

HAZAI TERMESZTÉSŰ KUKORICAHIBRIDEK KEMÉNYÍTŐTARTALMÁNAK BENDŐBELI LEBONTHATÓSÁG VIZSGÁLATA *IN SITU* ELJÁRÁSSAL

TÓTH TAMÁS – BEKE KÁROLY – CENKVÁRI ÉVA

ÖSSZEFOGLALÁS

Négy, bendőkanüllel ellátott holstein-fríz tinóval végzett *in situ* kísérletben, három észak-nyugat-magyarországi (Sárród, Kóny, Töltéstava) termőhelyről származó, különböző éréscsoportba (FAO 280–460 között) tartozó, 30 kukoricahibrid (lófogú, dent) szárazanyag- és keményítő lebontását vizsgálták a bendőben.

Megállapították, hogy a szárazanyag lebontás, illetve a bendőben le nem bomló (bypass) keményítőtartalom tekintetében az egyes kukoricahibridek között szignifikáns ($P < 0,05$) különbségek vannak. A 24 órás bendőbeli inkubációval a vizsgált kukoricamagvak ($n=30$) esetében a szárazanyag lebontás (szélső értékben) 58,7–76,3%, míg a bendőben le nem bomló keményítő mennyisége 13,7–30,3% között volt. Az irodalmi adatokkal összhangban, a különböző kukoricahibridek szárazanyag lebontásának mértéke és a bendőben le nem bomló keményítő mennyisége között szoros, negatív ($r=-0,929$; $P < 0,01$) összefüggést találtak. Annak megállapítására, hogy a keményítő bendőbeli lebonthatóságára az éréscsoportnak (igen korai, korai, közép- és késői érésű) van-e érdemleges hatása, további vizsgálatok szükségesek.

SUMMARY

Tóth, T. – Beke, K. – Cenkvari, E.: EXAMINATION OF RUMEN STARCH DEGRADABILITY OF HUNGARIAN CORN HYBRIDS BY *IN SITU* METHOD

Dry matter degradability and rumen undegradable (bypass) starch content were evaluated for 30 corn hybrids (dent corns) originating from 3 North-Hungarian habitats (Sárród, Kóny, Töltéstava) belonging to various groups of maturity (FAO 280–460). The trial was conducted in 4, rumen-cannulated Holstein-Friesian steers by *in situ* techniques.

It was established that there were significant differences ($P < 0.05$) between the corn hybrids concerning their dry matter degradability and rumen undegradable starch contents. After a rumen incubation of 24 hours, dry matter degradability were 58.7–76.3% (in extreme values) and the amounts of rumen undegradable (bypass) starch were of 13.7–30.3% for the corn varieties ($n=30$), respectively. Similarly to published data, a correlation of $r=-0.929$ ($P < 0.01$) was found regarding the corn hybrids between the dry matter degradation and the amounts rumen undegradable (bypass) starch. It would be reasonable to perform further investigations concerning rumen degradability of starch of different maturity groups (very early, early, medium and late maturity, respectively).

BEVEZETÉS

Az irodalmi adatok szerint a keményítő bendőbeli lebonthatóságát legnagyobb mértékben a keményítőforrás (takarmány) fajtája és annak keményítőtartalma, a takarmány érettségi és feldolgozottsági foka, a takarmányadag összetétele, továbbá a takarmányozás intenzitása befolyásolja. A rendelkezésre álló kísérleti eredmények arra utalnak, hogy a takarmányok keményítőjének bendőbeli lebonthatósága igen különböző lehet például a legfontosabb energiaforrások (szilázsok, gabonamagvak) keményítőjének bendőbeli lebonthatósága 42–94% között változhat (Okine és Kennelly, 2003). Ez a keményítő eltérő szerkezeti felépítésével magyarázható, de Lebzien és mtsai (2002) szerint magvak esetében, ezen túlmenően, a magvak eltérő morfológiai sajátosságaival, a mag fehérje- és zsírtartalmával, annak a magon belüli eloszlásával is összefügg.

A gabonamagvak (kukorica, búza, árpa, zab, cirok) *in situ* lebonthatóságára vonatkozóan számos irodalmi adat áll rendelkezésre (Hale, 1973; Theurer, 1986; Axe és mtsai, 1987; Cone és mtsai, 1989; Herrera-Saldana és mtsai, 1990). Nocek és Tamminga (1991) különböző szerzők által közölt adatok alapján, az árpadara keményítőjének bendőbeli lebonthatóságát az összes keményítőtartalom %-ában 83,2–97,0%-nak, a kukoricadaráéét 53,1–67,0%-nak, a zabdaráéét 89,6–99,0%-nak, a cirokdaráéét 51,0–57,3%-nak, míg a búzadaráéét 86,1–99,0%-nak találták, az *in situ* és *in vitro* vizsgálatok alapján. Schmidt és mtsai (2000) hazai adatokat közölnek, melyek szerint a fehérjementes szárazanyag nagy részét kitevő keményítő a szárított kukorica és a cirok esetében a többi gabonához (árpa, búza, rozs, zab) képest kisebb a gyorsan lebomló hányad, a lebontás sebessége, továbbá a lebontott mennyiség is.

Megjegyzendő azonban, hogy ugyanazon növényfaj különböző fajtáinak, illetve hibridjeinek magjában található keményítő bendőbeli lebonthatósága között nagyok lehetnek az eltérések. Streeter és mtsai (1990a,b) a kukoricához hasonló, alacsonyabb bendőbeli lebonthatóságú különböző cirokfajták- és hibridek esetében szintén jelentős különbségeket tapasztaltak.

Irodalmi adatokból az is ismert, hogy a gabonamagvak keményítőtartalmának bendőbeli lebonthatóságát nemcsak az amilóz és az amilopektin egymáshoz viszonyított aránya (a keményítő 20–30%-át az egyenes szénláncú amilóz, és kb. 70–80%-át az elágazóláncú amilopektin alkotja), hanem az endospermium szerkezete, továbbá a keményítőt körülvevő fehérjemátrix egyaránt befolyásolja (Loose, 2000). A kukoricaszem típusa (lófogú-dent, illetve keményszemű-flint), továbbá a szem érettsége ugyancsak hatással van a keményítő bendőbeli lebonthatóságára (Philippeau és Michalet-Doreau, 1997; Pereira és mtsai, 2004). Az előbbi szerzők megállapították, hogy az érés előrehaladtával csökken a keményítő bendőbeli lebonthatósága, és a betakarítás idejének a keményszemű (flint) változatoknál nagyobb jelentősége van, mint a lófogú (dent) hibridek esetében. Huntington (1997) szerint a magasabb amilopektin tartalmú (waxy) genotípusok gyorsabban bomlanak le, ugyanakkor Cone (1991) ezzel ellentétes véleményen volt. Nem befolyásolta a keményítő bendőbeli lebonthatóságát az amilóz: amilopektin aránya Philippeau és mtsai (1998) vizsgálatában sem. Cone és Vlot (1990) felhívják a figyelmet arra, hogy az amilóz a zsírokkal stabil komplexeket képezhet és így ellenállóbb a különböző enzimekkel szemben.

A köztermesztésben lévő kukoricahibridek szárazanyag-, továbbá keményítő-tartalmának bendőbeli lebonthatóságáról viszonylag kevés nemzetközi publikáció áll rendelkezésre (Flachowsky és Lebzien, 1997; Philippeau és Michalet-Doreau, 1997; Philippeau és mtsai, 1999; Loose, 2000; Correa és mtsai, 2002; Pereira és mtsai, 2004), míg hazai adatok erre vonatkozóan ugyancsak korlátozottak (Tóth és Schmidt, 2003). Éppen ezért, vizsgálatunk legfontosabb célkitűzése annak megállapítása volt, hogy a hazai termesztésben szereplő, ún. lófogú (dent) szemtípusba tartozó néhány kukoricahibrid keményítőtartalmának bendőbeli lebonthatóságában van-e érdemleges mértékű különbség.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az irodalmi adatok szerint a különböző kukoricafajták, illetve hibridek keményítőjének bendőbeli lebonthatósága igen eltérő lehet, így egy korábbi kísérletünk (Tóth és Schmidt, 2003) folytatásaként 30, a hazai termesztésben szereplő kukorica szárazanyag-, illetve keményítőtartalmának bendőbeli lebonthatóságát értékeltük. A vizsgált kukoricahibridek mindegyike a lófogú (dent) szemtípusba tartozott, ami a hazai köztermesztés döntő részét képviseli. A kukoricahibrideket 2007-ben, kisparscellás kísérletekben, három Győr-Moson-Sopron megyei településen (Kóny, Sarród, Töltéstava) termesztették. A vizsgált kukoricahibridek megnevezését továbbá szárazanyag-, illetve kiindulási keményítőtartalmát az 1. táblázatban foglaltuk össze. A minták gyűjtésekor fokozottan ügyeltünk arra, hogy a legfontosabb éréscsoportokból (igen korai, korai, és középerésű) egyaránt szerepeljen minta.

A különböző kukoricahibridek keményítőtartalmának bendőbeli lebonthatóságát 4, bendőkanüllel ellátott holstein-fríz tinóval, az *in situ* módszer (Oldham, 1987) segítségével vizsgáltuk. A kísérletben szereplő állatok naponta 8 kg kukorica-szilázst, 4 kg búzaszalmát és 3 kg abrakkeveréket (66% kukoricadara, 32% extrahált napraforgódara, 0,5% egységes premix, 0,5% takarmánysó, 1% takarmánymész) fogyasztottak. A zsákocskák 40 mikron porozitású Scrynel műanyag-szövetből készültek, méretük 120 mm × 60 mm volt. Állatonként 8–8 zsákocskát helyeztünk a kanülön át a bendőbe. Egy-egy zsákocskákba 2 g vizsgálandó anyagot mértünk be, és az inkubációs idő 24 óra volt. A zsákocskákat az inkubációt követően ötször átmostuk, majd 60 °C-on, a légszáraz állapot eléréséig szárítottuk. A kísérletet kétszeres ismétléssel végeztük.

A vizsgálatban szereplő valamennyi takarmányminta keményítőtartalmát körfokskálás polariméterrel (Carl Zeiss, Jena), a Magyar Takarmánykódex (2004) alapján vizsgáltuk.

A kísérleti eredmények statisztikai értékelését egytényezős varianciánalízissel (one-way ANOVA), az SPSS 12.0. for Windows program (SPSS Inc., Chicago, USA) segítségével végeztük el. A szórások homogenitás vizsgálatát Levene-teszt segítségével értékeltük. A statisztikai programban választható *post hoc* tesztek közül homogén szórások esetén az LSD, míg heterogén szórások esetében a Games-Howell próbákat alkalmaztuk (szignifikancia szint valamennyi esetben: $P < 0,05$).

Mivel a vizsgálat legfontosabb célja a különböző hibridek közötti esetleges különbségek értékelése volt, ezért a biometria elemzést csak az azonos termőhelyen

termesztett, és egyidőben betakarított hibridek esetében végeztük el. A három termőhely adatait a környezeti tényezők (pl. csapadék, hőmérséklet, talaj), továbbá az eltérő betakarítási idő miatt nem hasonlítottuk össze.

EREDMÉNYEK

Az 1. táblázatban közölt adatokból látható, hogy a kukoricahibridek kiindulási átlagos keményítőtartalma a vizsgált termőhelyeken (Töltéstava, Kóny és Sarród) 64,52; 64,74 és 66,16% volt (sorrendben), azaz nem tért el egymástól jelentősebb mértékben. Az éréscsoportok (FAO-csoport) alapján ugyancsak nem lehet tendenciát felfedezni, mivel pl. az igen korai (pl. PR 39D81), a korai (pl. MV277) és a középérésű (pl. NK CISCO) hibridek között egyaránt lehet találni alacsonyabb kiindulási keményítőtartalmakat (61,25%, 58,77% és 61,85%, sorrendben). Az egyedi eltérések természetesen azt is jelentik, hogy a fajta hatáson kívül, a termőhelyi környezetnek és egyéb körülményeknek (pl. betakarítás ideje) alapvető szerepe lehet a keményítőtartalom alakulására. A táblázat adatai azt is igazolják, hogy a vizsgált kukoricahibridek átlagos szárazanyagtartalmában (88,30–88,96%) ugyan csak nem volt jelentős mértékű eltérés.

1. táblázat
A vizsgálatban szereplő kukoricahibridek szárazanyag-
és keményítőtartalma (szárazanyag %-ában)

Kukoricahibrid (1)	FAO csoport (2)	Keményítő (%) (3)	Szárazanyag (%) (4)
Kóny			
PR39D81	280	61,25	88,91
PR38V91	300	62,13	88,93
PR37D25	330	61,87	88,84
HUNOR	350	68,22	88,72
PR37M81	360	63,94	88,56
NK THERMO	370	67,72	88,10
OCCITAN	380	66,92	88,83
PR37W05	390	66,72	88,12
BURTON	430	66,79	88,46
NK CISCO	430	61,85	88,29
ATLAG (5)		64,74	88,57
Sarród			
LG 2285	280	57,79	88,87
GOLDACCORD	290	65,73	89,12
SZE 269	304	66,44	88,38
LG 2306	320	67,35	88,69
LG 3330	340	62,79	88,81
LATIZANA	350	70,00	88,32
LG 3362	370	66,23	88,66

az 1. táblázat folytatása

Kukoricahibrid (1)	FAO csoport (2)	Keményítő (%) (3)	Szárazanyag (%) (4)
LG 2372	380	70,92	88,40
LG 3409	400	67,21	88,55
LG 3475	460	67,19	85,25
ÁTLAG (5)		66,16	88,30
Töltéstava			
MV 251	280	63,84	88,82
LG 2305	290	66,26	88,73
MV 277	310	58,77	89,35
PR37D25	330	66,21	88,47
LG 3330	340	62,77	89,53
PR37M81	360	65,76	89,08
LG 2372	380	69,58	88,71
PR37W05	390	64,90	89,15
DKC 4664	390	64,24	89,27
DKC 5143	440	62,91	88,52
ATLAG (5)		64,52	88,96

Table 1: DM- and starch content of the examined corn hybrids (analysed value, in % of DM)
corn hybrids (1), FAO group (2) starch content (3), dry matter (4), mean (5)

2. táblázat

A Kőnyban termesztett kukoricahibridek in situ szárazanyag lebomlása (24 órás inkubáció)

Száraz- anyag lebomlás (%) (1)	Kukorica- hibrid (2)	PR39 D81	PR38 V91	PR37 D25	HUNOR	PR37 M81	NK THERMO	OCCI- TAN	PR37 W05	BUR- TON	NK CISCO
58,72±4,55	PR39D81										
69,16±9,06	PR38V91	*									
65,90±5,48	PR37D25	*	*								
61,33±6,36	HUNOR	NS	*	*							
61,76±7,05	PR37M81	*	*	*	NS						
62,57±4,15	NK THERMO	*	*	*	NS	NS					
67,47±7,36	OCCITAN	*	NS	NS	*	*	*				
68,17±4,46	PR37W05	*	NS	NS	*	*	*	NS			
67,54±5,32	BURTON	*	NS	NS	*	*	*	NS	NS		
66,24±6,28	NK CISCO	*	NS	NS	*	*	*	NS	NS	NS	

*P<0,05; NS=nem szignifikáns (3)

Table 2: In situ dry matter degradability of different corn hybrids from Kőny (24 hours long incubation)
dry matter degradation (1) corn hybrids (2), P<0.05; NS=not significant (3)

3. táblázat

A Kótyban termesztett kukorica-hibridek bendőben le nem bomló (bypass) keményítőtartalma (inkubációs idő: 24 óra, adatok a szárazanyag %-ában)

Bypass keményítő (%) (1)	Kukorica-hibrid (2)	PR39 D81	PR38 V91	PR37 D25	HUNOR	PR37 M81	NK THERMO	OCCITAN	PR37 W05	BURTON	NK CISCO
27,97±3,08	PR39D81										
18,28±5,37	PR38V91	*									
25,82±4,15	PR37D25	*	*								
29,94±4,92	HUNOR	NS	*	*							
30,30±5,59	PR37M81	*	*	*	NS						
26,60±2,95	NK THERMO	NS	*	NS	*	*					
22,46±5,08	OCCITAN	*	*	*	*	*	*				
19,81±2,77	PR37W05	*	NS	*	*	*	*	*			
22,88±3,75	BURTON	*	*	*	*	*	*	NS	*		
24,32±4,52	NK CISCO	*	*	NS	*	*	*	NS	*	NS	

*P<0,05; NS=nem szignifikáns (3)

Table 3: By-pass starch content of different corn hybrids from Kóty (incubation time: 24 hours, in % of DM)

bypass starch (1), as in Table 2 (2–3)

A Kótyban termesztett kukorica-hibridek 24 órás bendőbeli inkubációja után mért szárazanyag lebomlását, illetve a bendőben le nem bomló keményítő mennyiségére vonatkozó adatokat a 2. és a 3. táblázatban foglaltuk össze. A vizsgált hibridek (n=10) átlagos szárazanyag lebomthatósága 64,89%±6,95 volt. Ehhez viszonyítva a legkisebb értéket a PR39D81 (FAO 280) (58,72%), míg a legnagyobbat a PR38V91 (FAO 300) (69,16%) érte el. A statisztikai elemzéskor a PR39D81 és a többi vizsgált hibrid szárazanyag lebomthatósága között – kivéve a HUNOR-t (FAO 350) – szignifikáns különbséget mértünk. A Kótyban termesztett hibridek átlagos bypass keményítőtartalma (n=10) 24,84%±5,75 volt. A bendőben le nem bomló (bypass) keményítőtartalom ugyancsak a PR38V91 (FAO 300) hibrid esetében volt a legalacsonyabb (18,28%), ugyanakkor a legnagyobb értéket a PR37M81 (FAO 360) adta (30,30%). A szárazanyag lebomthatóság, illetve a bypass keményítőtartalom adatainak statisztikai elemzése sem minden esetben egyezik meg egymással. Az azonban egyértelmű, hogy a nagyobb szárazanyag lebomlást mutató hibridek esetében alacsonyabb, míg a kisebb szárazanyag lebomlású hibridekben nagyobb bendőben le nem bomló keményítőtartalmat állapítottunk meg.

A Sarródon, kispácellán termesztett hibridek *in situ* lebomlásának adatait a 4. és az 5. táblázatban foglaltuk össze. A vizsgált minták (n=10) átlagos szárazanyag lebomlása 71,34%±7,92, míg az átlagos bypass keményítőtartalom 19,65%±6,74 volt. Ez azt jelenti, hogy a Sarródon termesztett kukorica-hibridek két vizsgált paramétere jelentősen eltért a kótyi minták átlagértékétől. A sarródi minták esetében a legkisebb szárazanyag lebomthatóságot az LG2372 (FAO 380) (67,11%) esetében, míg a legnagyobb értéket az LG3330 (FAO 400) (76,49%) hibridre vonatkozóan állapítottuk meg. Annak ellenére, hogy az LG2285 (FAO 280)

4. táblázat

A Sarródon termesztett kukoricahibridek *in situ* szárazanyag lebomlása (24 órás inkubáció)

Száraz- anyag lebomlás (%) (1)	Kukorica- hibrid (2)	LG 2285	GOLD- ACCORD	SZE 269	LG 2306	LG 3330	LATI- ZANA	LG 3362	LG 2372	LG 3409	LG 3475
69,37±6,31	LG 2285										
74,83±9,05	GOLDACCORD	*									
68,05±6,97	SZE 269	NS	*								
68,87±6,69	LG 2306	NS	*	NS							
76,49±8,86	LG 3330	*	NS	*	*						
73,70±4,78	LATIZANA	*	NS	*	*	NS					
71,45±7,51	LG 3362	NS	NS	NS	NS	*	NS				
67,11±7,20	LG 2372	NS	*	NS	NS	*	*	*			
76,30±5,33	LG 3409	*	NS	*	*	NS	NS	*	*		
67,21±8,02	LG 3475	NS	*	NS	NS	*	*	*	NS	*	

*P<0,05; NS=nem szignifikáns (3)

Table 4: *In situ* dry matter degradability of different corn hybrids from Sarród (24 hours long incubation)
as in Table 2 (1–3)

5. táblázat

A Sarródon termesztett kukoricahibridek bendőben le nem bomló (bypass) keményítőtartalma (inkubációs idő: 24 óra, adatok a szárazanyag %-ában)

Bypass kemé- nyítő (%) (1)	Kukorica- hibrid (2)	LG 2285	GOLD- ACCORD	SZE 269	LG 2306	LG 3330	LATI- ZANA	LG 3362	LG 2372	LG 3409	LG 3475
28,41±5,85	LG 2285										
15,64±5,62	GOLDACCORD	*									
23,10±5,04	SZE 269	*	*								
20,68±4,44	LG 2306	*	*	*							
13,80±5,20	LG 3330	*	NS	*	*						
15,80±2,87	LATIZANA	*	NS	*	*	NS					
19,07±5,01	LG 3362	*	*	*	NS	*	*				
24,99±5,47	LG 2372	*	*	NS	*	*	*	*			
13,65±3,07	LG 3409	*	NS	*	*	NS	NS	*	*		
21,39±5,23	LG 3475	*	*	NS	NS	*	*	NS	*	*	

*P<0,05; NS=nem szignifikáns (3)

Table 5: *By-pass* starch content of different corn hybrids from Sarród (incubation time: 24 hours, in % of DM)
as in Table 3 (1–3)

6. táblázat

A Töltéstaván termesztett kukorica-hibridek *in situ* szárazanyag lebomlása (24 órás inkubáció)

Száraz- anyag lebomlás (%) (1)	Kukorica- hibrid (2)	MV 251	LG 2305	MG 277	PR37 D25	LG 3330	PR37 M81	LG 2372	PR37 W05	DKC 4664	DKC 5143
65,28±6,04	MV 251										
62,56±4,94	LG 2305	NS									
69,77±5,51	MV 277	*	*								
69,53±4,67	PR37D25	*	*	NS							
64,27±7,05	LG 3330	NS	NS	*	*						
73,47±6,83	PR37M81	*	*	*	*	*					
63,97±5,30	LG2372	NS	NS	*	*	NS	*				
69,76±7,43	PR37W05	*	*	NS	NS	*	*	*			
72,65±7,59	DKC 4664	*	*	NS	NS	*	NS	*	NS		
64,14±7,84	DKC 5143	NS	NS	*	*	NS	*	NS	*	*	

*P<0,05; NS=nem szignifikáns (3)

Table 6: *In situ* dry matter degradability of different corn hybrids from Töltéstava (24 hours long incubation)
as in Table 2 (1–3)

7. táblázat

A Töltéstaván termesztett kukorica-hibridek bendőben le nem bomló (bypass) keményítőtartalma (inkubációs idő: 24 óra, adatok a szárazanyag %-ában)

Bypass kemé- nyítő (%) (1)	Kukorica- hibrid (2)	MV 251	LG 2305	MG 277	PR37 D25	LG 3330	PR37 M81	LG 2372	PR37 W05	DKC 4664	DKC 5143
21,85±3,80	MV 251										
29,23±3,86	LG 2305	*									
21,32±3,89	MV 277	NS	*								
19,92±3,05	PR37D25	NS	*	NS							
25,74±5,08	LG 3330	*	*	*	*						
20,32±5,23	PR37M81	NS	*	NS	NS	*					
28,68±4,22	LG2372	*	NS	*	*	*	*				
19,61±7,41	PR37W05	NS	*	NS	NS	*	NS	*			
20,99±5,82	DKC 4664	NS	*	NS	NS	*	NS	*	NS		
29,88±6,54	DKC 5143	*	NS	*	*	*	*	NS	*	*	

*P<0,05; NS=nem szignifikáns (3)

Table 7: *By-pass starch content of different corn hybrids from Töltéstava (incubation time: 24 hours, in % of DM)*
as in Table 3 (1–3)

esetében a szárazanyag lebonthatóság 2,26%-kal nagyobb volt, mint az LG2372 hibridé, a legnagyobb bendőben le nem bomló keményítőtartalmat (28,41%) ebben a hibridben mértük. A legalacsonyabb bypass keményítőtartalma (13,65%) az LG3409-as, illetve a szárazanyag lebonthatósága az LG 3330-as hibridnek volt (13,80%).

A Töltéstaván termesztett kukorica hibridek bendőbeli lebomlásának adatait a 6. és a 7. táblázatban foglaltuk össze. A vizsgált minták ($n=10$) szárazanyagának átlagos lebomlása $67,54\% \pm 7,83$, míg a bendőben le nem bomló keményítő mennyisége $23,75\% \pm 6,37$ volt. Ezek az értékek a Kónyban, illetve a Sarródon vett minták átlagadatai közöttiek. A Töltéstaván termesztett, eltérő éréscsoportba tartozó hibridek közül a legkisebb szárazanyag lebomlást az LG2305 (FAO 290) (62,56%), míg a legnagyobb értéket a PR37M81 (FAO 360) (73,47%) esetében mértük. A DKC 4664 (FAO 390) hibrid szárazanyag lebomlása (72,65%) ez utóbbi értékhez ugyancsak közeli volt. A bendőben le nem bomló keményítő mennyisége, az alkalmazott inkubációs időt követően, a PR37W05 (FAO 390) (19,61%), továbbá a PR37D25 (FAO 330) (19,92%) hibridek esetében volt a legalacsonyabb. A legnagyobb bypass keményítőtartalmat a DKC 5143 (FAO 440) (29,88%) és a LG 2305 (29,23%) hibridek esetében mértük.

AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELESE

Saját adatainkkal egyezően, *Philippeau és mtsai* (1999) már korábban megállapították, hogy a szárazanyag, illetve a keményítő bendőbeli lebonthatósága, az egyes kukorica hibridektől függően, viszonylag széles határok között mozoghat. Vizsgálatukban a szárazanyag tényleges bendőbeli lebonthatósága szélső értékben 39,7–71,5%, míg a keményítőé 40,6–77,6% között volt. *Flachowsky és Lebzien* (1997) különböző kukoricafajták, illetve hibridek keményítőjének bendőbeli lebonthatóságát 63–86% közöttinek találták, *Loose* (2000) vizsgálataiban pedig ez az érték 50 és 90% között volt. *Pereira és mtsai* (2004) vizsgálatában a lófogú (dent) típusú kukorica hibridek szárazanyag lebomlása 63,3% volt a 24 órás bendőbeli inkubáció alatt, ugyanakkor a keményszemű (flint) kukorica hibridek esetében az említett érték csak 52,4% volt. Ezzel egyezően a keményítő bendőbeli lebonthatósága ugyancsak kisebb volt a keményszemű (flint) genotípusok esetében *Philippeau és mtsai* (1999) vizsgálatában.

Fontos megemlíteni, hogy a keményítő bendőbeli lebomlását – megegyezően más táplálóanyagok (pl. nyersfehérje, nyersrost) degradabilitásával – jelentős mértékben befolyásolja a takarmány bendőben tartózkodásának ideje is. Ismert, hogy ez utóbbit elsősorban a takarmányozás intenzitása határozza meg. Ebből az a következtetés vonható le, hogy a bendőbeli lebonthatóságra vonatkozó adatokat reálisan értékelni csak a takarmányozás intenzitásának ismeretében lehet, illetve összehasonlítani is csak az azonos takarmányozási szintre vonatkozó lebontási értékeket szabad. Ezt igazolja az a tény is, hogy a kukorica különböző fajtái és hibridjei közötti a legnagyobb lebonthatóságbeli különbséget a nagy tejtermelésű tehenek takarmányozására jellemző 3-szoros intenzitási szinten (a napi takarmányadag metabolizálható energiatartalma háromszorosa az életfenntartás céljára szükséges metabolizálható energia mennyiségének) mérték (*Flachowsky és Lebzien*, 1997).

Kisebb mintaszámmal ($n=8$) végzett előző kísérletünkben (Tóth és Schmidt, 2003) azt feltételeztük, hogy a korábbi érésű kukoricahibridek keményítőjének bendőbeli lebonthatósága kisebb, ennél fogva a bypass keményítő hányad nagyobb bennük, mint a későn érő fajtákban. Jelenlegi, nagyobb mintaszámmal ($n=30$) végzett vizsgálati adataink azonban azt jelzik, hogy az egyes éréscsoportok adatai között (igen korai, korai, középérésű) nem lehet tendenciózus, illetve szignifikáns különbségeket megállapítani.

Korábbi kísérletünkkel (Tóth és Schmidt, 2003), illetve Matthé és mtsai (1999) még korábbi adataival összhangban, ebben a vizsgálatunkban is igazoltuk, hogy a különböző kukoricahibridek szárazanyag lebomlása, továbbá a bendőben le nem bomló (bypass) keményítőjének a mennyisége között igen szoros a korreláció. Jelenlegi vizsgálatunkban a két adatsor között szoros, negatív összefüggést, $r=-0,929$ ($P<0,01$) találtunk. Ez azt jelenti, hogy a bypass keményítő mennyisége azokban a hibridekben a legnagyobb, melyekben a szárazanyag lebomlás csak kismértékű. Így a szárazanyag bendőbeli lebonthatóságának ismeretében, mivel ezen belül a keményítő döntő részt (kb. 60–75%-ot) képvisel, nagy biztonsággal következtetni lehet a keményítő bendőbeli lebonthatóságára is. Philippeau és mtsai (1999) a kukoricamag keménysége és a bendőben lebomló keményítő mennyisége között állapított meg szoros korrelációt.

Arra vonatkozóan, hogy a különböző éréscsoportok (igen korai, korai, közép- és késői érésű) között a keményítőtartalom bendőbeli lebonthatóságában van-e érdemleges különbség, további vizsgálatokat kellene elvégezni.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton köszönjük meg Offenbeck János területi képviselőnek a minták begyűjtésében nyújtott segítségét.

IRODALOM

- Axé, D.E. – Bolsen, K.K. – Harmon, D.L. – Lee, R.W. – Milliken, G.A. – Avery, T.B. (1987): Effect of wheat and high-moisture sorghum grain fed singly and in combination on ruminal fermentation, solid and liquid flow, rate and extent of digestion and feeding performance of cattle. *J. Anim. Sci.*, 64. 3. 897–906.
- Cone, J.W. (1991): Degradation of starch in feed concentrates by enzymes, rumen fluid and rumen enzymes. *J. Sci. Food Agri.*, 54. 23–34.
- Cone, J.W. – Clinetheil, W. – Malstein, A. – Vantklooster, A.T. (1989): Degradation of starch by incubation with rumen fluid. A comparison of different starch sources. *J. Sci. Food Agri.*, 49. 2. 171–183.
- Cone, J.W. – Vlot, M. (1990): Comparison of degradability of starch in concentrates by enzymes and rumen fluid. *J. Anim. Physiol. and Anim. Nutr.*, 63. 142–148.
- Correa, C. E.S. – Shaver, R.D. – Pereira, M.N. – Lauer, J.G. – Kohn, K. (2002): Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. *J. Dairy Sci.*, 85. 11. 3008–3012.
- Flachowsky, G. – Lebziern, P. (1997): Improvement of glucose supply for high performing cows. *Proc. of the 6th Int. Symp. Anim. Nutr.*, Kaposvár, Hungary, 64–87.
- Hale, W.H. (1973): Influence of processing on the utilization of grains (starch) by ruminants. *J. Dairy Sci.*, 37. 1075.
- Herrera-Saldana, R.E. – Huber, J.T. – Poore, M.H. (1990): Dry matter, crude protein and starch degradability of five cereal grains. *J. Dairy Sci.*, 73. 9. 2386–2393.
- Huntington, G.B. (1997): Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *J. Anim. Sci.*, 75. 3. 852–867.

- Lebzien, P. – Matthé, A. – Flachowsky, G. (2002): A keményítő jelentősége a tejelő tehenek glükóz-ellátásában. Takarmányozás, 5. 1. 14–18.
- Loose, K. (2000): Ruminaler Abbau verschiedener Stärkequellen und duodenale Stärkeanflutung. Landbauforsch. Völkenrode, 217. 14–24.
- Magyar Takarmánykódex (2004)
- Matthé, A. – Lebzien, P. – Flachowsky, G. (1999): Influence of maize grain drying process on its in situ degradability in dairy cows. J. Anim. and Feed Sci., 8. 379–386.
- Nocek, J. – Tamminga, S. (1991): Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. J. Dairy Sci., 74. 10. 3598–3629.
- Okine, E.K. – Kennelly, J.J. (2003): How to cow makes lactose. Internet: www.westerndairy-science.com/Lactose.html
- Oldham, J.D. (1987): Towards a European Standard method for assessing protein degradability. Report of CEC-EAAP workshop. Brussels: 4 pp.
- Pereira, M.N. – Pinho, R.G. – Bruno, R.G. – Calestine, G.A. (2004): Ruminant degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. Sci. Agri., 61. 4. 658–663.
- Philippeau, C. – Deschault de Mondredon, F. le – Michalet-Doreau, B. (1999): Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. J. Anim. Sci., 77. 1. 238–243.
- Philippeau, C. – Landry, J. – Michalet-Doreau, B. (1998): Influence of the biochemical and physical characteristics of the maize grain on ruminal starch degradation. J. Agric. Food Chem., 46. 10. 4287–4291.
- Philippeau, C. – Michalet-Doreau, B. (1997): Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. Anim. Feed Sci. and Techn., 68. 1/2. 25–35.
- Schmidt J. – Várhegyi J.-né – Várhegyi J. – Cenkvári É. (2000): A kérődzők takarmányainak energia- és fehérjeértékelése. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 65–66.
- Streeter, M.N. – Wagner, D.G. – Hibberd, C.A. – Owens, F.N. (1990a): The effect of sorghum grain variety on site and extent of digestion in beef heifers. J. Anim. Sci., 68. 1121–1132.
- Streeter, M.N. – Wagner, D.G. – Hibberd, C.A. – Owens, F.N. (1990b): Comparison of corn with four sorghum grain hybrids: Site and extent of digestion in steers. J. Anim. Sci., 68. 3429–3440.
- Theurer, C.B. (1986): Grain processing effects on starch utilization by ruminants. J. Anim. Sci., 63. 5. 1649–1662.
- Tóth T. – Schmidt J. (2003): A fajta, valamint a nátrium-hidroxid kezelés hatása a kukorica és a gabonamagvak keményítőjének bendőbeli lebonthatóságára. Állattenyésztés és Takarmányozás, 52. 6. 573–581.

Érkezett: 2009. január

Szerzők címe: Tóth, T., Beke, K.:

Author's address: Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Sciences
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

Cenkvári É.:

Szent István Egyetem, Állatorvostudományi Kar
Szent István University, Faculty of Veterinary Science
H-1078 Budapest, István u. 2.