



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Kaposvári Campus

Élettani és Takarmányozástani Intézet

**Takarmányozási és takarmánybiztonsági mérnöki MSc
Szak**

**Tartósított tömegtakarmányok táplálóanyag tartalmának *in sacco*
vizsgálatokban történő értékelése**

Belső konzulens: Dr. Tóthi Róbert
egyetemi docens

Készítette: Fényes Fruzsina
FTTLNY
levelező tagozat

Intézet/Tanszék: Élettani és Takarmányozástani
Intézet, Gazdasági Állatok
Takarmányozása Tanszék

Kaposvár

2023

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	4
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	5
2.1 Az európai és a hazai tejelő szarvasmarha állomány nagyságának és termelési volumenének változása	5
2.2 A hazai tejelő szarvasmarha állomány takarmánybázisa.....	8
2.3 A silókukorica alternatívái	11
2.3.1 Cirokfélék	11
2.3.2 Fűfélék.....	12
2.3.3 Gabonafélék	14
2.3.4 Gabona-gabona keverékek	17
2.3.5 Gabona-fű keverékek	18
2.4 Az emészthető és struktúrális rost jelentősége a tejelő szarvasmarha takarmányában ..	19
2.5 A táplálóanyagok bendőbeli lebonthatóságának vizsgálata	21
3. CÉLKITŰZÉS	24
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	25
4.1 A keverékek termesztéstechnológiája.....	25
4.2 A keverékek betakarítása és silózása	26
4.3 Kémiai vizsgálatok	26
4.4 In sacco vizsgálat.....	27
5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	29
5.1 A gabona keverékszilázsok kémiai összetétele.....	29
5.2 Bendőbeli lebonthatóság	31
5.2.1 A szárazanyag bendőbeli lebonthatósága	32
5.2.2 A nyersfehérje bendőbeli lebonthatósága	33
5.2.3 Az NDF bendőbeli lebonthatósága	34
5.2.4 Az ADF bendőbeli lebonthatósága.....	35

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	36
8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	39
9. IRODALOMJEGYZÉK.....	40

1. BEVEZETÉS

A Föld lakossága 2022. november 15-én elérte a 8 milliárd főt. Ennyi ember élelmiszer ellátását komoly kihívás megteremteni, amiben az állattenyésztésnek kulcsfontosságú szerepe van. Az emberi szervezet megfelelő táplálóanyagellátásához elengedhetetlen az állati eredetű élelmiszerek fogyasztása. A tej tartalmazza a szervezet számára szükséges fehérjét, esszenciális aminosavakat, szénhidrátokat, zsírokat, ásványi anyagokat és vitaminokat. A megfelelő mennyiségű tej termeléséhez jelentős genetikai előrehaladás történt a tejelő szarvasmarha ágazatban. A nagy tejtermelésű fajták termelése egy laktációban 25 év alatt csaknem 4000 literrel nőtt, amelynek döntő része (97% hazánkban) a holstein fríz fajtához köthető. Az intenzív tejtermelés folyamatos biztosításához kiváló minőségű takarmányozásra van szükség.

A tejelő szarvasmarha takarmányadagjának jelentős hányadát a tömegtakarmányok teszik ki. A tömegtakarmányok közül a silókukorica adja a legnagyobb mennyiségű energiát és a bendőben lebomló keményítő jelentős hányadát, míg a lucerna biztosítja a fehérje szükséglet jó részét. Ez, a tömegtakarmány ellátást illető un. két komponensű meglátás azonban manapság már nem fenntartható. Az éghajlat folyamatos változása, a hőmérséklet emelkedése és az időjárás szélsőséges alakulása kedvezőtlenül befolyásolja ezen takarmánynövények termesztését és biztonságos hozamát. A klímaváltozás hatására, elsősorban a kukoricán, gyakrabban és magasabb koncentrációban megjelenő, a mikroszkopikus penészgombák termelte mikotoxinok egyre nagyobb mértékben szennyezik a takarmányt, aminek következtében a silókukorica felhasználhatósága korlátozottnak mondható (Orosz, 2016).

A cél azonban változatlanul a magas színvonalú termelés kiszolgálása, a tehenek hőstressz iránti érzékenységeinek figyelembevételével. Így előtérbe kerültek a kedvező táplálóanyag-és energia-tartalommal, illetve magasfokú bendőbeli rostemészthetőséggel rendelkező takarmányok, amelyeket az aszályos időszakok elkerülésével termesztünk. Ide sorolható az önmagában termesztett rozs és tritikálé, a különböző fűfélék, a cirkok, valamint az őszi vetésű gabona-gabona és gabona-fű keverékek. Ez utóbbiak nagy termésbiztonságot jelentenek, a vegetációs idő elején betakarítva kiváló rostemészthetőséggel rendelkeznek és az alacsony mértékű mikotoxin szennyezettség is a jellemzőjük, mindemellett stressztűrő képességük kiemelkedő. Betakarítási ablakuk szélesebb mint az önmagában termesztett rozsnak, valamint növelik a takarmánytermesztés és -felhasználás biodiverzitását.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 Az európai és a hazai tejelő szarvasmarha állomány nagyságának és termelési volumenének változása

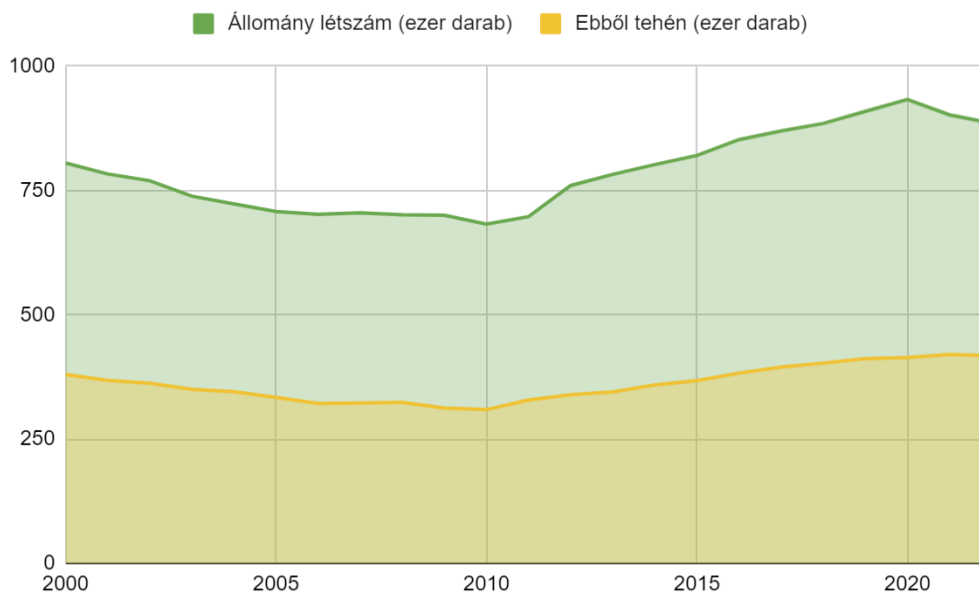
A KSH adatai szerint 2022 végén 74,9 millió szarvasmarhát tartottak az Európai Unió tagállamaiban, ami az egy évvel korábbinál 850 ezerrel (1,0%-kal) kevesebb (KSH, 2022). Ez a jelentős apadás az állattartás magas költségeivel, illetve a tejfogyasztási igény csökkenésével és a fiatal agrárgenerációnak az állattartástól való idegenkedésével hozható összefüggésbe ([http1](#)). Az állomány 2016 óta csökken, a jelenlegi létszám az ezredforduló óta a legalacsonyabbnak mondható. Az EU 11 tagállamában több mint 1,5 millió szarvasmarhát tartottak a 27 tagállam közül, és ezen országok adják az unió állományának 87%-át. 2022 végén összesen öt ország szarvasmarha állománya volt magasabb, mint 2021-ben. Magyarország a 15. helyen áll az uniós országok rangsorában, köszönhetően annak, hogy 2010 és 2020 között folyamatosan és egyedülállóan bővült az állomány. Az Európai Unió tagállamainak 2021-ben az összes tejtermelése 159 millió 872 ezer tonna volt, ami csak csekély mennyiséggel marad el a 2020-as évhez képest (KSH, 2022).

A hazai szarvasmarha állomány az elmúlt időszakban jelentős változáson esett át. Az állattenyésztés Magyarországon az 1980-as években még húzóágazata volt a mezőgazdaságnak az 55-60%-os termelési érték részesedéssel. Az 1990-es évek végére a növénytermesztés került a középpontba, és így az állattenyésztés háttérbe szorult (Szűcs és mtsai, 2014). Magyarország szarvasmarha-állománya 1990-ben 1571 ezer, 2000-ben csak 845 ezer volt. Ez a hatalmas állományváltozás (csökkenés) megnyilvánult a tehének számában is. 2000-ben a 390 ezer tehén megoszlása az alábbiak szerint alakult: 64,8% holstein-fríz fajtájú, 3,7% hús hasznosítású, 17,7% kettős hasznosítású, 6,6% keresztezett feketetarka és 7,2% egyéb, illetve ismeretlen genotípusú egyed volt. 1990-ben meghaladta az 1 tehénre jutó tejtermelés a 4900 litert, míg 1999-ben az átlagos tejtermelés 5311 literre nőtt (Tőzsér és mtsai, 2001). 2006-ban a szarvasmarha állomány 6000 egyeddel volt kevesebb Magyarországon, mint 2005-ben. A csökkenés tapasztalható volt a tehénállományon is. A 2006-os évhez képest az állomány 12000 tehénrel kevesebb lett, ami a hazai tenyésztés fenntarthatósága szempontjából kritikus volt. 2006-ban, a KSH adatai szerint Magyarország tehénállománya 322000 tehén volt. Az egy tehénre számítható tejtermelés növekedő tendenciája már nem tudta ellensúlyozni a

tehénlétszám drasztikus csökkenését.. Az 1.784 millió liter tejtermelés, az előző évi tejtermeléstől 9,4 millió literrel maradt el. Az egy tehénre jutó tejtermelés 6472 liter volt (Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központ Állattenyésztési Igazgatósága, 2007). A hazai állomány a 2010-es évben érte el mélypontját. A szarvasmarhák száma 2010. december 1-jén 681 ezer volt. A tehénállomány (309 ezer) a 2000-es év állományának négyötödére fogyott. A szarvasmarha-állomány az évtizedek óta tartó folyamatos csökkenés után 2008–2009-ben 695 és 705 ezer között változott, 2010 folyamán további fogyás következett be. Az állomány nagysága tíz év alatt (805 ezerről) 124 ezerrel (15 százalékkal) mérséklődött (KSH, 2011).

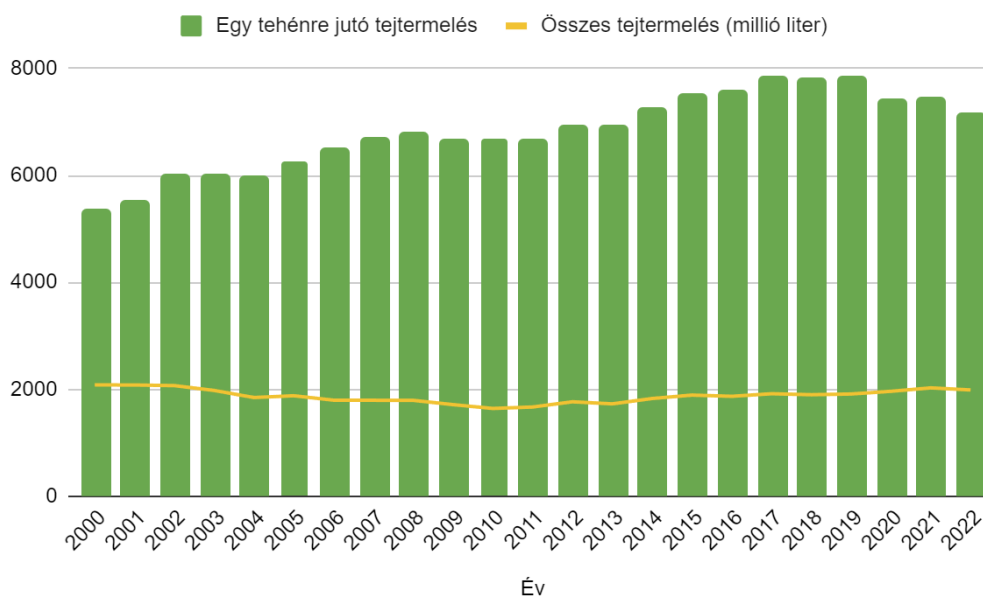
2010 után az állomány folyamatos növekedésnek indult. 5 évvel később, 2015 decemberében már 820 ezer szarvasmarhát (ebből 377 ezer tehén) tartottak az országban. Ez a potenciálisan növekvő tendencia egészen 2020 decemberig kitartott, amikor 933 ezer volt a szarvasmarha létszám és ebből 413,8 ezer a tehén. 2021-ben ugyan az állománylétszám valamelyest csökkent, a tehénlétszám viszont minimálisan (6400 egyeddel) nőtt.

2022-ben mind az állománylétszám, mind a tehénlétszám csökkent. 2022. december 1-jén a szarvasmarha-állomány 885 ezer volt, közel 17 ezerrel kevesebb, mint egy évvel korábban. Az állomány nagysága megegyezik a 2018. decemberivel. A 418 ezres tehénállomány egy év alatt több mint 2 ezerrel csökkent (*1. ábra*). Az átlagos tejtermelés egy tehénre vetítve 7146 liter volt (*2. ábra*). A tejelő állomány 97%-a holstein-fríz, míg a kettős hasznosításúak döntő többsége magyar tarka. A holstein-fríz fajta esetében elmondható, hogy 2012-ben már 61 olyan tehenészeti üzem működött az országban, amelyekben a tehenek 305 napos laktációs termelése elérte, illetve meghaladta a 10000 liter tejet (Schmidt és Zsédely, 2013). Ahhoz, hogy ezt a termelési volument folyamatosan biztosítani tudjuk, megfelelő takarmányozásra van szükség.



1. ábra: Szarvasmarha tejtermelése Magyarországon 2000-2022 között

(KSH, 2022)



2. ábra: Szarvasmarha tejtermelése Magyarországon 2000-2022 között

(KSH, 2022)

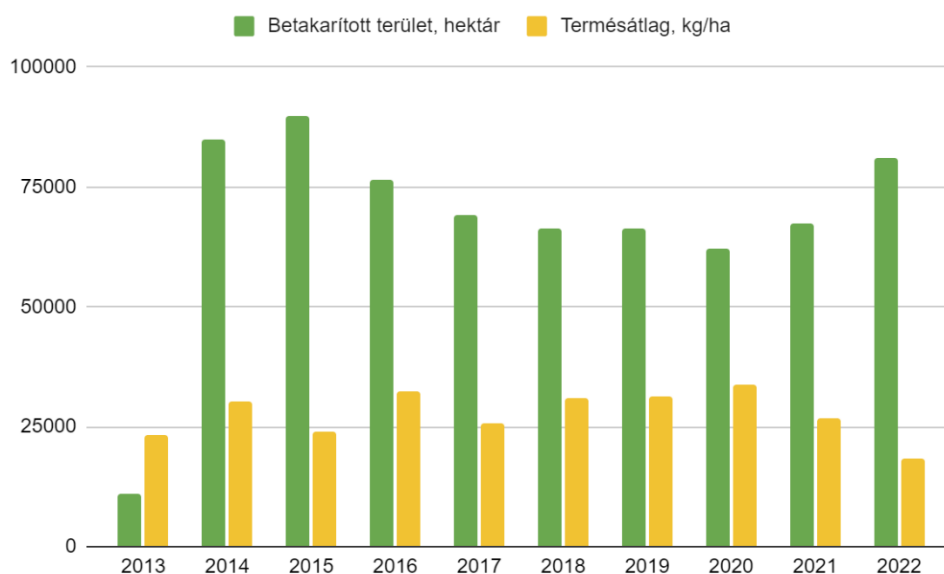
2.2 A hazai tejelő szarvasmarha állomány takarmánybázisa

Magyarország a kontinentális éghajlatba tartozik, ezért hazánkban számos takarmánynövény termeszthető és áll rendelkezésünkre. A tehenek hagyományos fejése esetén a hazai telepek szervezett, állandó és csoportos fejési és takarmányozási (TMR-alapú, teljes takarmánykeverék kiosztása) gyakorlatot folytatnak. Az automata fejőrendszerekben azonban ún. PMR (partial mixed ratio, részleges takarmánykeverék) etetés zajlik, amikor is az abrak egy részét a fejéssel egyidőben adagolják a tehenek számára, míg a tömegtakarmányokat és az abrakadag fennmaradó részét az istállóban az etetőasztalra kiosztva kapják meg az állatok, Magyarországon az abrakhányad döntő része hazai termesztésű. A megfelelő energiahányad általában a kukoricával biztosítható roppantott, illetve darált formában. Felhasználható még a cirok, a búza, a tritikálé és az árpa is. Az abrakadag fehérjehordozói az extrahált darák (szója, napraforgó, repce). A szója aminosav-összetétele a legkedvezőbb a nagy fehérjetartalmú komponensek közül, ezért nagyon fontos hányadát képi az abrakadagnak, termesztése azonban hazánkban korlátozott lehetőségekkel rendelkezik. Extrahált napraforgódarából és repcedarából viszont jóval többet állítunk elő, hasznos részét képzik az abraknak. A különböző gyártási folyamatok során keletkező melléktermékek közül jelentős a tejelő szarvasmarha takarmányozásában hazánkban a DDGS/WDGS és a CGF.

A szálaltakarmányok közül a silókukoricaszilázs és a lucernaszenázs a két meghatározó, erjesztéssel tartósított tömegtakarmányunk. A kukoricaszilázsnak van a legnagyobb fajlagos energiatartalma, a lucernaszilázsnak pedig a legnagyobb fehérjetartalma (Orosz, 2016). A kukoricaszilázsból etetjük a legtöbbet a hazai tehenészetekben a tömegtakarmányok közül (napi 15-25 kg/tehen, ami az adag szárazanyag-tartalmának kb. 30%-a). Ezért akár kismértékű változás is komoly hatással lehet a tejelő tehen energiaellátását illetően, ha a kukoricaszilázsban az bekövetkezik (Orosz, 2013). Erre a két fő komponensre, azaz a lucernára és a silókukoricára alapozott tömegtakarmány-bázisunk már nem helytálló. A 'két lábon állás' már nem elég biztonságos sem a nagy tejtermelésű tehenek szempontjából, sem a klímaváltozás helyzete miatt, ezáltal pedig a takarmánybázis-biztonsága miatt sem.

Az időjárási viszonyokat tekintve elég a tavalyi adatokat szemügyre venni. 2022-ben a nyár átlaghőmérséklete 22,8 °C volt, ami 2,0 °C-kal magasabb, mint az 1991-2020-as sokévi átlag. A nyári átlagos országos csapadékösszeg 134 mm volt, amely nagymértékben elmarad az 1991-2020-as átlagtól (203 mm). Hazánk legnagyobb részén épp ezért a lehullott csapadék mennyisége a sokéves átlag alatt maradt (Országos Meteorológiai Szolgálat, 2022). A gyors

vegetatív növekedés második fele, a címerhányás időszaka és a szemfejlődés korai szakasza a silókukorica legérzékenyebb időszaka a fejlődés szempontjából. A nyári forró időjárással szinte teljesen egybeesik a növény tenyészideje (Molnár és Orosz, 2014). A kukoricaszilázs betakarításának országos adatai összehasonlítva az előző évek betakarításának eredményeivel, azt látjuk, hogy a hozam nem érte el a 30 tonna/ha értéket 10 évből 5 évben (3. ábra). Ez azt jelzi, hogy várhatóan a jövőben is gyenge hozamot produkálhat majdnem minden második év öntözés nélkül. Korán jelentkezett a hőstressz, így ennek hatása erőteljes volt, cső nélküli növények képződtek. Az aszály és a hőstressz miatt több területen előbb kezdték meg a silózást, azonban egyes helyeken a megszokott időben, augusztus közepétől zajlott a betakarítás. Az aszály végig jelen volt, de régióként különböző mértékben. A betakarítás így szokatlan időpontokban történt, a hőstressz hatására ugyanis korai fenofázisban kellett aratni. A cső nélküli silókukorica hatására eltérő lett a szem-szár-levél aránya. Ennek következtében a táplálóanyagtartalmi értékek is széles skálán mozogtak. A silókukorica keményítő tartalma és a keményítő emészthetősége is jóval átlag alatt alakult. A nyersfehérje tartalom az átlagnál jobb volt, ami a korai betakarítással és a keményítő hiányával magyarázható. Az emészthető rosttartalom viszont láthatóan magasabb az átlagos értékekhez képest (Orosz, 2023).



3. ábra: Silókukorica és a kukoricacsalamádé termelése Magyarországon 2013-2022 között (KSH, 2022)

Nem csak a hozam és a táplálóanyagtartalmi értékek miatt veszélyes az aszály. Az egyik legnagyobb kihívás, amivel szembe kell nézni a tejtermelő állatok takarmányozásában, az a mikotoxin szennyezés, amely az éghajlat változással hozható összefüggésbe. Az *Aspergillus*

gombatörzsek - amelyek korábban csak bizonyos szubtrópusi területen okoztak problémát - Magyarországon is megjelentek, és megjelenésükkor a kétezres évek elején csekély jelentőséggel bírtak. Azonban 2012-ben nagy károkat okoztak a kukorica termésben, főként az aszálytal sújtott területeken. Ismeretes, hogy az *Aspergillus* törzsek legfőképpen a kukoricát fertőzik. A gombatörzsek által termelt aflatoxin vegyületek (aflatoxin B1, B2, G1, G2) a növény egészén megjelennek és nem csak a szemeken, éppen ezért a kukoricaszilázsokban is jelen vannak, ugyanúgy ahogy a szemes kukoricában (Tej Szakmaközi Szervezet és Terméktanács, 2013). A termőterületen történő penészgomba-fertőzés jelentős lehet a szilázsok és szenázsok esetében is, aminek következménye, hogy a silózás során már bizonyos mértékű mikotoxin-szennyezettséggel rendelkeznek. Ezek a toxinok nem vagy csak kis mértékben bomlanak le a szilázsokban, mivel már a silózás előtt termelődtek. A fontosabb mikotoxinok közül nem bomlanak le a deoxinivalenol, a zearalenon, a fumonizinek, a roquefortin C és a mikofenolsav. Részlegesen, de nem teljes mértékben, bomlanak le az aflatoxinok, az ochratoxinok és az alkaloidok, azonban szinte teljes mértékben lebomlanak a *Penicillium roqueforti* által termelt PR toxin és a patulin. Fontos azonban megjegyezni, hogy a mikotoxin termelés újra megindulhat a silótér megbontása után, ugyanis oxigén hatására a penészek aktiválódhatnak (Mézes, 2020).

Vannak azonban olyan takarmánynövényeink, amelyek az aszályos időre kevésbé érzékenyek. Ennek legfőbb oka, hogy őszi vetésű a nagyrészüik, ezáltal már betakarításra kerülnek a hőstressz idejére, míg mások évelők, valamint mélyre nyúló gyökérszettel rendelkeznek. Ennek következtében az őszi gabonafélék kiválóan tudják a téli és a tavaszi csapadékokat hasznosítani, amely segít a kedvező termés mennyiség kialakulásához (Molnár és Orosz, 2014). Az őszi vetésű és kora tavaszi betakarítású takarmánykeverékeknek számos előnye van, amivel a tömegtakarmány-termesztés és -felhasználás 'biodiverzitását' növelik. A széles faji összetétel révén a szántóföldön segíthet a penészgombák és a gombatoxinok visszaszorításában. A több faj jelenléte és együttes termesztése nagyobb termésbiztonságot jelenthet. A talaj víz- és táplálóanyag-készlete kedvezően hasznosul, ugyanis a pillangós-gabona keverékek eltérő gyökérmélységekből képesek a vegetációjukhoz szükséges vízmennyiséget felvenni, a dús és sűrű növénytakaró segít a gyommentesítésben, a pillangós növények hatására a talaj tápanyagellátása optimális lesz, amivel kedvező környezetet biztosítanak az utódnövények számára. Ezen őszi keverékek jól illeszkednek a vetésszerkezetbe (ha idejében vetik és takarítják be őket). A pillangós és a gabonakomponens növények energia- és fehérjearánya kiegészíti egymást a különböző keverékszilázsokban, ezért az üszőnevelés kiváló tömegtakarmányai, de a szárazonálló, a kis- és közepes tejű tehenek is kaphatják. Egy

aszályosabb vagy egy forróbb nyár után előfordulhat az a hatalmas probléma, hogy a silókukorica termésmennyisége nem elegendő. A külföldi szakirodalom szerint a korai betakarítású gabona- és keverékszilázs még az intenzíven termelő nagytejű teheneknek is kiváló takarmánya lehet fehérje- és rostforrásként, a silókukorica- és a lucernaszilázs mellett, ha kalászhányás előtt takarítják be (Orosz, 2016).

Összességében tehát a jelenlegi helyzetre tekintettel szükségünk van a silókukorica alternatíváira, amelyek jó minőségű, megfelelő energia és fehérjetartalmat, valamint kiváló rostforrást biztosító tömegtakarmány előállítására alkalmasak.

2.3 A silókukorica alternatívái

2.3.1 Cirokfélék

A cirokfélék kevésbé érzékenyek a kukoricához képest a csapadék mennyiségére. A takarmánycirok kiváló szárazságtűrőképességgel rendelkezik, az aszálykárt képes kiheverni és a vegetációs időszakban tud regenerálódni. A szárazságtűrés abból adódik, hogy erős, mélyre nyúló járulékos gyökérrendszere van, illetve viaszos levélzete és kis sztómaszáma. A cirokfélék jól viselik az aszályt, az ökológiai stresszhatásokat, a gyenge termőképességű és rossz szerkezetű talajokat, és a késői kitavaszkodást (Bocz, 1992). A silócirkok 3-4 méteres magasságukból adódóan képesek 100-120 tonna/ha zöldtermést produkálni. Jelentős, 15-20%-os kiindulási cukortartalommal rendelkeznek, alacsony keményítőtartalommal, és közepes rostemészthetőséggel (A bendőben 48 óra alatt lebomló NDF mennyisége, vagyis NDFd48: 50-55%). Az egymenetes betakarítás révén az erjedés szempontjából biztonságos 30% szárazanyag tartalmat lábon kell elérnie a ciroknak (Fazekas és Orosz, 2018). A kettős hasznosítású silócirok hibridek előnye, hogy magasabb keményítőtartalommal kerülnek betakarításra (akár 15-25% sza.), így ebből következően energiatartalmuk is kedvezőbb. A kései betakarítás miatt azonban gyengébb rostemészthetőséggel bírnak (NDFd48: kb. 50%) (Fazekas és Orosz, 2018). A szudánifüvek beltartalma kiemelkedőnek mondható megfelelő betakarítás esetén. Közepes-magas fehérjetartalmat (10-14% szárazanyag), jelentős cukortartalmat (12-17% szárazanyag), és bugahányás környékén kaszálva kedvező rostemészthetőséget (NDFd48 : átlagosan 60-65%, de egyes hibridek elérik a 70-74%-ot is) adnak (Fazekas és Orosz, 2018). A hagyományos silócirok és a szudáni cirokfű negatív tulajdonsága, hogy magas a rosttartalmuk (28-30%), amelynek gyengébb emészthetősége révén laktációs nettó energiatartalmuk (4,65 MJ/kg NEI) alatta marad a kukoricaszilázshoz képest. A hagyományos cirokfélékből készült

szilázs emészthetősége alacsonyabb jóval a kukoricához képest. A sejtfal emészthetetlen alkotóeleme a lignin, amely megakadályozza a sejtfalban jelenlevő szénhidrátok bendőbeli lebonthatóságát. Az emészthető rost mennyiségét csökkenti a lignin, ezért a bendőbeli áthaladás lassul, növeli a bendő teltségérzetét, ami a szárazanyag-felvétel visszaeséséhez vezet és csökkenti a tejtermelést a hagyományos és régi típusú silócirokfélék esetében (Aydin és mtsai., 1999). A bugás, alacsony termetű szemescirok-szilázs energiatartalma valamelyest kedvezőbb (NEm 5,61 MJ/kg szárazanyag, NEg 3,19 MJ/kg szárazanyag), mint a silóciroké vagy a szudáni fű (Várhegyi és Várhegyiné, 2003). A BMR (Brown Mid Rib - „barna főér”) jelző olyan mutációra utal, amely gátolja a növény ligninszintézisét. Ez a tulajdonság megjelenik a levelek főerén illetve a fiatal szár rostjain, amely barna színt eredményez (Kontró és Orosz, 2020). Kedvezőbb emészthetőséggel rendelkeznek. Több kísérletet is végeztek már BMR cirokkal. Az eredmények alapján elmondható, hogy egyes BMR cirokhibridek viaszérésben betakarítva képesek a kukoricaszilázshoz hasonló eredményeket elérni 30-35 kg tej/nap termelésű tejelő tehénben, ezért (legalább) a részbeni helyettesítésre potenciálisan alkalmas tömegtakarmányok. A BMR típusú cirokfélék alacsonyabb termés mennyiséggel rendelkeznek egyes silókukoricákhoz képest illetve a hagyományos silócirkokhoz viszonyítva, és bizonyos kevésbé kedvező agronómiai tulajdonságaik (pl. az alacsony lignintartalom miatt bekövetkező erős megdőlés) eddig akadályozták, hogy széles körben elterjedjenek (Orosz, 2018b).

2.3.2 Fűfélék

A tejelő szarvasmarha természetes tápláléka a legelőfű. A fűszénáz és a fűszéna Magyarországon mégsem alkotott jelentős hányadot a monodiétás takarmányadagban. Ugyanis egyrészt gyepterületeink ápolása nem volt központi kérdés, ezért elhanyagoltá váltak, másrészt pedig a nyáron érkező csapadékszegény időszak megviselte a gyepet, és az öntözött területek is könnyen kiégtek. Valamint a legjobb minőségű gyepről származó alapanyag meg sem közelítette a lucerna nyersfehérje-tartalmát, illetve energiatartalma és hozama is csekély volt. A nagy hozamú, új szántóföldi fűvek könnyen emészthető, azonban strukturális rostforrást biztosítanak a tehén számára, amely biztosítja az egészséges bendőműködést, fokozza a nyáltermelést, intenzív kérődzést produkál, könnyen hozzáférhető energiát ad, valamint hőstressz idején kisebb hőtermeléssel jár a rostbontás. Emellett az olaszperje szenáz sok (>40% szárazanyag-tartalom) egy része jelentős cukortartalommal rendelkezik, ami segíti a tehének étvágyának a fenntartását a kritikus nyári időszakban, enyhíti a hőstressz okozta káros hatásokat, illetve a bendőben oldódva a mikrobiális fehérje szintézishez biztosít könnyen hozzáférhető szénhidrátforrást (az 1-1,7 kg/ nap mikrobiális fehérje képződéséhez). Az

olaszperje-szilázsokat nagymértékű karotintartalom jellemzi (átlagosan 100-150 mg/kg szárazanyag), aminek hatása kedvező a szaporodásbiológiára. Ha az olaszperje-szilázst átlagosan naponta 8-9 kg-os adagban etetjük (35% szárazanyag tartalom mellett), az biztosítja a teljes napi karotinszükségletet a tehén számára. A potenciálisan 20%-ot is megközelítő fehérjetartalom a korábbi fűszilázsok esetében szinte elképzelhetetlen volt. Nyersfehérje tartalma a lucernával vetekedik, azonban nem ez az elsődleges kiemelkedő tulajdonsága az olaszperjének. A nyersfehérje-tartalom függ a megfelelő nitrogén-ellátástól (150-160 kg N/ha hatóanyag, háromszori kijuttatással: egyszer őszzel és tavasszal kétszer), valamint a csapadék mennyiségétől és eloszlásától. A gondoskodásra pozitívan reagál az olaszperje, viszont gyengébb termésmennyiséget produkál, ha agrotechnikai/technológiai hiányosságokat érzékel. Kezdetben kipróbálták és tesztelték mindhárom olaszperje változatot, aminek eredményeképpen az egyéves Suxyl fajta lett az uralkodó. Később újabb fajták illetve hibridek jelentek meg, amik további választékot jelentettek (pl. Jeanne - *Lolium multiflorum*, hibridperje - *Lolium hybridum*, Westerwoldi perje - *Lolium westerwoldicum*, valamint a perjefélék és csenkeszek keresztezéséből származó *Festulolium*) (Lehel és mtsai, 2016).

2008-ban is a legnépszerűbb a Suxyl fajta volt az olaszperjék között, amely a vetésforgóba könnyen beilleszthető. A fajta sikerességét több tényező is együttesen adja: mivel a vetésforgóba könnyen beépíthető, így a területet optimálisan ki lehet használni, ezáltal két év alatt azon a területen minimum három kultúrát lehet betakarítani. Ősszel kalászos után vagy silókukorica után telepítjük a Suxylt, majd a betakarítás után-amely április végén-május elején történik- újra lehet vetni kukoricát a területen. A lazább talajokon lehetőség adódhat egy második kaszálásra is, ami nagyjából 3 hét múlva követi az elsőt, ezután pedig – május második felében – cirkot lehet vetni. Egy másik jelentős előnye a Suxylnak, hogy 15-25 tonna/ha termésmennyiséget eredményez (szenázs értékben) az első kaszálás után, emiatt pedig lehetővé teszi, hogy őszzel kevesebb kukoricát silózzunk. A növény fenofázisa a betakarítás kulcsfontosságú tényezője, ami azt jelenti, hogy akkor vagyunk a termésmennyiség-minőség kompromisszumán alapuló optimumon, amikor a kalász még hasban van. Kalászolás utána a termés lignintartalma nagyon nagymértékben megemelkedik, míg fehérje és energiatartalma csökken, termésmennyisége viszont érdemben nem növekszik (Orosz és Kontró, 2009). Lehel és mtsai. (2011) Bahial hibrid és a Suxyl olaszperje fajta emésztési együtthatóját, a bendőbeli lebonthatósági értékeit, valamint valós energia- és metabolizálható fehérje tartalmát határozták meg. A Bahial és a Suxyl nyers táplálóanyag-tartalma a Bahial nyersrost-tartalma kivételével minden paraméter tekintetében kedvezőbb volt, mint a jó minőségű fűszenázs értékei, beleértve a hemicellulóz, cellulóz és savdetergens lignin szintet is. A Bahial és a Suxyl emésztési

paraméterei minden esetben jobbak voltak, mint a jó minőségű fűszennász hasonló értékei. Megállapítható, hogy a kedvező emésztési együtthatók az olaszperje szennászok (Bahial, Suxyl) alacsony lignintartalmának (ADL Bahial: 20 g/kg sz.a, ADL Suxyl: 27 g/kg sz.a) az eredménye. A Bahial olaszperje hibrid bendőbeli lebonthatósága a vizsgálati eredmények alapján megegyezik a jó minőségű fűszennász hasonló értékével, a Suxyl olaszperje fajtáé viszont magasabbnak bizonyult. Ezen kedvező érték szerint a Suxyl szilász több lebontható fehérjét biztosít a bendőbaktériumok szaporodásához, mint a Bahial szilász és a hagyományos fűszennász.

2.3.3 Gabonafélék

A gabonaszilászok közül a rozsszilász kiemelkedő eredményeket mutatott az elmúlt években, mely speciális fajtát vagy hibridet igényel, valamint vetése szeptemberre tehető, és betakarítása igen korai tavasszal (április). Többféle hozamkísérleti eredmény, számos kisparcellás mérési eredményből felállított öregedési modell, illetve több gyakorlati tapasztalat alapján elmondható, hogy a tömegtakarmánként termesztett rozs (Orosz és Hoffmann, 2013 a; 2013b, Orosz és mtsai, 2017b, 2017c) és a tritikálé (Hoffmann és mtsai, 2016) ígéretes kora tavaszi betakarítású tömegtakarmány. Mindkét növény első kaszálásra potenciálisan 5-7 tonna szárazanyag/ha hozamra képes. Az áprilisban várható hozam oldaláról nézve kritikus a rozs vetésének időpontja. Az elmaradó hozam mértéke akár -20% is lehet, ha kései időpontban vetjük a rozst (október vége – november). Ezért javasolt, hogy a vetést legkésőbb szeptember végén elvégezzük. Ekkor a bokrosodás mértéke még nem ad okot arra, hogy kaszálni kelljen, de kellően erős lesz már a növény a hideg tél túlélésére. A rozs a fagyok előtt képes olyan mértékben bokrosodni, amely meghatározza a hozamot is, ezáltal az őszi nitrogén ellátottság befolyásolja a bokrosodás intenzitását. A rozs egyik előnyös tulajdonsága, amely a mostanában jelenlevő kritikusan forró és száraz időszakokban jelentős, hogy a nagyon korai betakarítása révén a toxint termelő penészgombák jóval alacsonyabb eséllyel károsítják a növényt és fertőzi a rozsszilázst (Orosz és mtsai., 2017b).

Az őszi gabonafélék betakarítása nagyon korai időpontra esik, amely alacsony keményítőtartalmat von maga után, de ezt a kedvező emészthetősége kompenzálja, illetve a bendőben jól lebomló rostból származó energia (amikor a kalász még hasban van áprilisban). Potenciális hozama 15-20 tonna/ha (szilázssra vetítve) kedvező időjárási viszonyok mellett. Az áprilisban betakarított rozsszilászok energiatartalmának üzemi átlaga 5,8 MJ/kg szárazanyag. (NEI) volt 2015-ben, míg a kora viaszérésekor betakarított rozsszilázssban az energiatartalom csupán 4,59 MJ/kg sza. (NEI). A korszerű rozsfajták ezért, mint nagy hozamú és táplálóértékű

gabonafélék, jól megállják a helyüket a nagytejű tehén takarmányadagjában. De csak abban az esetben, ha korán vannak betakarítva. Ha elkésünk, akkor nincs értelme megvárni a tejesérést/viaszérést, vagy a szemtermést. Ennek az az oka, hogy a rozs öregén már nagyon nehezen taposható, táplálóértéke pedig még az üszők adagjában sem kedvező (Orosz, 2020). Kaposváron 2012-ben egy 5 rozsfajtára, illetve hibridre kiterjedő fajtakísérlet beállítására került sor. 2 rozsfajta és 3 rozshibrid zöld-, szárazanyag- és szilázshozamának, valamint táplálóanyag tartalmának és emészthetőségének vizsgálata volt a cél. 3 különböző fenofázisban takarították be a zöld növényt: a kalász még hasban volt, kikalászolva és közvetlenül a kukoricavetés előtt, egy-egy hét eltolással. Az eredmények a következők: a zöldhozam 38-42 tonna/ha, a szárazanyag-hozam 5,1-6,2 tonna szárazanyag/ha, a szilázsegyenértékben kifejezett hozam 17-21 tonna szilázs/ha lett (30% szárazanyag tartalomra számolva). A fenofázisokat külön-külön vizsgálták, majd megállapították, hogy a kalászhányás előtt és a kalászhányásban történő két kaszálás között a zöldhozam 2-9 tonna/ha-al nőtt, ez után csökkent. A nyersfehérje-tartalom két hét elteltével majdnem a felére csökkent (7,7-9,1%-al csökkent), miközben a lignintartalom majdnem a duplája lett. Ez alátámasztja, rendkívül szűk a betakarítási ablak (3-5 nap) a rozs esetében, nagyon gyorsan vénül, és az akár 5-7 napos késés tönkre teheti a rozs minőségét (Orosz és mtsai, 2017b).

A rozs szűk betakarítási ablaka miatt egy olyan növény került előtérbe, mely 7-10 nappal később érkezik. A búza, árpa és a tritikálé lassabban öregszik, mint a rozs. A tritikálé kényelmesebb, kevésbé kockázatos a betakarítás szempontjából. Ez a gabonaféle fiatalon betakarítva szintén kiváló rostemészthetőséggel rendelkezik, ezáltal kiemelkedő alapanyagot szolgáltat a tejelő tehénnek (kétmenetes betakarítás), de tejesérésben is betakarítható üszőknek (klasszikus egymenetes betakarítás) (Orosz, 2020). A tritikáléból készített gabonaszilázs kiváló alternatívaként szolgál a kukoricaszilázssal szemben. A tritikálé szilázs kevesebb vízfelhasználást igényel, ugyanis a száraz periódusokat elkerüli. Továbbá fontos szempont a gazdálkodóknak, hogy szilázsként korán takarítják be, ami lehetőséget ad arra, hogy azon a területen - amelyen a tritikálét áprilisban betakarítják - a felszabaduló hely miatt egy kései tavaszi vetésű kultúrát (kukorica, szója, napraforgó) eredményesen lehet termeszteni. Ezzel javul a terület kihasználása a takarmányellátás biztonságával karöltve (Kruppa és mtsai., 2018). A tritikálé lassabban öregszik mint a rozs, ezért számos kísérletet felállítottak, melyben a tritikálé öregedési modelljét vizsgálták. 2016-ban egy Iregszemcsén felállított kísérletben két hazai nemesítésű tritikálé fajtát vizsgáltak. A betakarítás április 21-én, április 27-én és május 6-án volt. A kikalászolás előtti állapotban, amikor 5-6 cm hosszú volt a kalász a hasban a terméshozam 6 tonna szá./ha (Hungaro) és 5,9 tonna szá./ha (KV 119 fajtajelölt). Ez a

szárazanyaghozam 15-20 tonna szilázshozamot eredményezett hektáronként 30-40% közötti szárazanyag-tartalom esetében. Egy héttel később, amikor az emészthetőség és a rosttartalom már kevésbé volt kedvező, de még mindig jó paramétereket mutatott, a kalász pedig hasban volt (9-10 cm hosszú kalással, a szálkák már kibújtak és szemmel láthatóak voltak), akkor az elért hozam 7,9 tonna szá./ha (Hungaro) és 7,7 tonna szá./ha (KV 119 fajtajelölt) volt. Ez pedig 20-25 tonna hektáronkénti szilázshozamot eredményezett 30-40% szárazanyag-tartalom mellett. A rostprofil öregedési modellje alapján április 27-én a 22-23% szárazanyag-tartalomhoz hasonló ADF-értékek társultak (24% szá.) és igen alacsony lignintartalom (2% szá.). Egy héttel később, május 6-án nagyobb nyersrost és ADF érték mellett a lignin még mindig rendkívül alacsony értéket mutatott (2,3-2,5% szá.). A rost bendőbeli lebonthatósága április 27-én kimagaslóan jó volt (77%), a legjobb rozsszilázs bendőbeli lebonthatóságával vetekedett (77%). Az egy héttel későbbi mérésen is kedvező volt a rostlebonthatóság (70%), ami megközelítette az ország legjobb gabonaszilázs eredményét (72%). Összességében pedig mindkét adat meghaladta a korai betakarítású rozsz- és egyéb gabonaszilázsok országos átlagértékét (65% és 60%). A lebontható NDF-tartalom messze meghaladta a legjobb rozsz- és gabonaszilázsok értékeit (390-420 g/kg szá.). Két héttel később takarítható be szilázsnak mint a rozsz, ami pedig melegebb időjárást eredményez a fonnyasztás folyamán, lassabb fejlődési üteme révén nem jelent problémát a kaszálás időpontjának csúszása. Lassabban öregszik, mint a rozsz, ezért felhasználása „kényelmesebb”. A korai betakarítású rozsz után betakarítva (és ugyanazon depóba taposva) pedig csökkenthető az időjárásból adódó kockázat (Orosz, 2020; Orosz és mtsai., 2017a).

A tisztavetésű őszi gabonafélék (búza, árpa) szintén alkalmasak szilázs készítésére. Az őszi vetésű gabonaszilázsok betakarítása május-június elején esedékes hagyományosan, a tejesérés végét, viaszérés elejét javasolják, hogy az emészthetőség-keményítőtartalom-hozam kompromisszuma megvalósuljon. Az idő előre haladtával ahogy öregszik a növény, fokozatosan beépül a keményítő, növekszik a hozam, azonban a táplálóanyagok emészthetősége romlik. Ebben az állapotban a szilázs 20-25% keményítő tartalommal és 25-50 tonna/ha zöldhozammal bír. Energiatartalma (NEL: kb. 5,0-5,3 MJ/kg szá.) azonban még ekkor sem tudja a kukoricaszilázs energiataralmát utolérni. A gabonaszilázs betakarítása egyenesen a szemérés állapotában, mely fonnyasztás nélkül történik (speciális gabonaadapterrel szerelt) járvaszecskázóval, „lábról” betakarítva, de ha ettől korábban (kalászhányáskor) takarítanánk be, akkor kaszálni majd pedig fonnyasztani kellene addig, amíg el nem éri minimum a 30%-os szárazanyag-tartalmat (Orosz és mtsai., 2015). Az árpa kiemelkedő minőségű szilázst vagy szénát adhat, azonban hozama kisebb, mint a zabnak vagy a tritikálénak. Árpát ott célszerű

vetni, ahol a talaj szerkezete megfelelően laza, mert kötött talajokon hozama az optimálistól elmarad. Tavasszal korán vethető. Betakarításánál figyelni kell, mert az árpa legtöbbször korábban érkezik, mint a búza. A búza hasznosítása is sokoldalú lehet, legeltethető is, de szilázsnak és szénának is kiváló. Tavaszi vetésű változata is ismert, ami a vizes talajt jobban viseli, mint az árpa vagy a zab. A kötött talajokat nehezebben tolerálja, mint a tritikálé vagy a rozs. A zab alkalmazkodóképessége jobb a hideg és nedves talajokhoz, mint az árpának. Nagy hozamokra képes, tápláléértéke kiemelkedő ha kalászhányás előtt (hasban a kalász) takarítják be (Orosz, 2018a).

2.3.4 Gabona-gabona keverékek

Az őszi gabonafélék korai betakarításakor a keményítőtartalom alacsony, de ezt a bendőben jól lebomló rostból származó energia és a kedvező emészthetőség kompenzálja (amikor a kalász még hasban van áprilisban). Az őszi gabonafélék és tömegtakarmánykeverékek kedvezően tudják a téli és tavaszi csapadékot hasznosítani, amely általában elegendő is a kedvező termésmennyiséghez (Orosz, 2020). A mediterrán régiókban a meleg és száraz időjárás miatt a silókukoricát már sok helyen öntözik, ami akár 50-60 tonna hektáronkénti zöldhozamot is biztosít, de csak 20-25% keményítőtartalom párosul hozzá (Palazzo, 2016, szóbeli közlés). Az öntözés azonban költséges, ennek hatására olasz takarmányos szakemberek olyan növénytermesztési stratégiát dolgoztak ki, ami a nyári meleg időszakot kiküszöböli (Orosz, 2017a; Orosz, 2017b). Ezért őszi vetésű, nagy hozamú gabonaféléket párosítottak más gabonákkal és füvekkel. Az új szemléletű keverékeknek túlniük kell a szárazságot, a költségek mérséklése is fontos teljesítendő kritérium, egyszerű kivitelezhetőségű kell legyen, valamint a betakarítási ablak szélesítése is a cél. Mindezek mellett pedig az egyik legfontosabb tényező, hogy kedvező takarmányozás-élettani hatásuk legyen, ami a jó rostemészthetőségben nyilvánul meg. Geren (2014) szerint a gabonafélék könnyebben alkalmazkodnak a korai vetéshez, mivel szárazságtűrő képességük kiváló, ezért korábban tudnak takarmányt biztosítani az évelő füvekhez képest. A gabonafélékből pedig már egyszeri kaszálással is elkészíthető a szilázs (Bagg, 2005). A gabonaféléket egymással kombinálva is értékes keverékeket találhatunk a választékban, amik kalászhányás előtt vagy kalászhányás kezdetén kaszálva jó rostminőséget tudnak biztosítani, míg bizonyos későbbi fenológiai fázisokban pedig kiemelkedő hozamot tudnak nyújtani az üszők számára. Az elsőszámú előnye ennek pedig, hogy a választás szabadsága adott, tehát a kritikus időjárási és műszaki korlátokhoz való alkalmazkodás lehetősége fennáll. A betakarítási ablak pedig széles. Az ablak szélessége függ a komponensek egymáshoz viszonyított arányától, a fajták

tenyésztésétől és egymáshoz való viszonyuktól (Orosz, 2017a).

Bizonyos tulajdonságaikkal a gabonafélék kiegészítik egymást a gabona-gabona keverékek esetében. Az őszi búza nitrogénfelvétele háromszor nagyobb, mint az őszi árpáé (Hashem és mtsai., 2000), és növekedési üteme gyorsabb, mint a keverék többi komponensének, így magas hozamot biztosít. Az árpa korai növekedése viszont gyorsabb, mint a búzáé (Cousens, 1996), ezért a keverék korai növekedési szakaszában elnyomja a gyomokat. Az árpa és az őszi zab emészthetősége kiváló, ennek eredményeképpen javítja a tejtermelést (Raffrenato és Van Amburgh, 2010).

2018 tavaszán Iregszemcsén végeztek el egy kísérletet, amelyben hat olasz gabonakeverék, egy rozs és egy tritikálé fajta öregedési modelljét vizsgálták. A Texas keveréknek (3 búzafajta + 3 tritikálé fajta + 1 árpafajta) korán (kalászhányás előtt) gyengébb volt a hozama, mint a rozsnak, de jobb volt a teljesítménye, mint a tritikálénak önmagában. Emészthetősége a tritikálével párhuzamosan futott. Az adagösszeállítás szempontjából fontos, hogy fiatalon, tehát kalászhányás előtt, kalászhányás kezdetén, de még kalászhányásban betakarítva is kétszer annyi emészthető rostot tartalmaztak a keverékek, mint a viaszérésű silókukorica (Orosz, 2017a).

2.3.5 Gabona-fű keverékek

Alternatív megoldás lehet még a gabona-fű keverék is. Ismert, hogy a kukoricaszilázs 180 g emészthető NDF tartalommal rendelkezik. Ezen keverékek dNDF-tartalma azonban 300-400 g/kg szárazanyag. A nem lebontható rost, az ún. uNDF érték a kukoricaszilázsban 180-190 g/kg szárazanyag. A keverékekben pedig az uNDF hazai mérések szerint 220-250 g/kg szárazanyag, normál betakarítás mellett. Tehát e keverékekben sok az emészthető struktúrrost, viszont arányait tekintve kevesebb a nem emészthető rost. A keverékben nem szerepel pillangós növény, mert könnyebb pótolni a fehérjét az emészthető rosthoz képest. A bendőbeli lebomlás szinten tartása nehezebb feladat, mint a fehérjepótlás megoldása. A pillangósoknak jelentős lignintartalommal jelentkeznek (6-7% szá.), ami pedig csökkenti mind a rost mind az egyéb táplálóanyagok emészthetőségét. A herefélék, a lucerna, de még a borsó átlagos bendőbeli rostlebonthatósága is csak 40-45%. A füveké viszont 2-3% a szárazanyagra vonatkoztatott lignintartama (kalászhányás előtt) és a rostemészthetőség átlagosan 60-70% körül mozog. A mérleg legalább 20%-al billen a gabonafélék és a füvek javára. Tehát a magas hozamot a korai betakarítású gabona biztosítja, a fűféle pedig biztosítja a magas fehérjetartalmat és a jó rostemészthetőséget keverékben. A fű legtöbbször olaszperje. 2018-ban két gabonakeverék, egy rozs és egy tritikálé fajta öregedési modelljét vizsgálták. A két gabonakeverék tartalmazott

olaszperjét is (három olaszperjefajta, egy búzafajta, két tritikálé fajta, két őszi zabfajta és egy árpafajta keveréke, illetve három olaszperjefajta és két őszi zabfajta keveréke) volt. Az első keverék jobban reagált a késői betakarításra, mint a tritikálé, kiváló rostemészthetősége volt a rozshoz és a tritikáléhoz képest is (kalászhányás előtt NDFd48: 77%, míg a tritikálé 68%, a rozs 64%). Azonban nem versenyezhet az első keverék a tritikálé korai hozamával (kalászhányás előtt 4,6 tonna/ha, míg a tritikálé: 5,3 tonna/ha; kalászhányás kezdetén: 6,4 t/ha, míg a tritikálé 6,6 t/ha; kalászhányásban: 8,3 t/ha, míg a tritikálé 10 t/ha), de „behozta” a lemaradást május elejére. A második, kevesebb komponensből álló keverék ugyan hozamban alacsonyabb volt mint az első keverék (kalászhányás előtt az első: 4,6 tonna/ha, a második: 4,1 tonna/ha), de rostemészthetősége ugyancsak kimagasló (kalászhányás előtt második keverék NDFd48 79%) volt.

2.4 Az emészthető és strukturális rost jelentősége a tejelő szarvasmarha takarmányában

A takarmányok szénhidráttartalmának (a nyersrost, a cukrok és a keményítő) egy része fermentálódik a bendőben, ami által rövid szénláncú illó savak (SCFA) keletkeznek. Az optimális ecetsav és propionsav arány 3:1. A bendőben a szénhidrátokból összesen 1 kg szárazanyagra vonatkoztatva átlagosan 43-45 g szerves sav képződik (Brydl, 1987), ami akár a 60%-át is biztosíthatja a tejelő tehén energiaszükségletének. Egy nagy termelésű tehén esetében ez az érték naponta 8-12 kg savat jelent. A bendőben keletkező savakat a lúgos kémhatású (pH 8,1) nyál tudja semlegesíteni, amelyből átlagos 60-120 litert termel naponta egy tehén. A rendszer hatékonysága függ a bendőfolyadék átlagos kémhatásától, amelynek optimális szintje 6,3-6,4, valamint fontos hogy a lehető legrövidebb időszakra csökkenje le a pH 6 alá. A nyál termelődéséhez elengedhetetlen az intenzív rágómozgás. Ezért ahhoz, hogy a bendőben élő cellulózbontó baktériumok hatékony működése fennmaradjon, szükséges a nyugalomban lévő állomány esetében a kérődzés, amely megfelelő arányú, időtartamú és aktivitású kell legyen. Az 1 perc alatti 60 rágómozgás biztosítja a szükséges napi 60-120 liter nyál termelődését állatonként, ami kompenzálni tudja a naponta képződő 8-12 kg szerves savat egy állatra vetítve. A 6 pH érték alatt lelassul a cellulózbontó baktériumok szaporodása, ezért kiemelten fontos, hogy a kémhatás ne csökkenjen tartósan ez alá (Orosz, 2013). A bendő-pH minden 0,1 egységnyi csökkenésével a szaporodási ráta is csökken 14%-al (Russell és Wilson, 1996). Ahhoz, hogy a kérődzők bendője optimálisan és zavartalanul működjön, feltétlenül szükséges a szerkezettel bíró, ún. strukturális rost etetése. Ez a strukturális rost felel a nyáltermelésért, a kérődzésért és a bendő megfelelő motorikájáért. Napi szinten átlagosan 10 óra kérődzésre van szüksége egy nagytejű tehénnek, ami biztosítja az optimális bendőműködést és a tejzsírtartalom

(3,6% tejzsír) fenntartását. A strukturális rost mellett kiemelt szerepe van az NDF bendőben lebontható hányadának is. A jelentős struktúrhatás és a kedvező bendőbeli lebonthatóság nem együtt jelenik meg egy-egy rosthordozóban (Orosz, 2014). Az adagban lévő, bendőben lebomló NDF mennyisége határozza meg az ecetsav-képződést a bendőben (energia-ellátást és tejzsírtermelést), míg az adag strukturális rost mennyisége fogja meghatározni a kérődzést és a nyáltermelést (a bendőfolyadék kémhatásának szabályozása). Számos kutatás eredményeképp az derült ki, hogy a rost lebonthatósága hatással van a szárazanyag-felvételre, így az étvágyra. Az állat bendőjében található emésztőenzimek és bendőbaktériumok lassabban tudják bontani a sejteket, ha az adott rost lignifikáltabb (öregebb növény), míg gyorsabban akkor tudják, ha a rost inkább hemicellulózban gazdagabb (fiatal növény). Ezáltal a bendőben a rost lebontásának speciális dinamikája van. A jól emészthető rost gyorsan tud fermentálódni a bendőben, rövid idő alatt csökken a frakciómérete, majd ezután ennek egy része a bendőből az oltógyomorba távozik. A gyorsan lebomló rost így lendületesen mozog a bendőben. A relatíve gyorsan lebomló rost erjedése és kiürülése által létrejön egy 'üres hely' a bendőben, ami újabb szárazanyag felvételre készíti a tehenet. Tehát ha a rost gyorsabban emészthető a bendőben, ezzel párhuzamosan rövidebb idő alatt több hely keletkezik a bendőben a következő takarmányadagnak. Ezzel ellentétben az emészthetetlen rost pedig lassabban ürül ki, eltelíti a bélcsatornát (töltőhatás), ezzel egyidőben pedig csökkenti a passzázs és az erjedés sebességét, ezért inkább statikus, mintsem dinamikus elem. Mivel ürülése lassú, nagyobb arányban etetve a szárazanyag-felvételt csökkenti (Orosz, 2021). Ha kedvezőbb rostemészthetőségű tömegtakarmányokat nagyobb arányban etetjük, akkor kedvezőbb tejtermelés, hosszabb hasznos élettartam, jobb lábállapot, kevesebb anyagforgalmi betegség, kisebb abrakfelhasználás (kevesebb vásárolt termék) és jobb megtérülés várható (Chase, 2012). Mivel a nagy mennyiségben etetett kukoricasziláznak kis szecskamérete (kisebb, mint 10 mm) van, így növeli tudja a szárazanyag-felvételt valamint ezáltal a rostfelvételt, a struktúraszegény szilázs kedvező hatással lehet a takarmányfelvételre, de ezzel egyaránt kockáztatja a megfelelő bendőműködést. Ilyen esetben javasolt kisebb mennyiségben nagyobb szárazanyag-tartalmú szenázs vagy széna etetése, amivel a hiányzó struktúrát be lehet vinni az állat szervezetébe (annak érdekében, hogy az adag energiakonzentrációja ne csökkenjen jelentősen emiatt). A fizikai szerkezet mellett szükség van naponta minimálisan 4 kg lebontható NDF-re. Ez a mennyiség akkor valósulhat meg eredményesen, ha olyan tömegtakarmányok vannak nagy arányban az adagban, amelyek könnyen hozzáférhetőek a mikrobák számára. Ennek megvalósításához szükséges a hemicellulózban gazdag, fiatalon betakarított tartósított tömegtakarmányok nagyobb mennyisége az adagban. Mérlegelni kell az egyes

tömegtakarmányok együttes alkalmazását és arányukat az adagban, annak érdekében, hogy az energia-, a bendőben lebomló rost-, az emészthető- és a fermentálható szerves anyagok egyaránt megfelelő mennyiségben álljanak rendelkezésre a bendőműködés, a tehén szervezete és a (tej)termelés számára. A lebontható NDF két tekintélyes hazai tömegtakarmány-forrása a korszerű (intenzív) fűszilázs és a fiatalon (kalászhányás előtt) betakarított gabonaszilázsok csoportja, míg a silókukorica-szilázsban - amelyet viaszérésben takarítunk be - a lebontható NDF csak mérsékelt mértékben van jelen (Orosz, 2013). Ideális tömegtakarmánynak tekinthető az, amely gyorsan és nagymértékben lebontható rostot tartalmaz nagy mennyiségben (NDFd48 : >60%, dNDF48 > 300 g/kg szá., NDF kd: 4-6%/ óra) és emellett megfelelő fizikai szerkezettel is rendelkezik, hatékonyan hozzájárulva a TMR ideális struktúrájához (TMR peNDF 180-230 g/kg szá., az aktuális szárazanyag-felvételtől függően) (Orosz, 2021).

2.5 A táplálóanyagok bendőbeli lebonthatóságának vizsgálata

A kérődzők emésztésének sajátosságai miatt a bélsár-emészthetőség csak korlátozott értékű információt szolgáltat. A napjainkban alkalmazott takarmányértékelési rendszerek többsége figyelembe veszi a bendőben lebomló és le nem bomló, valamint az emészthetetlen táplálóanyagok mennyiségét. Ezért van szükségünk információkra az emésztőcsatorna egyes szakaszaiban zajló emésztési folyamatokról. Lehetőség van a takarmányok táplálóanyagai – elsősorban a fehérje és a keményítő – bendőbeli lebonthatóságának megállapítására porózus műanyagból készült zacskók alkalmazásával (in sacco vagy in situ vizsgálat) amelyeket különböző ideig, jellemzően 2, 4, 8, 16, 24 és 48 óra hosszát inkubálnak a fisztulával ellátott állatok bendőjében (Schmidt, 2006; Szabó, 2019). Az *in situ* eljárásra vonatkozóan Oldham (1987) állított össze európai szinten egységesített metodikai irányelvet. A vizsgálat Oldham szerint a következő módon végezhető el. A megfelelő szemcsenagyságra aprított takarmányt műanyagból (poliészterből vagy nejlonból) készült zsákocskákban, kanülön át juttatjuk a kísérleti állatok bendőjébe. A zsákocskák mindkét oldalán sűrűn 30–50 µm átmérőjű pórusok találhatók. A pórusokon át a bendő mikrobái a bendőfolyadékkal bejuthatnak a zsákocskákba, és megkezdhetik az azokban elhelyezett vizsgálandó takarmány táplálóanyagainak lebontását. A javasolt inkubációs idők a zsákocskák bendőbe helyezését követően 0, 2, 4, 8, 16, 24 és 48 óra, amelyekhez tömegtakarmányok vizsgálatakor egy 72 órás inkubáció is társulhat. A 0 órás inkubációs idő zsákocskái nem kerülnek a bendőbe, viszont ugyanazon a mosási folyamaton esnek át, mint a bendőből kivett zsákocskák. A 0 órás minták vizsgálatával azt a veszteséget kívánjuk megállapítani, amely a zsákocskák mosása során éri a vizsgálandó takarmányt. A zsákocskákból az inkubációt követően mosással el kell távolítani a bendőfolyadék-maradványt

és vele a már lebontott, de a zsákocskákban a bendőbe még ki nem jutott táplálóanyagokat. A mosást követően a zsákocskákat, valamint a bennük visszamaradt takarmányt 60 °C-on kíméletesen megszárítjuk. Miután a zsákocskákban visszamaradt légszáraz takarmány mennyiségét megállapítottuk, és fehérjetartalmát is meghatároztuk, sor kerülhet a különböző inkubációs időkben lebomlott fehérje mennyiségének kiszámítására (Schmidt és Várhegyiné, 2019). Nocek (1988) szerint van azonban pár fontos paraméter, amelyek befolyásolhatják a táplálóanyagok *in sacco* lebonthatóságát, és ezen paraméterek között kölcsönhatás is fellelhető, ami szintén nem elhanyagolható.

A zsák porozitása kulcsfontosságú kérdés, hiszen ez fogja a vizsgált takarmányhoz nem kapcsolódó bendőtartalom beáramlását korlátozni, a vizsgálandó takarmányt lebontó mikrobák beáramlását lehetővé tenni, valamint a lebonthatatlan takarmányrészecskék zsákból való kiáramlását korlátozni. Az eljárással együtt fellép a takarmányrészecskék oldható és "mechanikus" elvesztése a zsákból a bendőben történő inkubáció előtt. Azonban ezen frakció tényleges emészthetősége nem számszerűsíthető (Mahadevan és mtsai., 1980; Nocek és mtsai., 1983). Ennek hatására több kutató (Nocek, 1985; Nocek és Grant, 1987) úgy döntött, hogy a kérdéses frakció mennyiségi meghatározására és eltávolítására az inkubáció előtti mosást fogja alkalmazni, illetve az adott minta előnedvesítésére, amivel a nyáleválasztást kívánja imitálni. A szójadara előmosásának hatására 15% és 27% nyersfehérje és szárazanyag veszteség következett be a zsákokból, abban az esetben, amikor a pórusméret 6 és 59 µm között változott. Amint a pórusméretet felemelték 80 és 120 µm-re, a nyersfehérje és a szárazanyag kimosódása megemelkedett 30 illetve 14%-al. Lindberg és Knutsson (1981) a szárazanyag veszteség növekedéséről számolt be, amint a zsák porozitása 10 µm-ről 36 µm-re nőtt. Az árpa kivételével Lindberg és Varvikko (1982) arról számolt be, hogy a szárazanyag eltűnése a 36µm-es pórusú zsákokból volt a legnagyobb, majd a 20µm-es és a 10µm-es pórusú zsákok következtek. Számos kutató (Lindberg és Knutsson, 1981; Lindberg és Varvikko, 1982) azt állapította meg, hogy ha a takarmányanyag hosszabb ideig (48 órán keresztül) marad a bendőben, akkor a pórusméret nem befolyásolja jelentősen az emésztetlen hányad mennyiségét. Bár az emésztés mértéke fontos, a tápanyagok zsákból való eltűnésének sebessége a bendőátjárás sebességéhez viszonyítva mutatja a bendőben való lebontás valódi mértékét. A zsák porozitásának mértékét nehéz megállapítani, és valószínűleg a minta részecskeméretétől, valamint a vizsgált takarmány jellegétől és típusától függ (Nocek, 1988). A részecskeméret is befolyásoló tényező. Mivel a vizsgálathoz használt zsákok nem mennek keresztül az emésztőtraktuson, így a mechanikai folyamat, a rágás kimarad. Ezért a mikrobiális aktivitás az egyetlen lehetséges út a részecskék méretének csökkentéséhez. Ezért vitatható, hogy ezen típusú vizsgálatoknál az előkészített

takarmánynak az érintetlen takarmányt, vagy a rágás és bendőbe jutás utáni állapotot kell-e tükröznie. Általánosságban elmondható, hogy a durvább és hosszabb takarmányok lebontási sebessége lassabb, míg a finomra őrölt anyagok nagyobb mechanikai veszteségnek vannak kitéve a zsákban (Nocek, 1988). Egy vizsgálatban Weakley és munkatársai (1983) megállapították, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható szójadara aprítása (50-150 μm) növelte a szárazanyag és a fehérje zsákokból való eltűnését, míg Van Keuren és Heiniman (1962) munkájukban nem találtak különbséget a szárazanyag eltűnésében a 0,28, 0,42 és 0,84 mm-re őrölt takarmányok esetében. Ehle és munkatársai (1982) kimutatták, hogy több komponens N-emésztési sebességét nem befolyásolta a takarmánymintán belüli szemcseméret (1180, 600, 300, 150 μm ; 70 μm pórusméret; 20 g-os minta). Az eredmények alapján ez a szempont tehát ellentmondásos eredményeket mutat, ami arra enged következtetni, hogy még további vizsgálatokat lenne érdemes végrehajtani ezen aspektus bizonyosságával kapcsolatban.

A minta mérete a zsák felületéhez viszonyítva egy szintén kardinális kérdés. Az optimális mintaméret, amely a zsák túlzott megtöltése nélkül is elegendő maradék anyagot biztosít a kémiai vizsgálatokhoz hosszú bendőinkubációs idő után is. Uden és Van Soest (1984) kísérletük eredményeképp megállapították, hogy a CW emészthetősége 54-ről 38%-ra csökkent, amikor a minta mérete 6,5 mg/cm²-ről 50 mg/cm²-re nőtt. Varga és Hoover (1983) két zsákméretet (9 × 17 vs. 13 × 21 cm) és mintasúlyt (2,5 és 5,0 g) hasonlítottak össze a különböző takarmányok szárazanyag eltűnésének értékelésére. A szárazanyag eltűnése 3 és 8 százalékos egységgel csökkent a mintasúly és a zsák felületének 4,6 vs. 8,2 és 9,2 vs. 16,3 mg/cm² arányai esetén. Ezen szerzők jelezték, hogy 30 órás bendőinkubáció után az 5 g-os mintaméret nem adott elegendő maradékot a szárazanyag és az NDF-elemzés elvégzéséhez. Ahogy a minta mérete nő a zsák felületéhez viszonyítva, a takarmány hajlamos a zsák mikrokörnyezetével jobban összetömörödni, emiatt korlátozódik a bendőfolyadék áramlása a zsákon belül, ami csökkenti a takarmányrészecskékkel való érintkezést, és ezáltal csökken az emésztési sebesség, különösen az inkubáció kezdeti időszakában. A legtöbb takarmány összetevő esetében a minta méretének és a zsák felületének 10-20 g/cm² közötti arányát kell alkalmazni. Az inkubálandó minta pontos mennyisége (és a zsák mérete) az adott összetevő vagy takarmány lehetséges bendőemésztésének mértékétől függ a hosszabb bendőemésztési idővel és a maradékon elvégezni kívánt kémiai elemzések számával összefüggésben (Nocek, 1988).

3. CÉLKITŰZÉS

Az irodalmi áttekintésből világosan látszik, hogy hazánkban egyre nagyobb kihívást jelent a jelentős mennyiségű és takarmányhigiéniai szempontból is biztonságos silókukorica-szilázs előállítása. A tejtermelő állomány napi takarmányadagjában a silókukorica-szilázs részleges helyettesítése csak jól emészthető, kedvező rostösszetételű alternatív takarmányokkal lehetséges. Számos kutatás eredménye ismert a tartósított fűfélék, cirokfélék és gabonafélék takarmányozási értékét illetően, azonban az együttesen termesztett nagy rosttartalmú, de jól emészthető takarmánykeverék-szilázsokkal kapcsolatban viszonylag kevés információ áll rendelkezésre. Ezért szakdolgozatomban azt vizsgáltam, hogy egy őszi vetésű gabona keverék szilázs, valamint egy őszi gabona-olaszperje keverék szilázs táplálóanyag tartalma milyen mértékben bomlik le a tehenek bendőjében.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1 A keverékek termesztéstechnológiája

A kísérleti keverékek (1. és 2. táblázat) termesztését a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campusának kísérleti telepén hajtottuk végre. A 3 hektáron történő termesztéshez az olaszországi Agroteam S.p.A. (00054 Torrimpietre (RM), Via di Granaretto 26.) által forgalmazott keverékeket használtuk fel. Alapművelésként mélylazítást és tárcsázást, mint tarlóhántást alkalmaztuk. Vetés előtt a homokos talajon 351 kg/ha műtrágya (NPK 16:16:16) utánpótlást végeztünk, alaptrágyázás gyanánt. A vetőágyat a Kongskilde VibroFlex 7400 típusú függesztett kultivátorral készítettük elő. A munkagépen az elmunkáló eszközök 4 sorban voltak elhelyezve, a laprugóra szerelt, speciális kialakítású kapák osztása 27,5 cm volt. A vetésre szeptember 29-én került sor és egy John Deere 740 A típusú vetőgéppel végeztük el, 3 cm mélységben és 75 kg/ha vetőmagmennyiség mellett. A tenyészidőszakban növényvédelmi kezelés nem volt. A vetést követő csapadék hatására a zab egy héttel, a további komponensek két hétre rá kikeltek.

1.táblázat: A Texas gabona keverék faji összetétele

Texas gabona keverék	Súlyarány%
Őszi búza	40
Őszi árpa	10
Tritikálé	50

2.táblázat: A Dakota gabona keverék faji összetétele

Texas gabona keverék	Súlyarány%
Őszi búza	10
Őszi árpa	5
Tritikálé	15
Zab	30
Olaszperje	40

4.2 A keverékek betakarítása és silózása

A kalászhányás előtt betakarított zöld növényeket 24 óra fonnyasztást (kb. 32% szárazanyag-tartalom és kb. 9 mm szecskahossz mellett, John Deere 7300-as járva szecskázóval) követően minisilókba (0,72 liter űrtartalom, keverékenként 5x510 g) töltöttük, termoneutrális környezetben ($20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os teremhőmérséklet mellett) tároltuk, majd 90. nap elteltével a stabil, jól erjedt szilázsokat megbontottuk és táplálóanyag-tartalmukat megvizsgáltuk.

4.3 Kémiai vizsgálatok

A keverék szilázsok nedvességtartalom meghatározása az MSZ ISO 6469:2001 szabvány szerint történt. A protokoll szerint a mintát $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on szárítószekrényben súlyállandóságig (4 óra) szárítják, a szárítási tömegveszteség a minta nedvességtartalma. A nyershamutartalom meghatározása MSZ ISO 5984:1992 szabvány szerint történt. A mintát $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on súlyállandóságig hamvasztják. A hamvasztási tömegveszteség a minta hamutartalma. A nyersfehérjetartalom meghatározását az MSZ 68304:1981 szabvány szerint Kjeldahl módszerrel végezték. A mintát rézszulfát katalizátor jelenlétében tömény kénsavval roncsolják, a nitrogéntartalmat ammóniumsóvá alakítják. Az ammóniát nátriumhidroxid oldattal felszabadítják, bórsavban desztillálják, és titrálással meghatározzák a nitrogéntartalmat, amelyből kiszámítható a nyersfehérje-tartalom. A nyerszsírtartalom meghatározását a 44/2003 (IV.26.) FVM rendelet 10. számú melléklet XI. módszerével, Soxhlet-extrakcióval végzik, melyhez a mintát hexánnal extrahálják. A nyersrosttartalom meghatározását a 44/2003 (VI.26.) FVM rendelet 10. számú melléklet. XII. módszere (MSZ 6830-7) szerint végzik. A mintát forró, híg kénsavval, majd káliumhidroxid oldattal kezelik. A maradék mosás és szárítás utáni $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on történő elhamvasztása után a súlyveszteségből határozzák meg a nyersrosttartalmat. Az NDF-, ADF- és az ADL-tartalom meghatározásához a Magyar Takarmánykódex 1990. II. 8.2. fejezetében ismertetett módszereket alkalmazzák. Az NDF meghatározása során a mintát semleges detergens oldattal főzik, szűrik, mossák, szárítják, majd hamvasztják. A hamvasztási veszteség tömege a neutrális detergens rost. Az ADF- tartalom meghatározásakor a mintát savdetergens oldattal kezelik, ezt követően szűrés, mosás, szárítás, majd hamvasztás következik. A hamvasztási veszteség tömege a savdetergens rost. A savdetergens lignin (ADL) mérésekor a mintát először savdetergens oldattal főzik, majd a cellulóz eltávolításához 72%-os kénsav oldattal hidegen extrahálják a mintát. Szűrés, mosás és szárítás után lemérik a savdetergens lignin (ADL) mennyiségét. A cukortartalom mérése a redukáló- és összes cukortartalom meghatározását jelenti. A titrimetriás, jodometriás mérés az MSZ 6830/26-87 szabvány szerint történt. A meghatározott értékekből számolt egyéb paraméter a szervesanyag

(mennységét a szárazanyag és a nyershamu különbségeként számítjuk) és a nitrogén mentes kivonható anyag. A nitrogén-mentes kivonható anyag mennyiségét megkaphatjuk, ha a szárazanyagból levonjuk a nyerszsír, nyersfehérje, nyershamu és nyersrost összegét.

4.4 In sacco vizsgálat

A szilázsok táplálóanyag tartalmának bendőbeli lebonthatóságának meghatározására *in situ* (*in sacco*) módszert alkalmaztunk. A tehenek napi takarmányadagot két részletben (reggel 8:00-kor és 14:00-kor) kapták. Minimális mennyiségű alomszalmát használtunk. Az etetett napi takarmányadag 10 kg réti széna, 1 kg szalma és 1 kg abrak volt. A kísérlet alatt az állatok az ivóvízhez és a nyalósóhoz korlátozás nélkül hozzáfértek. Összesen 8 eltérő inkubációs időpontot (0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 és 72 óra) alkalmaztunk és a vizsgálat sorozatot 4 ismétlésben végeztük el. Az inkubációs idők letelte után a zsákokat hideg, folyóvíz alatt alaposan átmostuk, majd 24-48 órás szárítószekrényben történő szárítás következett (min. 60 °C-on). A laboratóriumi vizsgálathoz az 5, illetve 8 zsák inkubációs idő utáni (és szárítást követő) maradékát összeöntöttük. A „0” órás bendőzsák minták nem kerülnek be a bendőbe, de ugyanazon a protokollon (mosás, szárítás, kémiai vizsgálatokon) keresztülmennek, mint a bendőbe behelyezett zsákok. Az adott inkubációs idő szerint a lebomlott szárazanyagnak, illetve táplálóanyag mennyiségének a kiszámítására az alábbi képlet szolgált, mely segítségével megkaptuk a lebomlott táplálóanyagot g-ban kifejezve.

$$100 \times \frac{\text{Zacskóba betett táplálóanyag mennyiség (g)} - \text{Takarmánymaradékban lévő táplálóanyag mennyiség (g)}}{\text{Zacskóba betett táplálóanyag mennyiség (g)}}$$

Állatonként az egy időben tartózkodó zsákokban maradt mintákat összeöntöttük, majd mozsárban nagyon finomra daráltuk és szitálás (1 mm) után zárható edényekbe tettük, hogy meghatározhassuk a szárazanyag-, nyersfehérje-, NDF-, és ADF-tartalmát a mintának. A minta NDF- és ADF- tartalmát mosás után Van Soest-féle eljárást alkalmazva állapítottuk meg.

Minden inkubációs idő után a nylon zsákokban maradt mintát elemzésnek vetettük alá, abból kifolyólag, hogy meghatározzuk a szárazanyag-, nyersfehérje-, NDF- és ADF-tartalmát a zsákokban maradt mennyiségnek. A táplálóanyagok bendőbeli lebonthatóságát az Ørskov és McDonald (1979) által kidolgozott modell segítségével számoltuk ki:

$$P = a + b \times (1 - e^{-ct})$$

ahol:

P = szárazanyag, nyersfehérje, NDF vagy ADF lebomlása (%) az inkubációs idő alatt (t)

a = gyorsan lebomló hányad (%)

b = lassan lebomló hányad (%)

c = lassan lebomló hányad lebomlási sebessége óránként (%/óra)

A szárazanyag, nyersfehérje, NDF vagy ADF tényleges lebonthatóságát (ED) az Ørskov és McDonald (1979) által kidolgozott egyenlet segítségével határozhatjuk meg:

$$ED = a + \frac{(b \times c)}{(k + c)}$$

ahol:

ED = tényleges lebonthatóság

k = bendőtartalom kiáramlási sebessége óránként (%/óra)

a = gyorsan lebomló hányad (%)

b = lassan lebomló hányad (%)

c = lassan lebomló hányad lebomlási sebessége óránként (%/óra)

A bendőtartalom kiáramlási sebességének (k) értékét 1, 5 és 8 %/órának tekintettük. Az (a), (b), (c) érték kiszámítása NLIN – nem lineáris regressziós eljárás alkalmazásával a SAS 9.4 (2013) verziójú statisztikai program segítségével történt.

5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK

5.1 A gabona keverékszilázsok kémiai összetétele

A Texas gabona keverékszilázs kémiai összetételét a 3. táblázatban láthatjuk a 90 napos fermentáció után.

3. táblázat: Vizsgálatban szereplő Texas keverékszilázs táplálóanyag-tartalma az erjedés 90. napján

Táplálóanyag-tartalom	Texas keverékszilázs
Szárazanyag (%)	30,32
Nyersfehérje (a szárazanyag %-ában)	9,36
Nyerszsír (a szárazanyag %-ában)	3,56
Nyersrost (a szárazanyag %-ában)	30,32
NDF (a szárazanyag %-ában)	57,54
ADF (a szárazanyag %-ában)	33,18
Cukortartalom (a szárazanyag %-ában)	5,28

A Dakota keverékszilázs kémiai összetétel

A Dakota gabona keverékszilázs kémiai összetételét a 4. táblázatban láthatjuk a 90 napos fermentáció után.

**4. táblázat: Vizsgálatban szereplő Dakota keverékszilázs táplálóanyag-tartalma
az erjedés 90. napján**

Táplálóanyag-tartalom	Dakota keverékszilázs
Szárazanyag (%)	32,38
Nyersfehérje (a szárazanyag %-ában)	12,56
Nyerszsír (a szárazanyag %-ában)	3,74
Nyersrost (a szárazanyag %-ában)	34,10
NDF (a szárazanyag %-ában)	61,92
ADF (a szárazanyag %-ában)	34,48
Cukortartalom (a szárazanyag %-ában)	10,28

A kísérleti keverékszilázsok táplálóanyag-tartalmát összevetve egymással megállapítható, hogy a Dakota keverékszilázs minden vizsgált értéke felülmúlta a Texas keverék táplálóanyag tartalmát. A szárazanyag-tartalom tekintetében a Dakota keverékszilázs 21 g/kg értékkel ért el nagyobb eredményt (Dakota: 324 g/kg, Texas: 303 g/kg). A két keverékszilázs nyersfehérje-tartalmát is összehasonlítva jól látható, hogy a Dakota nyersfehérje tartalma jóval magasabb (Dakota: 126 g/kg, Texas: 94 g/kg), akárcsak mint a nyersrost (Dakota: 341 g/kg, Texas: 303 g/kg), az NDF (Dakota: 619 g/kg, Texas: 575 g/kg), illetve az ADF tekintetében (Dakota: 345 g/kg, Texas: 332 g/kg). Továbbá figyelemfelkeltő, hogy a Dakota keverékszilázs cukortartalma (103 g/kg) közel kétszerese a Texas keverékszilázs cukortartalmának (53 g/kg). Ezen érték kiugró eredménye az olaszperje magas koncentrációjával (40%) magyarázható a keverékben. Az olaszperje jelentős maradvány cukortartalommal rendelkezik, ami segíti az étvágy fenntartását a kritikus nyári időszakban, enyhíti a hőstressz okozta káros hatásokat, illetve a bendőben oldódva a mikrobiális fehérje szintézishez biztosít könnyen hozzáférhető szénhidrátforrást (Lehel és mtsai., 2016). A két kísérleti keverékszilázst összehasonlítva a különböző önmagában termesztett szilázsok táplálóanyag-tartalmával (5. táblázat) megállapítható, hogy mindkét kísérleti keverékünk jó eredményeket értek el. Nyersfehérje tartalmat tekintve a Texas keverék értéke (94 g/kg) nem maradt el az önmagában vetett búza és tritikálé szilázs nyersfehérje értékeihez képest, azonban nyersrost és NDF tartalma meghaladta a búza és a tritikálé szilázs értékeit. A Dakota keverékszilázs nyersfehérje-tartalma kimagaslóan jó lett (126 g/kg) a többi szilázshoz képest, csak az önmagában vetett rozsszilázs, valamint az

önmagában vetett olaszperje szilázs haladta meg ezen értéket, hiszen a Dakota keverékben az olaszperje aránya 40%, tehát nem önmagában való termesztésről beszélünk.

**5. táblázat: Különböző üzemi gabonaszilázsok (ÁT Kft., Gödöllő)
és a kísérleti keverékszilázsok táplálóanyag-tartalma**

Tömegtakarmány típusa	Szárazanyag (g/kg)	Nyersfehérje (g/kg szá.)	Nyersrost (g/kg szá.)	NDF (g/kg sza.)	ADF (g/kg szá.)
Árpa szilázs	349	100	268	512	293
Búzaszilázs	335	97	286	537	344
Tritikálészilázs	306	107	320	583	331
Zabszilázs	283	109	298	541	306
Rozsszilázs	276	132	318	588	353
Olaszperje	336	144	282	516	317
Dakota	324	126	341	619	345
Texas	303	94	303	575	332

A nyersrost eredményeket figyelve a Dakota keverékszilázs nyersrost tartalma a legmagasabb az összes érték közül (341 g/kg), valamint NDF tartalom tekintetében is nagyon magas érték mutatkozott (619 g/kg). A Dakota keverék nagyon előnyös tulajdonsága, hogy mivel magas arányban tartalmaz fűféléket, így a jól emészthető rost aránya is magas, valamint egy csapadékosabb időjárás következtében a hozam mértékét is növelni tudja. A gabonák magas részaránya pedig kedvező, hiszen egy aszályos időszakban a gabona tud érvényesülni, így termésbiztonsága jobb, mint az önmagában termesztett olaszperje vagy rozsszilázs esetében. A két kísérleti keverékünk betakarítási ablaka pedig rugalmasabb és szélesebb, mint a rozs esetében, hisz a rozs gyorsan vénül, míg a tritikálé „rugalmasabb” növény ezen szempont tekintetében (Orosz és Hoffmann, 2013a;2013b, Hoffmann és mtsai., 2016)

5.2 Bendőbeli lebonthatóság

A 6-9. táblázatban a szárazanyag, nyersfehérje, NDF és ADF (a, b, k_p) bendőbeli lebontásának mértéke és a tényleges emészthetősége (ED) látható. Mivel a takarmány bendőben tartózkodásának ideje függ a takarmányozás intenzitásától, a táplálóanyag lebonthatóságának aktuális értékét a bendőből történő eltérő kiáramlási sebességre vonatkoztatva adtuk meg.

Életfenntartó szinten 2%-os (ED₂), növendék állatok esetében 5%-os (ED₅), intenzíven termelő tehenek takarmányozása során pedig 8%-os bendőből való kiáramlással (ED₈) kell számoltunk.

5.2.1 A szárazanyag bendőbeli lebonthatósága

A Texas és Dakota keverékszilázsok szárazanyag-tartalmának bendőbeli lebonthatóságát a 6. táblázat szemlélteti.

6. táblázat: A kísérleti keverékszilázsok szárazanyag-tartalmának bendőbeli lebonthatósága (%)

Paraméter	Keverék		SEM	P
	Texas	Dakota		
Gyorsan lebomló hányad (% sz.a.)	7,43 ^a	31,97 ^b	0,201	<0,001
Lassan lebomló hányad (% sz.a.)	64,9 ^a	42,52 ^b	1,257	<0,001
Lassan lebomló hányad bontási sebessége óránként (%/h ⁻¹)	0,78	0,69	0,120	ns
ED ₂ (%)	71,52	73,87	1,312	ns
ED ₅ (%)	68,40 ^a	71,55 ^b	0,882	<0,01
ED ₈ (%)	66,27 ^a	69,97 ^b	0,650	<0,001

ED₂: Aktuális lebonthatóság, 2 %/h kiáramlási sebesség, ED₅: Aktuális lebonthatóság, 5 %/h kiáramlási sebesség, ED₈: Aktuális lebonthatóság, 8 %/h kiáramlási sebesség,

Ebben a kísérletben mindkét keverék esetén a szárazanyag-tartalom bendőbeli lebonthatósága mindhárom kiáramlási sebességnél (2%, 5%, 8%) közel 70% volt. Ez azt jelenti, hogy mindkét keverék jó bendőbeli lebonthatósággal rendelkezik az alacsony és a magas tejtermelésű tehenek esetében is. A 8%-os kiáramlási sebességnél (ED₈%) a szárazanyag-tartalom bendőbeli lebonthatósága valamivel alacsonyabb volt (Texas: 66,27%, Dakota: 69,97%), ami annak köszönhető, hogy a 8%-os bendőkiáramlási sebesség a magas termelésű tejelő tehenek esetében intenzív takarmányozást von maga után. Az ED₈% esetében a két keverék között szignifikáns különbséget tapasztaltunk (P<0,001), csakúgy, mint az ED₅%-nál (P<0,01) a Dakota keverékszilázs javára. A Texas keverék esetében a gyorsan lebomló hányad jóval alacsonyabb értéket képviselt, mint a lassan lebomló hányad. A Dakota esetében már nem volt ennyire szembetűnő a különbség, a gyorsan lebomló hányad is magasabb értéket képviselt (31,97%), mint a lassan lebomló hányad (42,52%), ami az olaszperje magas (40%) arányának köszönhető a keverékben. A szakirodalmi források alapján a keverékekben lévő árpa, valamint a Dakota

keverékben megtalálható zab szintén kiváló szárazanyag-lebonthatósági értékkel rendelkezik (Raffrenato és Van Amburgh, 2010). Egy másik kutatás során Von Keyserling és munkatársai (1996) azt az eredményt közölték, hogy a lucerna szárazanyag-tartalmának lassan lebomló hányada 36,3%, amely alacsonyabb mint a kísérletünkben bemutatott Texas (64,9%), illetve Dakota (42,52%) keverékszilázs esetében.

5.2.2 A nyersfehérje bendőbeli lebonthatósága

A Texas és Dakota keverékszilázsok nyersfehérje-tartalmának bendőbeli lebonthatóságát a 7. táblázat szemlélteti.

7. táblázat: A kísérleti keverékszilázsok nyersfehérje-tartalmának bendőbeli lebonthatósága (%)

Paraméter	Keverék		SEM	P
	Texas	Dakota		
Gyorsan lebomló hányad (% sz.a.)	7,44 ^a	45,22 ^b	0,358	<0,001
Lassan lebomló hányad (% sz.a.)	64,9 ^a	36,58 ^b	0,860	<0,001
Lassan lebomló hányad bontási sebessége óránként (%/h ⁻¹)	0,78 ^a	1,08 ^b	0,071	<0,001
ED ₂ (%)	71,52 ^a	81,46 ^b	0,798	<0,001
ED ₅ (%)	68,40 ^a	80,19 ^b	0,668	<0,01
ED ₈ (%)	66,27 ^a	79,35 ^b	0,631	<0,001

ED₂: Aktuális lebonthatóság, 2 %/h kiáramlási sebesség, ED₅: Aktuális lebonthatóság, 5 %/h kiáramlási sebesség, ED₈: Aktuális lebonthatóság, 8 %/h kiáramlási sebesség,

A két kísérleti keveréket összehasonlítva megállapítható, hogy minden vizsgált paraméter esetén szignifikanciát tapasztaltunk. A gyorsan lebomló hányad esetén a Texas 7,44%-a jóval alacsonyabb a Dakota 45,22%-hoz képest, ez szignifikáns különbséget eredményezett ($P < 0,001$). A Dakota keverékszilázs ezen értéke megközelítette a 47%-os értékű kukoricaszilázs (Susmel és mtsai., 1990) gyorsan lebomló nyersfehérje hányadát, valamint meghaladta a 37,26%-os értékű érett lucernaszenázst (Valderrama és Anrique, 2011). A lassan lebomló hányad esetében a Texas értéke (64,9%) magasabb volt, mint a Dakota (36,58%) lassan lebomló hányada, amely szintén szignifikáns különbséget jelent ($P < 0,001$). A lassan lebomló hányad bontási sebessége a Texas esetében 0,78 h⁻¹, a Dakotáé pedig 1,08 h⁻¹. Mindkét keverékszilázs értéke jóval magasabb, mint amit Valderrama és Anrique (2011) publikált,

melyben a vegetatív fázisban lévő lucernáról ($0,197 \text{ h}^{-1}$), olaszperjéről ($0,157 \text{ h}^{-1}$) és zabról ($0,294 \text{ h}^{-1}$) adtak ki eredményeket. Amrane és Michelet-Doreau (1993) által végzett kutatásokban olaszperjén végeztek hasonló kísérletet, melynél bokrosodáskor első ($0,142 \text{ h}^{-1}$) és második ($0,140 \text{ h}^{-1}$) kaszáláskor, legeltethető állapotban ($0,110 \text{ h}^{-1}$) és kalászhányáskor ($0,103 \text{ h}^{-1}$) alacsonyabb értékeket mértek, mint a két kísérleti szilázsunk eredményei. A fehérje lassan lebomló hányadának bontási sebessége ($\text{ED}_5\%$, $\text{ED}_8\%$) mindkét keverékszilázsban magasabb volt (Texas ED_5 : 68,4 %, ED_8 : 66,27% ; Dakota ED_5 : 80,19%, ED_8 : 79,35%), mint a Muazzez (2018) által végzett kísérletben, ahol a kukoricaszilázs esetében a bontási sebesség $0,05 \text{ h}^{-1}$ (60,11%) és $0,08 \text{ h}^{-1}$ (55,88%) között alakult. A nyersfehérje emészthetőségének nagyobb sebessége pozitívan tünteti fel a két vizsgált keverékszilázst, mert így a jobb takarmányhasznosítás céljából kiválóan összeegyeztethető más magas rosttartalmú növényekkel a tejelő tehenek takarmányozásában.

5.2.3 Az NDF bendőbeli lebonthatósága

A Texas és Dakota keverékszilázsok NDF-tartalmának bendőbeli lebonthatóságát a 8. táblázat szemlélteti. A jelenlegi forró nyári időszakban nagy jelentősége van a kiemelkedően jól emészthető rostok etetésének. Számos előnyük van, köztük hogy kevesebb emésztési hő (belső hőfelszabadulás) keletkezik, ami nem gyötri a tejtermelő tehenet, ezért még a meleg nyári időszakban is megmarad az étvágy, nem csökken túlzottan (Orosz és mtsai., 2017b). Az állat bendőjében található emésztőenzimek és bendőbaktériumok lassabban tudják bontani a sejteket, ha az adott rost lignifikáltabb (öregebb növény), míg gyorsabban akkor tudják, ha a rost inkább hemicellulózban gazdagabb (fiatal növény). A táblázat eredményeit vizsgálva elmondhatjuk, hogy mindkét keverékszilázs gyorsan lebomló hányada alacsony volt. A Texas gyorsan lebomló hányada 7,65%, míg a Dakotáé 7,51%, szignifikáns különbség nem volt köztük. Az NDF lassan lebomló hányada a Texas és a Dakota esetében hasonló volt, 34,30% illetve 37,02%. A lassan lebomló hányad bontási sebessége szintén nem ért el kimagasló eredményeket (Texas: $0,044 \text{ h}^{-1}$, Dakota: $0,02 \text{ h}^{-1}$). Az 5% illetve 8%-os kiáramlási sebességnél az NDF bendőbeli lebonthatósága esetén szignifikáns ($P < 0,01$; $P < 0,001$) különbséget mutattak az eredmények (Texas ED_5 : 23,57%, ED_8 : 19,73; Dakota ED_5 : 18,41%, ED_8 : 15,22%). A lassan lebomló hányad a Dakota keverék esetén azonban nem kiemelkedő, ugyanis elmarad az Andrighetto és munkatársai (1993) által közölt olaszperje értékéhez (59,8%) képest.

6. táblázat: A kísérleti keverékszilázsok NDF-tartalmának bendőbeli lebonthatósága (%)

Paraméter	Keverék		SEM	P
	Texas	Dakota		
Gyorsan lebomló hányad (% sz.a.)	7,65	7,51	0,536	ns
Lassan lebomló hányad (% sz.a.)	34,30	37,02	9,188	ns
Lassan lebomló hányad bontási sebessége óránként (%/h ⁻¹)	0,044	0,02	0,009	ns
ED ₂ (%)	35,52	31,73	4,467	ns
ED ₅ (%)	23,57 ^a	18,41 ^b	1,295	<0,01
ED ₈ (%)	19,73 ^a	15,22 ^b	0,788	<0,001

ED₂: Aktuális lebonthatóság, 2 %/h kiáramlási sebesség, ED₅: Aktuális lebonthatóság, 5 %/h kiáramlási sebesség, ED₈: Aktuális lebonthatóság, 8 %/h kiáramlási sebesség,

5.2.4 Az ADF bendőbeli lebonthatósága

A Texas és Dakota keverékszilázsok ADF-tartalmának bendőbeli lebonthatóságát a 9. táblázat szemlélteti. Ebben a vizsgálatban az ADF gyorsan lebomló hányada mindkét keverék esetében alacsony volt (Texas: 7,41%, Dakota: 7,55%).

7. táblázat: A kísérleti keverékszilázsok ADF-tartalmának bendőbeli lebonthatósága (%)

Paraméter	Keverék		SEM	P
	Texas	Dakota		
Gyorsan lebomló hányad (% sz.a.)	7,41	7,55	0,887	ns
Lassan lebomló hányad (% sz.a.)	29,73 ^a	41,22 ^b	10,725	<0,01
Lassan lebomló hányad bontási sebessége óránként (%/h ⁻¹)	0,06	0,02	0,017	ns
ED ₂ (%)	71,52	73,87	1,312	ns
ED ₅ (%)	32,96	30,63	4,992	ns
ED ₈ (%)	20,58 ^a	14,65 ^b	0,918	<0,001

ED₂: Aktuális lebonthatóság, 2 %/h kiáramlási sebesség, ED₅: Aktuális lebonthatóság, 5 %/h kiáramlási sebesség, ED₈: Aktuális lebonthatóság, 8 %/h kiáramlási sebesség,

Ismert, hogy a kérődzők takarmányában az ADF a növény azon részeit tartalmazza, amely a kérődzők számára kevésbé emészthető jól (cellulóz, lignin, kutin). A lassan lebomló hányad a

Dakota keverékszilázs esetében szignifikánsan magasabb ($P < 0,1$) értéket mutatott (41,22%), mint a Texas keverékszilázs esetében (29,73%). A lassan lebomló hányad bontási sebessége esetében a két keverék között szignifikáns eltérés nem volt tapasztalható (Texas: $0,06 \text{ h}^{-1}$, Dakota: $0,02 \text{ h}^{-1}$). A 2% és 5%-os kiáramlási sebesség esetén szignifikancia itt sem mutatkozott (Texas ED₂: 71,52%, ED₅: 32,96; Dakota ED₂: 73,87%, ED₅: 30,63%). A 8%-os kiáramlási sebességet összevetve viszont szignifikáns különbséget tapasztaltunk a két keverék között (Texas ED₈: 20,58%, Dakota ED₈: 14,65%).

A rostfrakciók bendőbeli lebontásának eredményeinek összegzése előtt el kell mondani, hogy hogy a tejelő tehenek takarmányadagjában rendelkezésre álló, lebontható NDF mennyisége hatással van a bendő működésére és a tehen teljesítményére. A vizsgálati eredményeinkből jól látszik, hogy a gabona- és olaszperje-gabonaszilázs NDF- és ADF-tartalma a szárazanyagon belül jelentős hányadot képvisel, ám a bendőben potenciálisan lebontható rostfrakciók mennyisége nem tekinthető kimagasló értéknek, ugyanis a kapott eredmény kisebb az olaszperjére (59,8%) és a kukoricaszilázsra (49,3%) közölt adatoknál. A vizsgált keverékszilázsok rostfrakcióinak bendőbeli lebonthatósági értékei azonban javíthatók. Egyrészt a megfelelő fenológiai fázis megválasztásával és a silózási körülmények kontrolljával (pl. szecskahossz, tömörítés, tárolás), másrészt pedig az erjedőképességet javító silózási adalékanyagok (pl. tejsavtermelő baktériumkultúrák, biológiai tartósítószer, mikrobiológiai anyagok), valamint a bendőbeli rostbontást elősegítő kiegészítő takarmányok (pl. többkomponensű fermentációs kivonatok) használatával.

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A kalászhányás előtt betakarított őszi gabona-olaszperje alapú keverékek szárazanyag- és nyersfehérje-tartalma jó bendőbeli lebonthatósági értékeket mutatott, ugyanakkor az NDF- és ADF-tartalom potenciális bendőbeli lebonthatósága mérsékelt volt, amit a betakarítás fenológiai fázisa alapvetően meghatározhat. A bendőbeli rostbontást silózási adalékanyagok használatával, esetleg exogén rostbontó enzimek alkalmazásával is lehet segíteni egy esetleges későbbi fenológiai fázisban történő betakarítás esetében is. Ennek igazolására javasolható további üzemi etetési kísérletek elvégzése.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A Föld változó éghajlata, a hőmérséklet emelkedése, az időjárás szélsőséges változása nem teszi lehetővé a kukoricaszilázs biztonságos termesztését. Az intenzív nagytejű tehenek takarmányozását azonban továbbra is meg kell oldani, a hőstressz mérséklésének figyelembevételével. Ezért előtérbe kerültek az ellenállóbb, nagyobb termésbiztonsággal és szélesebb betakarítási ablakkal rendelkező gabona-gabona és gabona-fű keverékek, amelyek egymáshoz viszonyított arányuknál fogva jól kiegészítik egymást.

Az együttesen termesztett nagy rosttartalmú, de jól emészthető takarmánykeverék-szilázsokkal kapcsolatban viszonylag kevés információ áll rendelkezésre. Ezért szakdolgozatomban azt vizsgáltam, hogy egy őszi vetésű gabona keverék szilázs, valamint egy őszi gabona-olaszperje keverék szilázs táplálóanyag tartalma milyen mértékben bomlik le a tehenek bendőjében.

A keverékek termesztését a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus kísérleti telepén hajtottuk végre szeptember végén. A Texas keverék (40% búza, 10% árpa, 50% tritikálé) és a Dakota keverék (10% őszi búza, 5% őszi árpa, 15% tritikálé, 30% zab, 40% olaszperje) szélesebb betakarítási ablakkal, továbbá kiváló alkalmazkodóképességgel a száraz időjárási viszonyokhoz, valamint a különböző növények összepárosítása miatt nagyobb fokú termésbiztonsággal rendelkeznek. A keverékek kaszálására május 4-én került sor. A szilázskészítést követő 90. napon bontottuk fel a modellsilókat, és ezt követték a kémiai vizsgálatok. Mindkét keverék eredményeit összevetve más, önmagában termesztett szilázsokkal megállapítható, hogy a két keverék jó eredményeket ér el, a kettő közül viszont a Dakota értékei bizonyultak jobbnak. Az in sacco kísérletet a MATE Kaposvári Campus Tan- és Kísérleti Üzem fészlerlaki tehenészeti telephelyén végeztük 3 db bendőkanüllel ellátott Holstein-fríz tehénen. A 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 és 72 óra inkubációs időket alkalmaztuk, majd kiszámítottuk a lebomlott szárazanyag és táplálóanyagok mennyiségét, utána pedig az Ørskov és McDonald (1979) által kidolgozott modell segítségével kiszámítottuk a frakciókat, végül pedig a táplálóanyagok aktuális lebonthatóságát a bendőből való kiáramlási sebesség figyelembevételével. 8%/h bendőből való kiáramlási sebesség mellett a Texas és a Dakota szárazanyag (Texas szárazanyag bendőbeli lebonthatóság: 66,27%, Dakota szárazanyag bendőbeli lebonthatóság: 69,97%), illetve nyersfehérje (Texas nyersfehérje bendőbeli lebonthatóság: 66,27%, Dakota nyersfehérje bendőbeli lebonthatóság: 79,35%), emészthetősége kiválóan bizonyult. A nyersfehérje emészthetőségének nagyobb sebessége pozitívan tünteti fel a két vizsgált keverékszilázst, mert így a jobb takarmányhasznosítás

céljából kiválóan összeegyeztethető más magas rosttartalmú növényekkel a tejelő tehenek takarmányozásában. Ugyanakkor a két keverék NDF és ADF bendőbeli lebonthatósága intenzív körülmények mellett (8%/h bendőből való kiáramlási sebesség) a várt értéknél mérsékeltebb lett (Texas NDF bendőbeli lebonthatóság: 19,73%, ADF bendőbeli lebonthatóság: 20,58%; Dakota NDF bendőbeli lebonthatóság: 15,22%, ADF bendőbeli lebonthatóság: 14,65%). A bendőbeli rostbontás növelésére célszerű és hatékony megoldás lehet különböző takarmány adalékanyagokat, exogén enzimeket alkalmazni, amivel hozzájárulhatunk a hatásosabb NDF és ADF bendőbeli lebontáshoz.

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet szeretnék mondani konzulensemnek, Dr. Tóthi Róbert egyetemi docensnek, aki támogatásával, útmutatásával és hasznos tanácsaival segítette a dolgozatom elkészülését. Köszönöm a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus –Laborhálózat munkatársainak, a fészerlaki telep és a Takarmányozástani Intézeti Tanszék munkatársainak, akik szaktudásukkal, tanácsaikkal segítették a dolgozatom elkészülését, biztosították számomra a szükséges dokumentumokat és segítséget nyújtottak a vizsgálatok kiértékelésében.

9. IRODALOMJEGYZÉK

- Amrane R. - Michelet-Doreau B. (1993): Effect of maturity stage of Italian ryegrass and lucerne on ruminal nitrogen degradability. *Annales de zootechnie. INRA/EDP Sci.*(42.), 31-37.
- Andrighetto I. - Bailoni L. - Cozzi G. – Tolosa H. F. (1993): Observations on *in situ* degradation of forage cell components in alfalfa and Italian ryegrass. *J. Dairy Sci.*(76.), 2624-2631
- Bagg J. (2005): Double cropping fall rye for extra forage. Retrieved from <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/fallrye.htm>
- Bocz E. (1992): Szántóföldi növénytermesztés. Takarmánycirkok. Mezőgazda Kiadó Budapest 423-437.
- Cousens R. D. (1996): Comparative growth of wheat, barley, and annual ryegrass (*Lolium rigidum*) in monoculture and mixture. *Australian J. of Agri. Res.* 47(3): 449 – 464.
- Ehle F. R. - Murphy M. R. - Clark J. H. (1982): In situ particle size reduction and the effect of particle size on degradation of crude protein and dry matter in the rumen of dairy steers. *J. Dairy Sci.* 65:963.
- Fazekas M. - Orosz Sz. (2018): A cirok jelentősége a hazai szarvasmarha ágazatban II., Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft., 1-3 p.
- Geren H. (2014): Dry matter yield and silage quality of some winter cereals harvested at different stages under Mediterranean climate conditions. Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Izmir, Turkey. *Turkish Journal of Field Crops* 19(2), 197-202. p.
- Hashem, A. - Radosevich S.R. - Dick R. (2000): Competition Effects on Yield, Tissue Nitrogen, and Germination of Winter Wheat (*Triticum aestivum*) and Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum*). *Weed Technol.* 14(4):718-725.
- Hoffmann R. - Orosz Sz. - Kruppa J. - Iván F. - Piskerné Fülöp É. (2016): Az 'egyfunkciós' és a 'többfunkciós' korai betakarítású gabonafélékben rejlő lehetőség: a rozs és a tritikálé Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. Partnertájékoztató Hírlevél. ISSN HU-2063-3491 XVI.(6). 22-25.

Kontró J. - Orosz Sz. (2020): Nyári takarmánykultúrák a klímaváltozás fényében I. rész, Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló kft, 1-3 p.

Kruppa J. – Futó Z. – Ifj. Kruppa J. – Bencze G.(2018): A Kruppa-Mag Kutató KFT. fajtái a szilázs előállításban. IV. Országos tritikálé nap: „Fókuszban újra a tritikálé zöldhasznosítása” 13-22 p.

KSH (2011) Statisztikai tükör, V. évfolyam 3. szám

Lehel L. - Fébel H. - Totthné Polner A. - Miskucza P. - Sümeghy L.- Horváth P. - Orosz Sz. (2016): Az olaszperje-szilázs nettóenergia-tartalmának számítása in vivo kísérletből származó emésztési együtthatókkal. Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. Partnertájékoztató Hírlevél. ISSN HU-2063-3491 XVI.(4). 22-26.

Lehel L. – Orosz Sz. – Tóthné Polner A. – Sümeghy L. – Hajda Z. – Sipicki B. – Várhegyi J. – Fébel H. (2011): The rye grass silage apparent digestibility, rumen protein degradability, content of metabolizable protein and net energy. Animal welfare etiology and health. AWETH, 7. 149-157. p.

Lindberg J. E. - Knutsson P. G. (1981): Effect of bag pore size on the loss of particulate matter and on the degradation of cell wall fibre. Agric. Environ. 6: 171.

Lindberg J. E. - Varvikko T. (1982): The effect of bag pore size on the ruminal degradation of dry matter, nitrogenous compounds and cell walls in nylon bags. Swed. J. Agric. Res. 12:163.

Mahadevan S. - Erfle J. D. - Sauer F. D. (1980): Degradation of soluble and insoluble proteins by *Bacteriodes amylophilus* protease and by tureen microorganisms. Journal of Animal Science, 50:723.

Mézes M. (2020): A takarmánynövények tárolásának és feldolgozásának hatása a takarmányok mikotoxin-szennyezettségére. Agrárágazat (5.). lapszám cikke

Mezőgazdasági szakigazgatási Hivatal Központ Állattenyésztési Igazgatósága (2007): A szarvasmarhatenyésztés 2006. évi eredményei, Budapest, 5.p.

Molnár J. – Orosz Sz. (2014): Gondolatok az időjárás változékonyságáról és az őszi vetésű takarmánykeverékek jelentőségéről. Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. IX A jó minőségű tömegtakarmány a gazdaságos termelés alapja. 1-4 p.

Nocek J. E.(1985): Evaluation of specific variables affecting in situ estimates of ruminal dry matter and protein digestion. Journal of Animal Science, 60:1347.

Nocek J. E. (1988): Research and Development Department Agway Inc., Syracuse, NY and Cooperative Research Farms Charlotteville, NY. Journal of Dairy Science Vol. 71, No. 8,

Nocek J. E. - Herbein J. H. – Polan C. E. (1983): Total amino acid release rates of soluble and insoluble protein fractions and concentrate feedstuffs by *Streptomyces griseus*. Journal of Dairy Science, 66:1663.

Nocek J. E. - Grant A. L. (1987): Characterization of in situ nitrogen and fiber digestion and bacterial nitrogen contamination of hay crop forages preserved at different dry matter percentages. Journal of Animal Science, 64:552.

Oldham J. D. (1987): Towards a European standard method for assessing protein degradability. Report of CEC-EAAP Workshop

Orosz Sz. - Hoffmann R. – Iván F. (2017b): A rozs termesztéstechnológiája és betakarítása. Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. Partnertájékoztató Hírlevél. ISSN HU-2063-3491 XVII. (7). 24-29.

Orosz Sz. - Hoffmann R. (2013a): Zöld rozs eredmények egy dél-dunántúli régióból. Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. Partnertájékoztató Hírlevél. ISSN HU-2063-3491 XIII. Szakmai cikkek Összefoglaló 24-25.

Orosz Sz. - Hoffmann R. (2013b): A rozs hozamának és táplálóértékének változása a fenológiai fázis előrehaladtával. Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. Partnertájékoztató Hírlevél. ISSN HU-2063-3491 XIII. Szakmai cikkek Összefoglaló 26-28.p.

Orosz Sz. – Kontró J. (2009): Az olaszperje növénytermesztési vonatkozásai. Holstein Magazin. XVII. évf. 2. sz. 28-33. p.

Orosz Sz. – Kótiné S. J. – Petrák O. – Kövesdi Zs. (2015): Költséghatékony tejtermelés 2015. Ha az alapok rendben vannak...Holstein Magazin 2015/1, 26-39. p.

Orosz Sz. (2013): A silókukorica szerepe és jelentősége a tejelő tehén takarmányozásában. Agrárágazat HU ISSN 1586-3832 XIV. évf. 11. sz. 102-108. p.

Orosz Sz. (2014): A tejelő tehén rostellátása. Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft., 1-5. p.

Orosz Sz. (2016): Több lábon állás: a biztonságos tömegtakarmány-bázis. Agronapló. 2. sz. 139-140. p.

Orosz Sz. (2017b): Olasz-amerikai keverékek hazánkban a 'páratlan páros' történetének folytatása. Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. Partnertájékoztató Hírlevél. ISSN HU-2063-3491 XVII.(7). 30-33.

Orosz Sz. (2017a): Páratlan páros. Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. Partnertájékoztató Hírlevél. ISSN HU-2063-3491 XVII. (1). 21-23.

Orosz Sz. (2018b): BMR cirokszilázsok hatása a tejelő tehén termelésére 2004., Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft., 1-4p.

Orosz Sz. (2018a): Szemesnek vetettük, szilázs lesz belőle. Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft., 1-2. p.

Orosz Sz. (2020): A tömegtakarmányok (r)evolúciója hazánkban III. Az ismeretlen ismerős: a rozs és a tritikálé Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. 1-4. p.

Orosz Sz. (2021): A rost tudománya a gyakorlat szolgálatában. Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. 1-6. p.

Orosz Sz. (2023): Kukoricaszilázsaink 2022. Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. 1-6. p.

Orosz Sz. - Kruppa J. - Hoffmann R. - Futó Z. - Piskerné Fülöp É. - Bencze G. - Karácsonyiné Szőcs E. - ifj. Kruppa J. (2017a): A tritikálé öregedési modellje, Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft., 1-5. p.

Orosz Sz. - Horváthné K.B. - Kruppa J. – Iván F. - Hoffmann R. (2017c): Húshasznú tehenek, növendék- és hízó marhák hazai tömegtakarmány-ellátása a klímaváltozás tükrében. In: Állattenyésztés és Takarmányozás. 66. évf. 4. sz. 365-382. p.

Raffrenato, E. - Van Amburgh, M.E. (2010): Development of a mathematical model to predict sizes and rates of digestion of a fast and slow degrading pool and the indigestible NDF fraction. In IN: Proc. Cornell Nutr. Conf., Syracuse, NY (pp. 52-65).

Schmidt J. (2006): A kérődzők takarmányainak fehérjeértéke. In: Csapó J. (szerk.). Élelmiszer- és takarmányfehérjék minősítése. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Schmidt J. - Várhegyi Jné (2019): Kérődzők takarmányainak fehérjeértékelése. In: Babinszky L.-Halas V. (2019): Innovatív Takarmányozás. Akadémiai Kiadó, Budapest

Schmidt J. - Szédely E. (2013): A 10000 kg laktációs termelésű tehénállományok energia- és fehérjeellátása (Energy and protein supply of cows producing 10000 kg milk per lactation). *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 2013. 62. 4. 356-366 p.

Susmel P. - Stefanon B. – Mills C. - Spanghero M. (1990): Rumen degradability of organic matter, nitrogen and fibre fractions in forages. *Anim. Sci.*(51.), 515–526.

Szabó Cs. (2019): In vivo vizsgálatok kérődzőkkel. In: Babinszky L. - Halas V. (2019): *Innovatív Takarmányozás*. Akadémiai Kiadó, Budapest

Szűcs I. – Blaskó B. – Kovács K. (Debreceni Egyetem, GVK) (2014): Szarvasmarha ágazat a számok tükrében II, *Agrárium* 7, <https://agrarium7.hu/cikkek/24-szarszarvasmarha-agazat-a-szamok-tukreben-ii>

Tej Szakmaközi Szervezet és Terméktanács (2013): A magyar tejágazat helyzete és fejlődésének lehetőségei irányja. Budapest, 92-93 p.

Tőzsér J. - Bedő S. - Kovács A. (2001): In: Bedő S.-Vajda I. (2001): *Állattenyésztési ismeretek gazdálkodóknak*. Budapest, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, 12.p.

Uden P. - Van Soest P. J. (1984): Investigations of the In Situ Bag Technique and a Comparison of the Fermentation in Heifers, Sheep, Ponies and Rabbits. *Journal of Animal Science*, 58(1), 213–221.

Valderrama X. - Anrique R. (2011): In situ rumen degradation kinetics of high-protein forage crops in temperate climates. *Chil. J. Agric. Res.*(71.), 572–577.

Van Keuren R. W. - Heinemann W. W. (1962): Study of a nylon bag technique for in vivo estimation of forage digestibility. *Journal of Animal Science*, 21:340.

Varga G. A. - W. H. Hoover W. H. (1983): Rate and extent of neutral detergent fiber degradation of feedstuffs in situ. *Journal of Dairy Science*, 66:2109

Várhegyi J. - Várhegyi Jné (2003): Takarmányok tápláléértéke a kérődzőkben 2002. In: Schmidt J.(2003): *A takarmányozás alapjai*. Mezőgazda Kiadó. 420-421 p.

Weakley D. C. - Stern M. D. - Satter L. D. (1983): Factors affecting disappearance of feedstuffs from bags suspended in the rumen. *Journal of Animal Science*, 56:493

Von Keyserlingk M. A. G. - Swift M. L. - Puchala R. – Shelford J. A. (1996): Degradability characteristics of dry matter and crude protein of forages in ruminants. Animal Feed Science and Technology, 57(4), 291–311.

Internetes hivatkozások:

http1: <https://www.topagrar.com/rind/news/rinderbestand-auf-tiefsten-stand-seit-mehr-als-20-jahren-12863307.html>

KSH 2022: <https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/allatallomany-2022-december-1/index.html#tovbbcskkentazeurpaiuniszarvasmarhallomnya>

Országos Meteorológiai Szolgálat.

https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_evszako_k_idojarasa/main.php?no=3&ful=3#aktp

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Fényes Fruzsina
A Hallgató Neptun kódja: FTTLNY
A dolgozat címe: Tartósított tömegtakarmányok táplálóanyag tartalmának *in sacco* vizsgálatokban történő értékelése
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Élettani és Takarmányozástani Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Gazdasági Állatok Takarmányozása Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védelmet követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Kaposvár 2023 év november hó 5 nap

Fényes Fruzsina
Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Fényes Fruzsina (FTTLNY) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Kaposvár, 2023. november 5.



belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.