



## HAZAI KÖZTERMESZTÉSBN SZEREPLŐ KALÁSZOS GABONA FAJTÁK IN VIVO FEHÉRJE EMÉSZTHETŐSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA SERTÉSEKKEL

SUDÁR G.<sup>1</sup> – HÚTH B<sup>2</sup> – TOSSENBERGER J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ceres Holding Zrt., 7030 Paks, Hunyadi utca 15.

<sup>2</sup> Széchenyi István Egyetem Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, 9200  
Mosonmagyaróvár Vár tér 2.

### ÖSSZEFOGLALÁS

Kísérletünkben különböző búza- és árpa fajták nyersfehérje emészthetőségét, valamint emészthető nyersfehérje hozamát vizsgáltuk meg. Az emészthetőség meghatározása „mobil bag” technikával történt duodenális- és PVTC kanüllel ellátott növendék sertésekkel. A vizsgálatokba standardizált körülmények között termesztett összesen 18 búza és 19 árpa fajtát vontunk be. Az emészthető nyersfehérje hozamot a fajtakísérleti hozameredmények és az emészthető nyersfehérje tartalom alapján kalkuláltuk. Eredményeink szerint a búza fajták nyersfehérje emészthetőségének átlaga 85,5 %, a legnagyobb és a legkisebb fehérje-emészthetőséggel jellemezhető fajták közötti abszolút különbség 7,4 % volt. Az árpa vonatkozásában ez az átlagérték 72,7 % volt, a két szélső érték közötti eltérés pedig abszolút értékben 14,6%-ot ért el. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a hektáronkénti emészthető nyersfehérje hozam tekintetében a különbségek a vizsgált búzafajták esetében elérhetik a 279,1 %-ot, az árpafajtáknál pedig a 180,9 %-ot is. Ezen potenciális eltéréseket a gazdasági haszonállatok optimális emészthető fehérje-szükségletének kielégítésekor a jövőben célszerű lenne figyelembe venni.

### THE IN VIVO CRUDE PROTEIN DIGESTIBILITY OF CEREAL (WHEAT, BARLEY) SPECIES CULTIVATED IN HUNGARY

#### ABSTRACT

In our experiment we investigated the crude protein digestibility and digestible protein yield of different wheat and barley varieties. Digestibility was determined using "mobile bag" technique with double cannulated (duodenal-, PVTC-cannula) growing pigs. A total of 18 wheat and 19 barley varieties grown under standardised conditions were tested in this experiment. The digestible crude protein yield was calculated on the basis of the yield

results of the variety trials and the digestible crude protein content. The overall results of this experiment indicate that the crude protein digestibility of the tested wheat varieties was 85.5%, with an absolute difference of 7.4% between the best and the least digestible varieties. For barley, these result was 72.7%, with a difference of 14.6% absolute between the best and the least digestible varieties. On the basis of the results, it was found that the differences in the digestible crude protein yield per hectare can reach 279.1% for the wheat varieties tested and 180.9% for the barley varieties. These potential variations should be taken into account in the future when considering the optimal digestible protein requirements of farm animals.

## BEVEZETÉS

Az emészthető nyersfehérje- és aminosav tartalom alapján történő fehérje értékelési rendszer jelentősége már rég óta hangsúlyos a sertés takarmányozásban, ugyanakkor a takarmányiparnak jelenleg kevés lehetősége van a takarmánykomponens választásnál figyelembe venni fajtaspecifikus emészthető nyersfehérjetartalmat. Ennek egyik oka egyrészt, hogy növénynevelés és növénytermesztés esetében jelenleg az emészthető fehérje tartalom nem fajtaválasztási szempont, másrészt a különböző gabona tételek betárolása, készletkezelése sem fajtaspecifikusan történik. A fehérjehordozók, elsősorban a szója esetében ugyan rendelkezésünkre állnak szakirodalmi adatok a különböző fajták emészthető nyersfehérje tartalmára vonatkozóan, ugyanakkor a kalászos gabonák esetében kevés kutatás fókuszált erre a területre. Tekintettel az egyre szigorodó ökonómiai és ökológiai elvárásokra ennek a kérdéskörnek várhatóan egyre nagyobb jelentősége lesz a hazai sertéstakarmányozásban. A markánsan formálódó szemléletváltás egyre nagyobb teret biztosít a klasszikus kukorica-szója alapú takarmányok mellett a kalászos gabona-melléktermék alapú takarmánykeverékek etetésének. Korábban ugyanis az extrahált szójadara volt elsődleges fehérjeforrásnak tekinthető, de ma már a sertéstakarmányok megfelelő fehérje bázisa a takarmányok nagy kalászos gabona és melléktermék tartalmával is biztosítható.

Vizsgálatunkban célunk az előzetesen elvégzett *in vitro* fehérje emészthetőségi vizsgálatok alapján kiválasztott, a sertéstakarmányozásban releváns kalászos gabona források (búza, árpa) nyersfehérje emészthetőségének meghatározása volt *in vivo* technikával. További célunk volt az emészthető nyersfehérje tartalom és a terméshozam közötti összefüggés vizsgálata, valamint rangsor felállítása és fajta kiválasztási javaslat megfogalmazása a búza és árpa fajták emészthető nyersfehérje hozama alapján.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatokat a Somogy Megyei Kormányhivatal Élelmiszerlánc-biztonsági és Állategészségügyi Osztálya engedélyezte (Engedélyszám SOI/31/00659-14/2018).

### A kísérleti állatok és elhelyezésük

A kísérletbe összesen 10, dudoenális- és PVTC kanüllel ellátott növendék sertést állítottunk be (DanBred – ([dán nagyfehér × dán lapály] × dán duroc)), melyek élősúlya a vizsgálat megkezdésekor  $40 \pm 3,5$  kg volt. Az állatokat egyedi kutricában helyeztük el az egykori Kaposvári Egyetem Takarmányozástani Tanszékének állatházában. A kísérleti terem hőmérsékletét és relatív páratartalmát a fajtatulajdonos növendék sertésekre vonatkozó ajánlásainak megfelelően szabályoztuk.

### **Műtéti előkészítés**

Az operációt megelőzően az állatok 12 órás koplaltatását követően mély anaesthesiát idéztünk elő. Ezt egy izomba adott (im) injekció adagolásával biztosítottuk, mely hatóanyagai a zolazepam és tiletamin (2,5 mg/kg, Zoletil, Virbac), xylazin (3 mg/kg, CP-Xylazin 2%, CP-Pharma Handelsges) és azaperon (6 mg/kg, Stresnil, Janssen-Cilag) voltak. A készítmények dózisa a műtetre kerülő állat élősúlya alapján került meghatározásra. Az anaesthesia kialakulása után a műtéti területeket tisztítottuk és fertőtlenítettük. A narkózis megkezdése előtt a fokozott paraszimpatikotónia elkerülése érdekében intramuscularisan 1 ml/állat Athropinum Sulphuricum (1mg/ml) készítményt adtunk. Közvetlenül a beavatkozás megkezdése előtt endotracheális intubációt (5.0–6.0 tubusátmérő) végeztünk. A műtéti beavatkozást inhalációs narkózisban – 1,5-2,5 térfogat % izoflurán és 3 L/perc oxigéngáz belélegeztetése mellett – végeztük el. Az alkalmazott műtéti eljárások megegyeznek *Sauer et al.* (1982), illetve *van Leeuwen et al.* (1991). módszerével.

### Kísérleti takarmányok és a kísérleti állatok takarmányozása

A mobil bag vizsgálatok során etetett takarmányt kukorica-szója-búza-árpa alapon állítottuk össze a növendéksertések táplálóanyag szükségletének megfelelően (*Tybirk, 2015*) (1. táblázat).

I. táblázat: A kísérletben használt alaptakarmány összetétele és táplálóanyag tartalma

Komponensek	g/kg	Táplálóanyagok	g/kg
Kukorica	302,9	Száranyag	885,6
Extr. szójadara	160,0	DEs (MJ/kg)	13,8
Búza	250,0	Nyersfehérje	150,3
Árpa	250,0	Nyerszír	26,4
Növényi olaj	4,0	Nyersrost	32,5
MCP	9,2	Nyershamu	25,0
Takarmány mész	10,3	Lizin	9,2
NaCl	3,6	Metionin+Cisztin	5,2
Lysin-HCL	3,6	Treonin	6,0
DL-Metionin	0,4	Triptofán	1,9
L-Treonin	0,8	Ca	6,4
L-Triptofán	0,2	P	5,3
Premix 0,5%	5,0		
Összesen	1000,0		

1 kg premix tartalmaz: A vit.: 1 750 000 NE, D3 Vit.: 350 000 NE, E Vit.: 8 750 mg, K3 Vit.: 350 mg, B1 Vit.: 263 mg, B2 Vit.: 875 mg, B3 Vit.: 2 100 mg, B6 Vit.: 700 mg, B12 Vit.: 4 375 mg, Biotin: 21 mg, B9 Vit.: 105 mg, B8 Vit.: 24 000 mg, Fe: 19 175 mg, Zn: 20 001 mg, Mn: 6488 mg, Cu: 2 225 mg, Co: 6,5 mg, I: 65 mg, Se: 67,8 mg.

A vizsgálatok során az állatok dercés takarmányt fogyasztottak száraz formában. Az állatok a napi takarmányadagot két egyenlő részben kapták meg (7:30, 16:30), ami a létfenntartó szükségletük 2,8-szorosát fedezte ( $2,8 \times 450 \text{ kJ MEs/ kg}^{0,75}/\text{nap}$ ). A napi takarmányadagot az élősúlyok alapján számoltuk ki. Ivóvíz a vizsgálatok alatt korlátozás nélkül állt az állatok rendelkezésére.

#### Az alkalmazott kísérleti technika leírása

Az előzetes *in vitro* fehérje emészthetőségi vizsgálatok alapján elvégzett szelekciót követően került kiválasztásra az a 18 búza és 19 árpa fajta, amelyeket bevontunk az *in vivo* vizsgálatokba.

A kísérlet során a minták fehérje-emészthetőségét két lépcsős emésztés-vizsgálati módszerrel határoztuk meg. Az első lépcsőben a mobil bagekbe helyezett mintákat *in*

*in vitro*, egy a gyomoremésztést helyettesítő módszerrel „előemésztettük” (Sauer et al., 1989). A folyamat során az 1 grammnyi darált (szemcseméret  $\leq 1$  mm) mintákat 42 ml sósavas pepszin-oldatban (0,01 mólos, pH 2, 380 U/liter pepszin) 40 °C-on 4 órán keresztül kezeltük. A folyamat végeztével azokat átmostuk, majd a felhasználásig –20 °C-on tároltuk. A második lépcsőben naponta 5 állatot vontunk be az *in vivo* fehérje emésztési vizsgálatba. Az előemésztett mintákat a felhasználás előtt 24 órával 5°C-os hűtőbe helyeztük, majd a behelyezés előtt 30 perccel szobahőmérsékleten teljesen felengedtük. A bageket a reggeli etetés (7:30) után 30 perccel, kettesével helyeztük be a duodenalis kanülbe. A bag párok 30 percenként kerültek be az állatokba. Egy nap egy állatba a gyűjtési napokon összesen 10 bag-et juttattunk. Egy adott vizsgálati minta (összesen 5 x 2 bag) egy gyűjtési napon 5 kísérleti állatba került behelyezésre. A bag-ek összegyűjtése a PVTC kanülon keresztül történt, melyet 2,5 órával az első mintapár behelyezése után nyitottunk ki. A kanülre felhelyezett polietilén zacskóba összegyűjtött bag-eket megtisztítottuk a felületi szennyeződésektől, majd a laboratóriumi analízisig –80 °C-on tároltuk. A módszer végrehajtása során Sauer et al. (1989) metodikai leírását vettük alapul.

#### Számítások, a kísérleti adatok statisztikai értékelése

A gabonaminták fehérjetartalmának emészthetőségét a bag-be helyezett minta nitrogén tartalma és a tápcsatornán áthaladt, bag-ből kimosott szárított minta N tartalma alapján határoztuk meg az alábbiak szerint: Fehérje emészthetőség (%) =  $100 \times (\text{tak. minta mennyiség (g)} \times \text{minta N tartalma (g/g)} - \text{bag-ből kimosott szárított minta mennyisége (g)} \times \text{N-tartalma (g/g)}) / \text{tak. tak. minta mennyiség (g)} \times \text{minta N tartalma (g/g)}$ . Az adatokból leíró statisztikát készítettünk, figyelembe véve a búza és árpa fajták fehérjeemészthetőségének átlagát, szórását, minimum és maximum értékeit (Sas, 2013). A standardizált körülmények (kisparellás fajtakísérletek) között mért terméshozam és a fajták fehérjetartalma alapján kiszámoltuk a hektáronkénti nyersfehérje hozamot, valamint az emészthető nyersfehérje hozamot, a hektáronkénti hozam és az emészthető fehérjetartalom alapján. A regresszió analízis során egyváltozós lineáris regressziós modellt használtunk:  $Y = aX + b$ , ahol Y a hektáronkénti terméshozam (t/ha), X a nyersfehérje tartalom (g/kg) illetve az emészthető nyersfehérje tartalom (g/kg).

#### **EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK**

A 2. táblázat tartalmazza a vizsgált 18 búza és 19 árpa fajta *in vivo* nyersfehérje emészthetőségi adatait. A búza esetében az eredmények alapján megállapítható, hogy az Evina fajta nyersfehérje emészthetősége volt a legmagasabb (90,7 %). A legkisebb *in vivo* emészthető nyersfehérje tartalommal rendelkező fajtának a Sosthene bizonyult, 83,5 %-kal. A búza fajták *in vivo* nyersfehérje emészthetőségének átlaga 85,5 % volt, a legjobb és a leggyengébb emészthetőségű fajták között 7,2 abszolút % különbséget mutattunk ki. Eredményeink összhangban vannak Said et al. (2007), Ijaz et al. (2001) valamint Ma és Baik (2021) által meghatározott fehérje emészthetőségi értékekkel, akik búza fajták

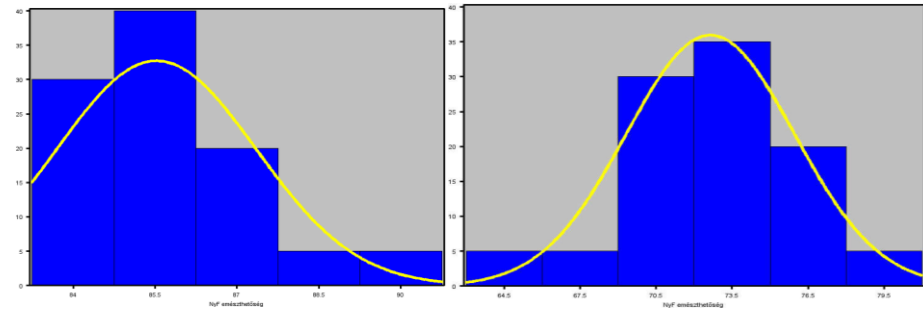
esetében 83,0 és 89,0 % közötti nyersfehérje emészthetőséget állapítottak meg. Vizsgálataikban megállapították, hogy az eltérő nyersfehérje emészthetőség az eltérő lizin tartalommal áll összefüggésben.

Árpa esetében a vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy a Rex fajta nyersfehérje emészthetősége volt a legjobb (79,1 %). A legkisebb *in vivo* emészthető nyersfehérje tartalommal rendelkező fajtának a Jup bizonyult (64,5 %). Eredményeink alapján a vizsgált árpa fajták *in vivo* nyersfehérje emészthetőségének átlaga 72,7 % volt, a legjobb és a leggyengébb emészthetőségű fajták között 14,6 abszolút % a különbséget állapítottunk meg. *Sauer et al.* (1989) mobil bag technika alkalmazásával végzett kísérletükben árpa fajták esetében 70,1 %-os átlagos fehérje emészthetőségi értéket mutattak ki, amely értéknél az általunk vizsgált fajták többsége esetében jobb eredményeket kaptunk.

2. táblázat: Különböző búza és árpa fajták *in vivo* nyersfehérje emészthetősége (%)

Búza fajta	<i>In vivo</i> nyersfehérje emészthetőség	Árpa fajta	<i>In vivo</i> nyersfehérje emészthetőség
Evina	90,7	Rex	79,1
Szilárd	88,0	Azrah	77,0
Bernstein	87,6	KH Kárpátia	76,2
Kolompos	87,1	Siberia	76,1
Santorin	86,7	Boreale	73,5
Izalco	86,4	Overture	73,4
Astardo	85,7	KH Korsó	73,1
Rustic	85,6	Antonella	73,0
Gaudio	85,6	Jallon	73,0
Barok	85,4	Zoo	72,7
Mente	85,0	Etincel	72,6
Foxyl	84,8	Judy	71,7
Ortegas	84,8	Faktor	71,6
Hyland	84,8	Tektoo	71,4
Combin	84,0	Patina	70,3
Hyfi	84,0	Gigga	70,2
Nemere(KITE)	83,9	Paris	69,9
Sosthene	83,5	Daxol	67,8
		Jup	64,5
<b>átlag</b>	<b>85,8</b>	<b>átlag</b>	<b>72,5</b>
<b>szórás</b>	<b>1,8</b>	<b>szórás</b>	<b>3,3</b>
<b>különbség</b>	<b>7,2</b>	<b>különbség</b>	<b>14,6</b>
<b>maximum</b>	<b>90,7</b>	<b>maximum</b>	<b>79,1</b>
<b>minimum</b>	<b>83,5</b>	<b>minimum</b>	<b>64,5</b>

Az eloszlás vizsgálat során megállapítottuk, hogy búza esetében (1. ábra) a vizsgált fajták több mint 30 %-a, árpa esetében (2. ábra) a vizsgált fajták 60 %-a átlag érték felett produkált a nyersfehérje emészthetőség vonatkozásában.



1. és 2. ábra: Az in vivo fehérje emészthetőség eloszlása búza fajták esetében

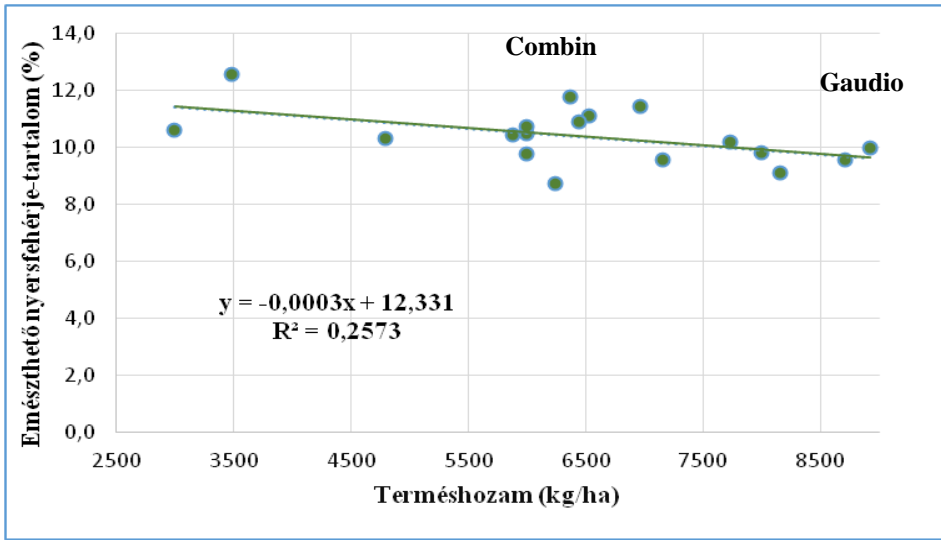
Az in vivo vizsgálatok során meghatározott emészthető nyersfehérje tartalom, valamint a rendelkezésre álló terméshozam adatok alapján kiszámoltuk a búza és árpa fajtákra jellemző emészthető nyersfehérje hozamot. A kapott értékek alapján rangsort állítottunk fel (3. táblázat). Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy búza esetében a legjobb emészthető nyersfehérje hozamot a Gaudio fajta produkálta, 886,6 kg/ha mennyiséggel. A leggyengébb emészthető nyersfehérje hozamú fajta az Astardo volt, 317,7 kg/ha eredménnyel. E két fajta emészthető nyersfehérje hozama közötti különbség 279,1 %. Árpa esetében a fajták közötti rangsorban első helyre a Rex fajta került, emészthető nyersfehérje hozama, 710,2 kg/ha volt. A leggyengébb emészthető nyersfehérje hozamú fajta az Antonella volt, 392,5 kg/ha eredménnyel, ami 180,9% különbséget jelent.



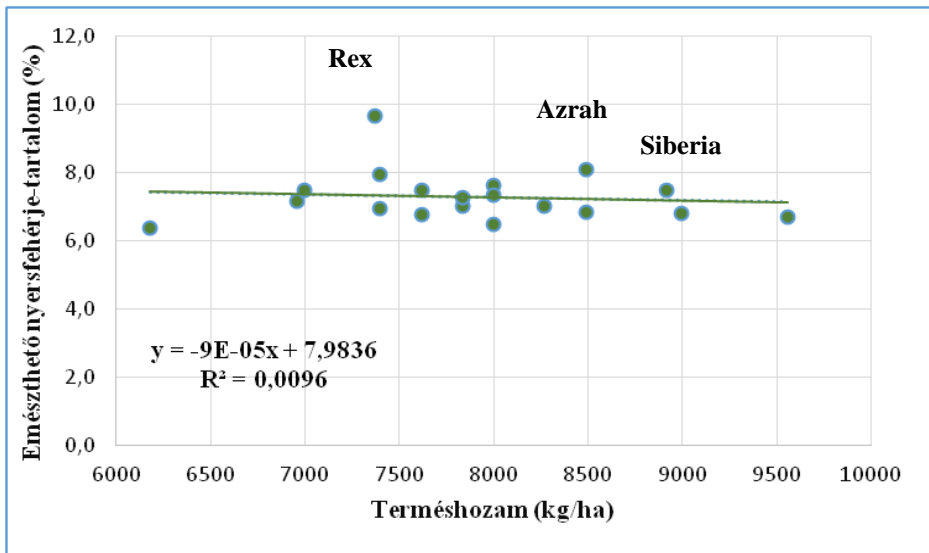
## 3. táblázat: Különböző búza és árpa fajták emészthető nyersfehérje hozama

Búza fajta	Emészthető nyersfehérje hozam (kg/ha)	Árpa fajta	Emészthető nyersfehérje hozam (kg/ha)
Gaudio	886,6	Rex	710,2
Sosthene	830,1	Azrah	686,5
Combin	794,6	Siberia	665,3
Szilárd	784,1	Etincel	638,8
Barok	782,7	Jallon	610,9
Evina	748,9	KH Korsó	608,1
Hyfi	740,8	Boreale	587,1
Kolompos	724,4	Paris	586,8
Mente	699,8	Tektoo	579,0
Nemere(KITE)	681,9	Gigga	578,1
Izalco	642,8	Patina	568,0
Foxyl	627,4	Judy	567,9
Santorin	611,5	Faktor	549,9
Rustic	585,1	KH Kárpátia	522,8
Hyland	543,2	Zoo	517,5
Ortegas	492,8	Overture	514,3
Bernstein	436,9	Daxol	512,0
Astardo	317,7	Jup	498,0
		Antonella	392,5
<b>Különbség:</b>	<b>279,1 %</b>	<b>Különbség:</b>	<b>180,9 %</b>

A 3. és 4. ábrán az emészthető nyersfehérje tartalom és a termés hozam közötti összefüggés látható búza és árpa fajták vonatkozásában. Az  $R^2$  értékek alapján (búza  $R^2 = 0.2573$ , árpa  $R^2 = 0.0096$ ) egyik esetben sem állapítható meg korreláció a két vizsgált tulajdonság között. Ugyanakkor kijelenthető, hogy búza és árpa esetében is megjelölhetők azok a fajták, amelyek a kiemelkedő emészthető nyersfehérje tartalom mellett, kiváló termés hozammal is rendelkeznek (Pl. búza - Combin, Gaudio; árpa - Rex, Azrah, Siberia).



3. ábra: Az emészthető nyersfehérje-tartalom és a terméshozam közötti összefüggés a búza fajták esetében



4. ábra: Az emészthető nyersfehérje-tartalom és a terméshozam közötti összefüggés az árpa fajták esetében

## KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálatunk eredményei alapján az alábbi fontosabb következtetések vonhatók le: Az eredmények alapján jól elkülöníthetők azon búza és árpa fajták, amelyek képesek produkálni az elvárt terméshozamot, emellett magas emészthető nyersfehérje tartalommal

is rendelkeznek. Ezek alapján javasolható a növénynevelés fajtabírálat szempontjainak bővítése, a hektáronkénti emészthető nyersfehérje hozam figyelembevételével. A takarmánynövény termesztési ágazatban a fajtaválasztás során célszerű lenne figyelembe venni az emészthető nyersfehérje hozamot annak érdekében, hogy a takarmányipar számára optimalizált takarmány alapanyag ellátást tudjon biztosítani az ágazat.

## Irodalomjegyzék

- Ijaz, A. - Anjum, F.M. - Butt, M.S* (2001): Quality characteristics of wheat varieties grown in Pakistan from 1933 to 1996. *Pakistan Journal of Food Science* 2001, 11 (1-4), 1-8.
- Ma, F. - Baik, B.K.* (2021): Influences of grain and protein characteristics on *in vitro* protein digestibility of modern and ancient wheat species. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2021, 101 (11), 4578-4584. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.11100>
- Said, W. - Saleem, K. - Mansoor, K. - Aurangzeb, K. - Nazir, A. - Fozia, H.* (2007): Nutritional qualities of different wheat varieties grown in North West Frontier Pakistan. *Sarhad Journal of Agriculture* 2007, 23 (4), 4.
- Sauer, W. - Jorgensen, H. - Berzins, R.* (1982): A modified nylon bag technique for determining apparent digestibilities of protein in feedstuffs for pigs. *Canadian Journal of Animal Science* 1982, 63 (1), 233-237. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjas83-027>
- Sauer, W. - den Hartog, L.A. - Huisman, J. - van Leeuwen, P. - de Lange, C.F.M.* (1989): The evaluation of the mobile nylon bag technique for determining the apparent protein digestibility in a wide variety of feedstuffs for pigs. *Journal of Animal Science* 1989, 67 (2), 432–440. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas1989.672432x>
- Tybirk, P. Nutrient recommendations for pigs in Denmark 2015
- van Leeuwen, P. - van Kleef, D.J. - van Kempen, G.J.M. - Huisman, J. - Verstegen, W.M.A.* (1991): The post valve t-caecum cannulation technique in pigs applied to determine the digestibility of amino acids in maize, groundnut and sunflower meal. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 1991, 65 (1-5), 183–193. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.1991.tb00256.x>