni úgy, hogy már most a meglevő erőforrásaink utolsó tartalékait használjuk fel.**

fejlett országok	1960-ban az egy főre eső szántóterület 0,42 ha volt 2050-ben az egy főre eső szántóterület 0,19 ha lesz
fejletlen országok	1960-ban az egy főre eső szántóterület 0,33 ha volt 2050-ben az egy főre eső szántóterület 0,14 ha lesz





4. ábra: Szántóterületek eloszlása (OECD-FAO, 2019)

A demográfiai változások agráriumra gyakorolt hatása tehát prognosztizálható. Ahhoz, hogy a 2050-re előre jelzett élelmiszerigény növekedést ki tudjuk szolgálni, a mezőgazdasági termelést – globálisan - a jelenlegi szinthez képest körülbelül 60-70 %-kal kell(ene) növelni.

A Föld eltartó képessége korlátozottabb, mint azt eddig gondoltuk és csak akkor képes eltartani az emberiséget, ha az agrártermelés hatékonyságát növeljük, méghozzá úgy, hogy a fenntarthatóság elvét is szem előtt tartjuk.

A termelésnek ez a formája **komplex szemléletet kíván** a termékpálya minden résztvevőjétől és **folyamatos adatgyűjtésre, értékelésre épül**, amelynek eredményeit **döntés-előkészítéshez** használják fel.

A legfőbb cél, hogy a lehető legjobban tudjunk alkalmazkodni egy-egy növény vagy állat igényeihez és így közvetve a megváltozott humán fogyasztói szokásokhoz egyaránt.

3. Mi az a precíziós takarmányozás és milyen összefüggései vannak a precíziós állattartással?

Mi is az a Precíziós takarmányozás?

Második Zöld forradalom?

„klasszikus” takarmányozás + informatika = precíziós takarmányozás

Az agrártermelés hatékonysága - **a fenntarthatóság elveinek betartása mellett** - csak úgy növelhető, ha **az egyes ágazatokat** nem kiragadva, hanem **komplex élelmiszer-előállító rendszerként** tekintjük és a rendszer minden elemében **biztosítjuk az innováció lehetőségét**. Ezen elv mentén a klasszikus takarmányozási ismeretekhez újabb és újabb természettudományi-, műszaki és IT tudományterületek kapcsolódhatnak.

A precíziós takarmányozás gyakorlatban való megvalósítása során az alábbiakat kell szem előtt tartani (Shifri, 1997):

Nagy genetikai képességű növények, állatok használata

- nagy genetikai képesség - kisebb termőterület - kisebb ökológiai lábnyom

Az állatok szükségleti értékeinek folyamatos pontosítása, monitorozása

- takarmányértékesítő képesség javulása

A takarmánykomponensek táplálóanyag tartalmának ismerete

- NIRS
- Weendei

Takarmányadalék megfelelő használata

- enzimek
- pre-, és probiotikumok
- antioxidánsok

Toxikus és antinutritív anyagok csökkentése

- élelmiszerbiztonsági kockázat
- ELISA
- NIRS

Takarmánygyártás technológiai megválasztása

- ipari abrakkeverés

A precíziós takarmányozás gyakorlati megvalósítása a **precíziós állattartás** feltételeinek megteremtésével lehetséges, egymással összefüggően.

A precíziós állattartás magában foglalja a legfejlettebb technológiák felhasználását, kialakítva egy olyan tartási, takarmányozási és management rendszert, mely a nagy létszámú telepeken (iparszerű termelésben) is lehetővé teszi az állatok „**egyedi gondozását**”.

A biológiai hatékonyság növeléséhez igénybe veszi a kutatás-fejlesztés eredményeit, melyek a technológiai innováció, a genetika, a takarmányozás, az etológia és egyéb, az állati termelést befolyásoló tényezőkkel kapcsolatos új tudományos ismeretekhez kötődnek (Mollo és mtsai., 2009).

A megvalósíthatóság feltétele a folyamatos **adatgyűjtés**, amely alapja a problémák (egészségügyi, szaporodásbiológiai, stb...) **korai felismerésének** és ezáltal a **hatékony megoldásnak** egyaránt.

Mi különbözteti meg a precíziós állattartást a hagyományos termelési technológiákat alkalmazó rendszerektől?

**„real-time monitoring” – valós idejű felügyeleti és irányítási rendszer
= gyors reagálási képesség**

Ezzel bővebben az V. fejezetben foglalkozunk.

Ellenőrző kérdések:

Mely problémák vagy kihívások miatt beszélhetünk második zöld forradalomról?

Mely tudományterület egészíti ki a klasszikus takarmányozási ismereteket a precíziós takarmányozásban?

Milyen fontos szempontokat érdemes szem előtt tartani a precíziós takarmányozás gyakorlati megvalósításában?

Melyek a precíziós állattartás főbb ismérvei?

Referenciák:

Gore, A. (2006): Kellemetlen igazság.

Horn P. (2008): Új helyzetben a világ élelmiszerellátása. Magyar Tudomány 169. 1108-1124.

Horn, P. (2012): A Föld természetes tápanyagforrásainak ésszerű hasznosításával összefüggő néhány kérdés. Magyar Tudomány. 8:7

Malthus, T. (1798): An essay ont he principle of population.

Mollo M.N., Vendrametto O., Okano M.T. (2009): Precision Livestock Tools to Improve Products and Processes in Broiler Production: A Review. Brazilian Journal of Poultry Science, 11 4: 211–218

OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028

Shifri, M. (1997): Precision nutrition for poultry. journal of Applied Poultry Research. 4:461

Somogyi, A. (2011): Az első generációs bioüzemanyag-piac komplex értékelése. Doktori (PhD) értekezés.

Somlyódy, L. (2008): Töprengések a vízről: lépéskényszerben. Magyar Tudomány. 4:6

Internetes források:

https://www.ksh.hu/interaktiv/grafikonok/vilag_nepessege.html

<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/nepesedesi19.pdf>

<http://documents1.worldbank.org/curated/en/192421468341095824/pdf/360210rev0The0Road0to0205001PUBLIC1.pdf>

<http://www.esp.org/books/malthus/population/malthus.pdf>

A videóleckében található felvétel forrása: <https://www.lely.com/solutions/feeding/vector/>