

MUSTÁRMAG A HÍZÓCERTÉSEK TAKARMÁNYÁBAN*

GUNDEL JÁNOS — REGIUSNÉ MÖCSÉNYI ÁGNES — LUGASI ANDREA —
HERMÁN ISTVÁNNÉ — SZELÉNYINÉ GALÁNTAI MARIANNE — ÁCS TAMÁS

ÖSSZEFOGLALÁS

Nagy és csökkentett erukasav-tartalmú, nagy (10, 20, 30%) és kis arányú (3, 6, 9%) mustármagot (*Sinapis alba*) tartalmazó adagokkal, MNF×ML keresztezett, vegyes ivarú sertésekkel hizlalási kísérleteket állítottak be egyedileg elhelyezett 12, ill. 13 sertéssel kezelésenként. A beállítási súly 44–48 kg, ill. 29–32 kg volt a nagy erukasav-tartalmú, kezeletlen, illetve kis erukasav-tartalmú, kezelt mustármag hányadot fogyasztó csoportokban, önitatóval ellátott egyedi elhelyezéssel *semi ad libitum*, ill. *ad libitum* takarmányozással.

A nagyarányú (10, 20, 30%) mustármagot fogyasztó sertések napi takarmányfelvétele a mustármaghányad növekedésével arányosan fokozatosan kismértékben, súlygyarapodásuk azonban, 10-, 15-, 27%-kal csökkent. Ez az arány, a csökkentett erukasav-tartalmú 3, 6, 9% mustármagot fogyasztó csoportokban 7 és 11% között alakult. A vágási paraméterekben a mustármag arányától függően csak kisebb eltérés volt megállapítható, a színhús aránya kismértékben csökkent.

A szívelfajulás 20 és 30% nagy erukasav-tartalmú mustármag etetés hatására 100%-ot ért el, a pajzsmirigy megnagyobbodás, már 6% mustármagfogyasztásnál is, mintegy 70%-os volt.

A szalonna erukasav-tartalma, a kontrollhoz képest, 10–12-szeresére, a combizomban csak mintegy háromszorosára emelkedett a nagy erukasavtartalmú mustármag etetésekor.

Az irodalmi adatokkal összhangban (*Mitra és Samata*, 1990; *Watkins és mtsai*, 1995), a súlygyarapodásban és a takarmányfogyasztásban nem az erukasav játszik elsődleges szerepet mustármag etetésekor, hanem a glükoszínolátok, amelyek jódanyagcsere zavarokat, másodlagos jódhiányt idéznek elő, annak minden káros hatásával együtt.

SUMMARY

Gundel, J. – Regiusné Möcsényi, Á.Ms. – Lugasi, A.Ms. – Hermán, I.-né Ms. – Szelényiné Galántai, M.Ms. – Ács, T.: MUSTARD SEED IN THE DIET OF GROWING-FINISHING PIGS

Two fattening experiments each with four treatment (n=12–13 individual kept pigs/treatment) were carried out with a HLW×HL crossbred pig population including both sexes. Two diets with different mustard seed (*Sinapis alba*) content (HEUT (high eruca acid, untreated): 10, 20, 30% and LET (low eruca acid created): 3, 6, 9%) were fed during the experiment. Initial weights were 44–48 kg and 29–32 kg in HEUT and in LET mustard seed ratio diet, respectively. Water supply was *ad libitum* and feeding was *semi ad libitum*.

Daily feed consumption of pigs in HEUT mustard seed ratio treatments (10, 20, 30%) decreased parallel gradually with mustard seed content. However, daily weight gain of these animals decreased by 10, 15 and 27%. These decline tendencies were between 7 and 11% in groups fed with 3, 6, 9% LET mustard seed.

Only slight differences could be detected in slaughtering parameters between groups. Lean meat ratio decreased only in a slight degree. Heart disorders archived 100% as the effect of HEUT mustard seed (20, 30%). Thyroid gland hypertrophy was already 70% beside 6% LET mustard seed feeding.

Eruca acid content of back fat increased to 10–12 times as much as in controls and three times increase was found in thigh muscle in groups receiving HEUT mustard seed. Similarly to other results (*Mitra and Samata*, 1990; *Watkins et al.*, 1995), eruca acid was not found as a substance with primary importance in impacting live weight gain and feed consumption in case of mustard seed feeding. Glucosinolates have important role in this process, because they cause disorders in iodine metabolism, second order iodine shortage with its harmful consequences.

* A kutatást az NKFP (4/005/2002) támogatta

BEVEZETÉS

A glükoszínolátok, a pajzsmirigy-anyagcserére gyakorolt negatív hatásuk miatt, nagy jelentőségűek, elsősorban az egygyomrú állatok takarmányozásában. Fenwich és Heaney (1983) mintegy száz ilyen vegyületet azonosítottak. A repcében, mustármagban, tátorjában fordulnak elő, és ezeket, az ugyancsak jelen levő miroszínáz enzim mérgező cianátokká bonthatja le, amelyek kén hatására közvetlenül nem mérgező, tiocianátokká alakulnak. Ezen alapanyagok, sertés-takarmányokba bekevert extrahált daráiban, a hőkezelés következtében, inaktiválódik az enzim, és a miroszínáz aktivitás nem mutatható ki (Schöne és mtsai, 1985, 1995), ami azonban nem jelenti azt, hogy a glükoszínolátok bomlástermékeinek ne lehetnének negatív hatásai (Wenk és Blum, 1982). Elsősorban a vinil-oxazolidin (goitrin) az, ami a pajzsmirigy-hormonok működését gátolja, de a cinkanyagcserében is zavarok jelentkezhetnek (Anke és mtsai, 1983; Lüdke és mtsai, 1985, 1988).

Az előbbieken felsorolt növények, a glükoszínolátokon kívül erukasavat is tartalmaznak, ami beépülhet a zsírszövetekbe, zavarokat okozhat a szívizom-szövet-anyagforgalmában, szívizom-elfajulást és szelénhiányt idézhet elő.

Növendék sertésekkel végzett vizsgálatainkban a nagy erukasav-tartalmú, kezeletlen, az abrakkeverékben 10, 20, 30%-ban felhasznált mustármag etetésével, elsősorban az erukasavnak a takarmányfogyasztásra és testsúly-növekedésre gyakorolt hatását, illetve az erukasavnak a zsír-, valamint az izomszövetbe való beépülését kívántuk meghatározni. A csökkentett erukasav-tartalmú (kezelt) mustármagot pedig kis hányadban (3, 6, 9%) alkalmazva az abrakkeverékben, célunk volt annak tanulmányozása, hogy gyakorlati szempontból mi az a legkedvezőbb arány, ami a sertéshizlalásban felhasználható.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A nagy erukasav-tartalmú kezeletlen (továbbiakban: NENK), és a csökkentett erukasav-tartalmú kezelt (továbbiakban: KEK) mustármagok kémiai összetételét az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A mustármag minták táplálóanyag-tartalma (%)

	2002.	2003.
	Kezeletlen, nagy(1)	Kezelt, csökkentett(2)
	erukasav-tartalom(3)	
Szárazanyag(4)	100,0	100,0
Nyersfehérje(5)	35,7	31,6
Nyerszsír(6)	28,7	27,1
Nyersrost(7)	7,3	7,5
Hamu(8)	4,2	4,1
N ment. kiv. a.(9)	28,3	29,7
Szervesanyag(10)	95,8	95,9
Erukasav g/100 g zsírsav (11)	28,0	6,4

Table 1.: Nutrient content of mustard seed samples untreated, high(1), treated reduced(2), eruca acid content(3), dry matter(4), crude protein(5), ether extract(6), crude fiber(7), ash(8), N free extract(9), organic matter(10), eruca acid in the percentage (%) of total fatty acid content(11)

A kétféle mustármag táplálóanyag-tartalmában kismértékű eltérés mutatkozik a nyersfehérje, és ezzel összefüggésben, a N ment. kiv. a. alakulásában. Az erukasav mentes fajták nemesítésével a 28%-os erukasav mennyiség 6,4%-ra csökkent.

A mustármag zsírsav-összetételének és különösen a benne levő nagymennyiségű erukasavnak, a szalonna és a combizom zsírsav-összetételére gyakorolt hatásának ellenőrzéséhez, az etetett takarmánykomponensek (árpa, kukorica, extr. szója, full-fat szója és mustármag) zsírsavösszetétele is meghatározásra került (2. táblázat).

2. táblázat

A takarmányminták zsírsav-összetétele (g/100 g zsírsav)

	Árpa (1)	Kukorica (2)	Extr. szója (3)	Full-fat szója(4)	Mustármag NENK(5)	Mustármag KEK(6)
C14:0 (Mirisztinsav)	0,25	0,04	0,12	0,08		
C15:0 (Pentadekánsav)	0,08	0,01	0,05	0,02		
C16:0 (Palmitinsav)	16,71	10,08	14,40	10,00	3,60	4,3
C17:0 (Heptadekánsav)	0,08	0,07	0,11	0,09		
C18:0 (Sztearinsav)	1,34	1,58	3,16	3,56	1,10	1,6
C20:0 (Arachidsav)	0,26	0,37	0,27	0,30		
C22:0 (Behénsav)	0,26	0,13	0,38	0,27		
C24:0 (Lignocerinsav)	0,19	0,17	0,21	0,10		
SFA összesen	19,17	12,45	18,70	14,42	4,70	5,9
C16:1 (Palmitoleinsav)	0,12	0,11	0,11	0,09	0,30	
C18:1 (Olajsav)	15,27	24,64	12,76	17,08	30,30	55,9
C20:1 (Eikozénsav)	0,78	0,24	0,11	0,15		
C22:1 (Erukasav)	0,15	0,01	0,00	0,00	28,00	6,4
C24:1 (Nervonsav)	0,08	0,00	0,00	0,00		
C20:1 (Gadolénsav)					9,60	4,9
MUFA összesen	16,40	25,00	12,98	17,32	68,20	67,2
C18:2n6c (Linolsav)	59,04	60,85	60,31	58,79	12,70	14,2
C18:3n3 (Linolénsav)	5,09	1,57	7,89	9,42	9,90	9,4
C20:2 (Eikozadiénsav)	0,09	0,03	0,05	0,04		
C22:6 (Dokozahexaénsav)	0,22	0,09	0,07	0,02		
PUFA összesen	64,44	62,54	68,32	68,27	22,60	23,6
Egyéb(6)					4,50	2,8

Table 2.: Fatty acid composition of feed samples (g/100 g fatty acid)
barley(1), maize(2), extr. soybean(3), full-fat soybean(4), mustard seed(5)

Két hizlalási kísérlet beállítására került sor, mindkettőben 4 kísérleti kezeléssel, egyedileg elhelyezett, MNF×ML keresztezett vegyes ivarú növendék sertésekkel. A kezdő létszám 12, illetve 13 hízó volt kezelésenként, a beállítási testsúly a NENK mustármag-tartalmú abrakkeveréket fogyasztó első kísérletben 44–48 kg, a befejező 94–102 kg közötti volt, míg a KEK mustármag hányadú második kísérletben a kezdő súly 29–32 kg között alakult és befejezéskor 92–98 kg-osak voltak az állatok. Az első kísérletben, a kontroll csoport mellett, 10–20–30% nagy erukasav-tartalmú, kezeletlen mustármag-tartalmú abrakkeverékeket fogyasztottak az állatok, míg a második kísérletben, a csökkentett erukasav-tartalmú, inaktivált mustármagból 3–6–9% volt az abrakkeverékben. Mindkét kezelésben önitató volt a kutricában, *semi ad libitum* vályús etetéssel a NENK mustármag hányadú kísérletben, és önetetőből, *ad libitum* takarmányozással a KEK hányadú mustármagos kísérletben. Mindkét kísérletben egyfázisú

takarmányozás volt. Az elsőben három szakaszban, a másodikban két szakaszban értékeltük a hizlalási eredményeket.

A kísérletek befejezésekor az állatokat az ÁTK vágóhidján levágtuk és a minősítés után a belső szerveket (szív, máj, pajzsmirigy, tüdő) állatorvossal megvizsgáltattuk. Az izomszövetek zsírsav-összetételének meghatározásához a combizomból vettünk mintát.

A kísérletben etetett abrakkeverékek táplálóanyag-tartalmát a Takarmány Torvény által előírt MSz-ISO szabványok alapján határoztuk meg. A fehérje aminosav-összetételét sósavas hidrolízis után, ioncserélő oszlopkromatográfiával, LC3000 aminosav-analizátorral (MSz-ISO Tak. Kódex szerint), a nyerszsír zsírsav-összetételét gázkromatográfiás vizsgálattal (MSz-ISO 5508 szerint), Hewlett Packard 5840A készülékkel.

EREDMÉNYEK

Takarmányozás

A NENK mustármagtartalmú (10–20–30%) kísérletsorozat abrakkeverékeinek összetételét és táplálóanyag-tartalmát a 3. táblázat tartalmazza.

A kontroll kezelésben extr. szója és full-fat szója szerepelt fő fehérjeforrásként, míg a kísérleti kezelésekben, 10, 20, 30% mustármag mellett, fokozatosan csökkenő arányban, 15, 10, ill. 5% extrahált szóját adagoltunk. Az etetett mustármag kezeletlen, nagy erukasav-tartalmú fehér mustármag (*Sinapis alba*) volt. A négy abrakkeverék nyersfehérje-tartalma alig tért el (15,7; 16,2; 15,9 és 15,7%), míg a nyerszsírtartalom a kontroll keverékben 5,6%, a többi kezelésében, a mustármag arányától függően, 4,8; 7,2 és 9,6% volt.

A **nyersrosttartalom**ban alig volt különbség az egyes kezelések között (3,9 és 5,1%). A sertések megfelelő aminosav-ellátásának biztosítása érdekében mind a négy csoportban, 0,2% L-lysin-HCl és 0,1% DL-metionin kiegészítést nyújtottunk.

A csökkentett erukasav-tartalmú kezelt mustármaggal (3–6–9%) készült abrakkeverékek összetételét és táplálóanyag-tartalmát a 2. táblázat szemlélteti.

Az abrakkeverékek nyersfehérje-tartalmát, az extr. szójadaraarányának változtatásával, megközelítően azonosra állítottuk be, a nyerszsírtartalom a kontroll csoport keverékében levő nagy mennyiségű full-fat szója (19%) következtében meghaladta (5,3%) a három kísérleti kezelésben mért értéket (3,01; 3,89; 4,72%). Kristályos lizin- és metionin-kiegészítéssel, kiegyenlített volt az aminosav-ellátás, és az a szükségletet mindegyik kezelésben fedezte. A nyersrosttartalom a növekvő kukoricahányaddal párhuzamosan csökkent a 6, ill. 9% (KEK) mustármagot tartalmazó keverékekben.

A mustármag zsírsav-összetétele nagymértékben eltér a többi takarmánykomponens zsírsav-összetételétől, ahogyan az a 4. táblázat adataiból kitűnik. Hasonló nyerszsír, de különböző zsírsav-tartalma miatt, a full-fat szóját helyettesítettük mustármaggal, ezért nagy a zsírsav-összetétel különbsége a kísérleti tápokban.

3. táblázat

Az abrakkeverékek összetétele és táplálóanyag-tartalma (%) (1. kísérlet)

	Kezelések(1)			
	1. Kontroll(2)	2.	3.	4.
		10%	20%	30%
		mustármag(3)		
Abrakkeverék-összetétele(4)				
Kukorica(5)	32,00	32,00	32,00	32,00
Árpa(6)	40,00	40,00	35,00	30,00
Extr. szója (46%)(7)	5,00	15,00	10,00	5,00
Full-fat szója(8)	20,00	—	—	—
Mustármag*(3)	—	10,00	20,00	30,00
Tak. mész(9)	1,10	1,10	1,10	1,10
MCP	0,70	0,70	0,70	0,70
NaCl	0,40	0,40	0,40	0,40
L-lysin-HCl	0,20	0,20	0,20	0,20
DL-metionin	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix. hízó(10)	0,50	0,50	0,50	0,50
Táplálóanyag-tartalom(11)				
Szárazanyag(12)	88,00	88,00	88,00	88,00
Nyersfehérje(13)	15,66	16,16	15,86	15,66
Nyerszsír(14)	5,60	4,80	7,21	9,62
Nyersrost(15)	3,91	4,33	4,69	5,04
DEs, MJ/kg	14,37	12,39	10,93	9,46
MEs, MJ/kg	13,82	11,96	10,59	9,22
Lizin	0,97	0,96	0,95	0,93
Metionin	0,36	0,37	0,38	0,38
Met+Cys	0,66	0,70	0,74	0,78
Treonin	0,61	0,63	0,64	0,65
Triptofán	0,19	0,19	0,18	0,17
Ca	0,61	0,62	0,64	0,67
P	0,54	0,55	0,56	0,58
Na	0,15	0,15	0,15	0,15
A-vitamin, NE/kg	10800	10800	10800	10800
D ₃ -vitamin, NE/kg	2000	2000	2000	2000
E-vitamin, NE/kg	21	21	21	21

* nagy erukasav-tartalmu, nem kezelt (NENK)(16); **Premix összetétel: szárazanyag 95%, Ca 0,79%; P 0,41%; Na 0,02%; Fe 24000 mg/kg; Mn 18000 mg/kg; Cu 3000 mg/kg; Zn 30000 mg/kg; Se 90 mg/kg; Co 103,2 mg/kg; J 120 mg/kg; A-vitamin 2161960 NE/kg; D₃-vitamin 40000 NE/kg; E-vitamin 4263,6 NE/kg; K₃-vitamin 102 mg/kg; B₁-vitamin 712 mg/kg; B₂-vitamin 269 mg/kg; B₆-vitamin 168 mg/kg; B₁₂-vitamin 1,9 mg/kg; pantoténsav 794 mg/kg; folsav 46 mg/kg; biotin 4,8 mg/kg; niacin 4400 mg/kg; kolinkorid 72100 mg/kg; C-vitamin 1142 mg/kg

Table 3: Composition and nutrient content of compound feeds (%), (1st experiment)
treatments(1) control(2), mustard seed(3), composition of feed mixture(4), maize(5), barley(6), extr. soybean 46%(7), full-fat soybean(8), lime(9), premix: fattening(10), nutrient content(11), dry matter(12), crude protein(13), ether extracted(14), crude fiber(15), high eruca acid, untreated (HEUT)(16)

A full-fat szója összes telített zsírsav-tartalma 14,42 g/100 g zsírsav, ugyanakkor a NENK mustármagban csak 4,7 g, míg a KEK mustármagban 5,9 g. A MUFA, a full-fat szójában 17,32 g, a NENK, ill. KEK mustármagban ennek négyszerese 68,2 g és 67,2 g. Fordított a helyzet a PUFA értékében, ami a full-fat szójában 68,27 g és a NENK és KEK mustármagban csak 22,60, ill. 23,6 g volt, ez utóbbi 12,70 és 14,2 g-os linolsav-tartalma miatt.

4. táblázat

Az abrakkeverékek összetétele és táplálóanyag-tartalma (%) (2. kísérlet)

	Kezelések(1)			
	1. Kontroll(2)	2.	3.	4.
		3%	6%	9%
Abrakkeverékek összetétele(4)	mustármag(3)			
Kukorica(5)	28,00	31,95	51,95	65,97
Árpa(6)	39,00	40,00	17,00	—
Extr. szója, 46%(7)	11,00	22,00	22,00	22,00
Full-fat szója(8)	19,00	—	—	—
Mustármag*(3)	—	3,00	6,00	9,00
Tak.mész(9)	1,10	1,10	1,10	1,10
MCP	0,70	0,70	0,70	0,70
NaCl	0,40	0,40	0,40	0,40
L-Lysin-HCl	0,20	0,25	0,25	0,23
DL-metionin	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix, hízó(10)	0,50	0,50	0,50	0,50
Táplálóanyag-tartalom(11)				
Szárazanyag(12)	88,00	88,00	88,00	88,00
Nyersfehérje(13)	18,27	18,22	18,19	18,34
Nyerszsír(14)	5,30	3,01	3,89	4,72
Nyersrost(15)	4,23	4,20	3,89	3,69
DEs, MJ/kg	14,42	14,09	14,47	14,80
MEs, MJ/kg	13,81	13,51	13,87	14,18
Lizin	1,12	1,12	1,14	1,15
Metionin	0,40	0,39	0,40	0,41
Met+Cys	0,74	0,73	0,72	0,71
Treonin	0,70	0,70	0,71	0,74
Triptofán	0,23	0,21	0,20	0,19
Ca	0,62	0,61	0,61	0,61
P	0,56	0,55	0,55	0,56
Na	0,16	0,16	0,16	0,16
A-vitamin, NE/kg	10800	10800	10800	10800
D ₃ vitamin, NE/kg	2000	2000	2000	2000
E-vitamin, NE/kg	21,4	21,4	21,4	21,4

* kis erukasav-tartalmú, kezelt (KEK)(16)

Table 4.: Composition and nutrient content of compound feeds (%) (2nd experiment) as in Table 1 (1–15), low eruca acid, treated (LET)(16)

Az 5. táblázatban ismertetjük a nagy erukasav-tartalmú mustármagot tartalmazó abrakkeverékek zsírsav-összetételét. Az összes telített zsírsav-tartalom a kontroll kezelésben a legnagyobb (0,86%), ami a mustármag bekeverésével 0,47%–0,67% közöttire változott. A MUFA-tartalomban jelentős különbségeket állapítottunk meg, míg a kontroliban csak 1,09%-ot mértünk, addig a mustármag nagy erukasav koncentrációja miatt, ez az érték 2,5%-ról 4,46, ill. 6,47%-ra nőtt a 4. kezelésben. A PUFA mennyisége 3,9% volt a kontroliban, ami a full-fat szója elhagyásával 2,01%-ra csökkent a 2. kezelésben, majd fokozatosan növekedett 2,55, ill. 3,08%-ra, de a mustármag kis linolsav-tartalma miatt nem érte el a kontroliban lévő értéket.

5. táblázat

Az abrakkeverékek zsírsav-összetétele (1. kísérlet) (g/100 g nyerszsír)

Zsírsav-összetétel, % (az össz zsírtartalom %-ában) (2)	Kezelések(1)			
	1. Kontroll(3)	2.	3.	4.
		10%	20%	30%
		mustármag(4)		
C14:0 (Mirisztinsav)	0,005	0,003	0,002	0,002
C15:0 (Pentadekánsav)	0,001	0,001	0,001	0,001
C16:0 (Palmitinsav)	0,64	0,389	0,46	0,53
C17:0 (Heptadekánsav)	0,005	0,002	0,002	0,001
C18:0 (Sztearinsav)	0,17	0,007	0,09	0,12
C20:0 (Arachidsav)	0,02	0,007	0,007	0,006
C22:0 (Behénsav)	0,01	0,004	0,004	0,003
C24:0 (Lignocerinsav)	0,007	0,004	0,004	0,003
SFA összesen(5)	0,86	0,47	0,57	0,67
C16:1 (Palmitoleinsav)	0,006	0,10	0,19	0,283
C18:1 (Olajsav)	1,07	1,29	2,13	2,969
C20:1 (Eikozénsav)	0,015	0,282	0,553	0,825
C22:1 (Erukasav)	0,001	0,80	1,59	2,39
C24:1 (Nervonsav)	0,001	0,001	0,001	0,000
MUFA összesen(6)	1,09	2,47	4,46	6,47
C18:2n6c (Linolsav)	3,47	1,66	1,92	2,18
C18:3n3 (Linolénsav)	0,42	0,35	0,63	0,90
C20:2 (Eikozadiénsav)	0,002	0,001	0,001	0,001
C22:6 (Dokozahexaénsav)	0,004	0,003	0,003	0,002
PUFA összesen(7)	3,90	2,01	2,55	3,08
Nyerszsírtartalom, %(8)	5,85	4,95	7,58	10,22

Table 5.: Fatty acid composition of compound feeds treatments(1), fatty acid composition, % (% of total fat content)(2), control(3), mustard seed(4), total SFA(5), total MUFA(6), total PUFA(7), ether extract content, %(8)

Hizlalási kísérletek

1. kísérlet: Az első hizlalási kísérletsorozat, amelyben nagy erukasav-tartalmú mustármagot tartalmaztak az abrakkeverékek (kontroll 10–20–30% mustármag), (6. táblázat) értékelését három szakaszra bontva végeztük.

Ahogy a táblázatos adatok szemléltetik, a kísérletbe állított sertések induló átlagsúlya 44,1–47,8 kg között volt. Ez 30 nap elteltével 67,1–69,4 kg-ra növekedett. Az átlagos napi súlygyarapodás legjobb a kontroll kezelésben (788 g) volt, ami fokozatosan mérséklődött — a mustármag arányának növekedésével — 765, 757, ill. 656 g-ra. Az átlagos napi takarmány-felvételben jelentős különbségek nem voltak (1,80–1,91 kg). Az átlagos takarmányértékesülés a kontrollban 2,30 kg/kg volt, ami fokozatosan több lett, így a 4. kezelésben már 2,74 kg/kg-ot mértünk.

A hizlalás második szakaszában — 32 nap elteltével — az állatok átlagsúlyában jelentős különbségek alakultak, így a kontrollban 93,4 kg-ot és a 4. kezelésben 85,1 kg-ot mértünk. Ennek megfelelően kisebb a napi súlygyarapodás, a kontrollban 748 g, míg a mustármag szintek növekedésével 670, 618 és 549 g-ra csökkent. A napi átlagos takarmányfelvétel 2,33 kg-ról 2,37; 2,15, ill. 2,10 kg-ra csökkent. A takarmányértékesülés 3,11 kg/kg-ról 3,54; 3,48, ill. 3,83 kg/kg-ra változott.

6. táblázat

A hizlalási kísérlet szakaszonkénti termelési eredményei (1. kísérlet)

n	Kezelések(1)			
	1 Kontroll(2)	2.	3.	4
		10%	20%	30%
		mustármag(3)		
	12	12	11	7
I. szakasz(4)				
Induló súly, kg(5)	45,8±4,80	44,1±6,97	45,2±4,38	47,8±2,00
Záró súly, kg(6)	69,4±7,67	67,1±8,24	67,9±4,41	67,5±3,70
Tak. napok száma(7)	30	30	30	30
Átl. napi súlygyarapodás, g(8)	788±132	765±111	757±65	656±86
Átl. napi tak.felv., kg(9)	1,81±0,12	1,87±0,13	1,91±0,10	1,80±0,19
Tak. ért., kg/kg(10)	2,30±0,38	2,44±0,42	2,52±0,15	2,74±0,20
II. szakasz(4)				
Záró súly, kg(6)	93,4±6,08	88,5±9,60	87,6±4,83	85,1±6,30
Tak. napok száma(7)	32	32	32	32
Átl. napi súlygyarapodás, g(8)	748±129	670±156	618±183	549±150
Átl. napi tak.felv., kg(9)	2,33±0,27	2,37±0,34	2,15±0,29	2,10±0,30
Tak. ért., kg/kg(10)	3,11±0,80	3,54±1,10	3,48±1,23	3,83±0,88
III. szakasz(4)				
Vágósúly, kg(11)	102,5±4,80	98,5±5,12	97,0±3,81	94,4±2,68
Tak. napok száma(7)	14±4,95	19±12	20±8	24±11
Átl. napi súlygyarapodás, g(8)	651±124	525±170	468±131	389±145
Átl. napi tak.felv., kg(9)	3,00±0,44	2,47±0,32	2,56±0,30	2,29±0,25
Tak. ért., kg/kg(10)	4,61±0,84	4,70±1,46	5,47±2,15	5,89±1,67

Table 6.: Production results of the fattening experiment per phases (1st exp.)
 treatments(1), control(2), mustard seed(3), phase I., II., III.(4), initial weight, kg(5), final weight, kg(6), number of feeding days(7), average daily gain, g(8), average daily feed intake, kg(9), feed conversion, kg/kg(10), slaughter weight, kg(11)

A hizlalás III. szakaszában, a takarmányozási napok száma különböző volt a kezeléseken. A kontrollban 14 nap alatt érték el a sertések 102,5 kg-ot, napi 651 g súlygyarapodással. A 10% mustármagot fogyasztó állatoknak 19 nap kellett a 98,5 kg eléréséhez 525 g napi súlygyarapodással. A 20% mustármagot tartalmazó tápot 20 napig fogyasztották és érték el a 97 kg vágósúlyt napi 468 g súlygyarapodás mellett. A 30% mustármagos abrakkeveréssel 24 nap volt szükséges a 94,4 kg eléréséig és ebben az esetben a napi súlygyarapodás 389 g volt. A napi takarmányfelvételben is jelentősen megnőtt a különbség 3,0 kg-ról 2,47; 2,56, ill. 2,29 kg-ra mérséklődött. A takarmányértékesülés 4,61 kg/kg-ról 4,70; 5,47, ill. 5,89 kg/kg-ra növekedett.

A 7. táblázatban a három szakaszra bontott hizlalási időszak összesített, átlagos teljesítményét foglaltuk össze. A takarmányozási napok száma a kontroll kezelésben 76, ami fokozatosan növekszik 81, 82, ill. 86 napra. Az átlagos napi súlygyarapodás 746 g a kontrollban és a mustármag arányának növekedésével 671, 632, ill. 542 g-ra csökken. A takarmányértékesülés, az előző sorrendben, 3,02 kg/kg-ról 3,30; 3,42 és 3,80 kg/kg-ra változik.

7. táblázat

A teljes hizlalási kísérlet termelési eredményei (1. kísérlet)

	Kezelések(1)			
	1.	2.	3.	4.
	Kontroll(2)	10%	20%	30%
	mustármag(3)			
Indulósúly, kg(4)	45,8±4,80	44,1±6,97	45,2±4,38	47,8±2,00
Vágósúly(5)	102,5±4,80	98,5±5,12	97,0±3,81	95,2±2,68
Átl. napi súlygyarapodás, g(6)	746±85,50	671±98	632±65	542±75
Átl. napi tak.felv., kg(7)	2,25±0,14	2,21±0,17	2,16±0,13	2,05±0,16
Tak. ért., kg/kg(8)	3,02±0,37	3,30±0,47	3,42±0,42	3,80±0,58

Table 7: Production results of the fattening experiment (1st exp.)
treatments(1), control(2), mustard seed(3), initial weight(4), slaughter weight(5), average daily gain, g(6), average daily feed intake, kg(7), feed conversion, kg/kg(8)

2. kísérlet: A csökkentett erukasav-tartalmú mustármaggal (3–6–9%) készült abrakkeverékeket vizsgáltuk ebben a kísérletsorozatban. A kontroll és a három kísérleti abrakkeverék összetételét és táplálóanyag-tartalmát (2. táblázat), valamint a bekevert mustármag táplálóanyag- és erukasav-tartalmát (3. táblázat) már korábban bemutattuk, így a 8. táblázatban csak a hizlalási eredményeket foglaltuk össze. Az állatok létszáma kezelésenként 13, ill. 12 volt, a süldők kezdő átlagsúlya 28,7–32,2 kg között változott. A hizlás azonos összetételű abrakkeverékekkel történt a beállítástól a vágásig, de az állatok teljesítményét két szakaszban értékeltük.

8. táblázat

A hizlalási kísérlet szakaszonkénti termelési eredményei (2. kísérlet)

	Kezelések(1)			
	1.	2.	3.	4.
	Kontroll(2)	3%	6%	9%
	mustármag(3)			
n	13	13	13	12
I. szakasz(4)				
Induló súly, kg(5)	30,4±4,3	28,7±3,3	29,1±4,3	32,2±6,0
Zárósúl, kg(6)	70,1±8,2	64,2±7,3	66,5±7,6	65,1±8,5
Súlygyarapodás, kg(7)	39,7±6,7	35,5±5,4	37,4±5,1	32,9±6,6
Átl. napi súlygyarapodás, g(8)	673±113	602±91	633±87	557±112
Átl. napi takarmányfelvétel, kg(9)	2,2±0,1	2,2±0,1	2,2±0,1	2,0±0,1
Tak. ért. kg/kg(10)	3,3±0,5	3,6±0,7	3,4±0,6	3,6±0,7
II. szakasz(4)				
Vágósúly, kg(11)	98,0±8,2	92,4±7,0	93,1±7,7	91,9±7,4
Súlygyarapodás, kg(7)	27,9±3,3	28,2±3,5	26,6±3,9	26,8±3,9
Átl. napi súlygyarapodás, g(8)	570±68	576±71	543±80	548±80
Átl. napi takarmányfelvétel, kg(9)	2,2±0,1	2,2±0,1	2,2±0,1	2,2±0,1
Tak. ért., kg/kg(10)	3,9±0,5	3,8±0,5	3,8±0,7	4,0±0,6

Table 8: Production results of the fattening experiment per phases (2nd exp.)
treatments(1), control(2), mustard seed(3), phase I., II.(4), initial weight, kg(5), final weight, kg(6), weight increase, kg(7), av. daily gain, g(8), av. daily feed intake, kg(9), feed conversion kg/kg(10), slaughter weight, kg(11)

Az I. szakaszban a napi súlygyarapodás legjobb (673 g) a kontroll kezelésben volt, majd csökkent a 3. kezelésben 633 g-ra, 2. kezelésben 602 g-ra, és a 4. kezelésben 557 g-ra. Hasonló tendencia volt a takarmányértékesítésben is, legkedvezőbb (3,3 kg/kg) a kontroll, ennél valamivel gyengébb (3,4 kg/kg) a 3. és azonos (3,6 kg/kg) a 2. és 4. kezeléseknél.

A II. szakaszban a napi súlygyarapodás megközelítőleg azonos (570–576 g) az 1. és a 2., valamint (543–548 g) a 3. és a 4. kezelésben. A takarmányértékesítésben a 2. és 3. kezelésben 3,8 kg/kg-ot állapítottunk meg, ettől csak kis mértékben tért el az 1. (3,9 kg/kg) kezelés, valamint a legkedvezőtlenebb (4,0 kg/kg), a 4. kezelésben kapott érték.

A 9. táblázatban foglaltuk össze a teljes hizlalási időszakra vonatkozó teljesítményi adatokat. A fő termelési mutatók közül kiemeljük, hogy a sertések legjobb napi súlygyarapodása (626 g) a kontroll kezelésben volt, megközelítőleg azonos (590, ill. 593 g) a 2. és a 3., ill. leggyengébb (553 g) a 4. kezelésben. A takarmányértékesülés az 1. kontroll kezelésben a legkedvezőbb (3,5 kg/kg) és ennél fokozatosan gyengébb a 3., 2. és 4. kezeléseknél (3,6; 3,7, ill. 3,8 kg/kg). A napi súlygyarapodás a kísérleti 2. és 3. kezelésben 5%-kal, ill. a 4. kezelésben 12%-kal marad el a kontrollban kapott eredménytől. A takarmányértékesülés eltérése a kontrolltól 2, 3, ill. 8%. Az állatok teljesítményére vonatkozóan az említett két jellemző nagyon fontos, és bár minden esetben a kontroll dietával kaptuk a legjobb eredményt, de az eltérések, a jelentős szórásérték miatt, nem voltak szignifikánsak.

9. táblázat

A teljes hizlalási kísérlet termelési eredményei (2. kísérlet)

	Kezelések(1)			
	1.	2.	3.	4.
	Kontroll(2)	3%	6%	9%
	mustármag(3)			
Induló súly, kg(4)	30,4±4,3	28,7±3,3	29,1±4,3	32,2±6,0
Vágó súly, kg(5)	98,0±8,2	92,4±7,0	93,1±7,7	91,9±7,4
Átl. napi súlygyarapodás, g(6)	626±69	590±51	593±59	553±70
Átl. napi takarmányfelvétel, kg(7)	2,2±0,1	2,2±0,0	2,1±0,1	2,1±0,1
Tak. ért., kg/kg(8)	3,5±0,3	3,7±0,3	3,6±0,4	3,8±0,5

Table 9.: Production results of the fattening experiment (2nd exp.)
 treatments(1), control(2), mustard seed(3), initial weight kg(4), slaughter weight, kg(5), av. daily gain, g(6), av. daily feed intake, kg(7), feed conversion, kg/kg(8)

Vágási eredmények

Mindkét kísérletsorozat végén az állatok, az ÁTK Modell Telep vágóhídján kerültek levágásra és minősítésre. A 10. táblázat a nagy mustármagtartalmú és nagy erukasav-hányadú abrakkeverékekkel hizlalt kísérleti állatok vágóhídi értékelését szemlélteti.

Az állatok vágási súlya a kontroll csoportban 102,5 kg volt és ez a mustármaghányaddal párhuzamosan 98,5; 97,0 és 95,2 kg-ra csökkent.

A színhús aránya, bár a kontroll kezelés állataiban a legjobb (53,4%), és a mustármag felhasználásának változásával fokozatosan csökken, de ez a csökkenés — 52,0; 51,4 és 50,7 — az egyéb teljesítmény adatokban megállapított

takhoz képest nem túl jelentős. A színhúsban nyert értékek változását alátámasztják a hát- és ágyékszalonna méretek is.

10. táblázat

A vágóhídi minősítés adatai (1. kísérlet)

	Kezelések(1)			
	1.	2.	3.	4.
	Kontroll(2)	10%	20%	30%
	mustármag(3)			
Vágósúly, kg(4)	102,5±6,31	98,5±5,12	97,0±3,81	95,2±2,12
Hasított meleg súly, kg(5)	82,1±5,05	78,8±4,10	77,6±3,55	76,1±1,70
Salonna: hát, mm(6)	20,1±4,55	22,9±4,23	22,7±6,89	22,5±5,13
ágyék, mm(7)	20,0±4,69	22,3±9,85	19,7±5,89	20,5±4,42
Színhús %(8)	53,4±4,02	52,0±2,88	51,4±4,87	50,7±3,51

Table 10.: Evaluation at slaughter (1st exp.)
treatments(1), control(2), mustard seed(3), slaughter weight(4), carcass weight(5), back fat(6), loin(7), lean meat(8)

A 2. hizlálási kísérlet csökkentett erukasav-tartalom (3, 6, 9%) mustármagot tartalmazó abrakkeverékeket fogyasztó állatainak vágóhídi minősítése a 11. táblázatban szerepel.

11. táblázat

A vágóhídi minősítés adatai (2. kísérlet)

	Kezelések(1)			
	1.	2.	3.	4.
	Kontroll(2)	3%	6%	9%
	mustármag(3)			
Vágósúly, kg(4)	107,9±3,4	106,2±1,68	107,0±3,24	106,7±3,95
Hasított meleg súly, kg(5)	85,7±3,6	85,7±2,65	85,1±2,69	83,9±3,36
Salonna: hát, mm(6)	24,1±3,5	28,6±5,40	23,1±4,77	20,9±6,01
ágyék, mm(7)	19,1±3,4	18,7±4,20	19,7±5,36	18,4±5,59
Színhús %(8)	52,7±4,4	53,5±4,38	50,6±3,95	52,7±3,99

Table 11.: Evaluation at slaughter (2nd exp.)
as in Table 10.(1–8)

Sem a vágási élősúlyban, sem a hasított melegsúlyban nem volt jelentős eltérés az egyes kezelések között. A hátszalonna-vastagság a legnagyobb a 2. és a legkevesebb a 4. kezelésben volt, ugyanakkor az ágyékszalonna-vastagságban alig volt különbség. A színhús százalékos aránya a 2. kezelésben a legtöbb (53,5%), a kontroll és a 4. kezelésben (52,7%) azonos és legkevesebb (50,6%) a 3. kezelésben.

Az 1. kísérletsorozatban a nagy erukasav-tartalom okozta patológiás elváltozásokat a szívben, a májban és a tüdőben, az állatorvosi vélemény szerint regisztrálva a 12. táblázat tartalmazza.

A 13. táblázat a csökkentett erukasav-tartalmú (3, 6, 9%) mustármaggal hizlalt állatok szerveinek állatorvosi vélemény alapján minősített besorolását szemlélteti.

12. táblázat

Rendellenességek a levágott állatok különböző szerveiben (1. kezelés)

	Kezelések(1)			
	1. Kontroll(2)	2	3	4.
		10%	20%	30%
n	mustármag(3)			
Szív(4)	9	9	9	7
egészséges(5)	8	3	—	—
rendellenesség(6)	3	8	9	7
Máj(7)	9	9	6	4
egészséges(5)	—	3	3	3
elfajulás(8)	—	—	—	—
Tüdő(9)	9	8	8	3
egészséges(5)	—	4	1	4
rendellenesség(6)	—	—	—	—

Table 12.: Disorders in the organs of pigs (1st exp)
 treatments (1) control(2), mustard seed(3), heart(4), normal, healthy(5), disorder(6), liver(7), degeneration(8), lungs(9)

13. táblázat

Rendellenességek a levágott állatok különböző szerveiben (2. kezelés)

	Kezelések(1)			
	1. Kontroll(2)	2.	3.	4.
		3%	6%	9%
n	mustármag(3)			
Szív(4)	11	11	13	9
egészséges(5)	8	8	3	3
rendellenesség(6)	5	3	10	8
Máj(7)	9	11	11	8
egészséges(5)	2	—	2	1
elfajulás(8)	—	—	—	—
Tüdő(9)	9	9	9	7
egészséges(5)	2	2	4	2
rendellenesség(6)	—	—	—	—
Pajzsmirigy(10)	9	7	3	5
egészséges(5)	2	4	10	5
nagyobbodott(11)	—	—	—	—

Table 13.: Disorders in the organs of pigs (2nd exp.)
 as in Table 12. (1–9), thyroid gland(10), increased(11)

Az állatorvosi vizsgálat mindkét kísérletsorozatban a mustármagot fogyasztó állatokban több szivrendellenességet mutatott ki, mint a kontroll sertésekben.

A 10–20–30%-ban nagy erukasav-tartalmú mustármag-kiegészítésű abrakkeverékeket fogyasztó sertések között a kontroll csoportban is volt olyan egyed, amelyben szivrendellenesség volt, a kísérleti csoportokban azonban a rendellenesség 67, illetve 100%-ra növekedett a mustármag hatására.

A májelfajulás és tüdő-rendellenesség kismértékű volt. A kisebb mustármaghányadú és csökkentett erukasav-tartalmú abrakkeveréket fogyasztó álla-

tokban nagymértékű (77%-os) szívrendellenességet a 6% mustármagot fogyasztó csoport állataiban állapítottunk meg, a 9%-os kezelésben ennek aránya valamivel kisebb volt (67%-os). A májak és a tüdők is nagyrészt egészségesek voltak, a megnagyobbodott pajzsmirigyek aránya ugyancsak a 6% mustármagot fogyasztó csoportban volt a legnagyobb (77%-os) míg a 9% mustármag-tartalmú keveréket fogyasztó állatoknál ez az arány 56%-ot ért el.

Az első kísérletsorozatban levágott sertések szalonna és combizom mintáinak zsírsav-összetétele is meghatározásra került. A szalonnaminták adatait a 14. táblázat, a combmintákat a 15. táblázat tartalmazza.

14. táblázat

A szalonna zsírsav-összetétele (g/100 g zsírsav) (1. kísérlet)

Zsírsavak(4)	Kezelések(1)			
	1. Kontroll(2)	2.	3.	4.
		10%	20%	30%
		mustármag(3)		
C14:0 (Mirisztinsav)	1,2±0,1	1,2±0,1	1,2±0,2	1,2±0,2
C15:0 (Pentadekánsav)	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
C16:0 (Palmitinsav)	21,5±0,7	22,6±1,5	18,1±1,8	17,2±2,0
C17:0 (Heptadekánsav)	0,4±0,1	0,3±0,0	0,4±0,1	0,3±0,1
C18:0 (Sztearinsav)	11,3±1,0	12,3±0,2	7,5±0,6	7,3±1,2
SFA összesen(5)	34,4±1,3	36,4±1,8	27,2±1,9	26,0±3,1
C16:1 (Palmitoleinsav)	2,3±0,3	2,7±0,4	2,7±0,5	2,5±0,2
C18:1 (Olajsav)	36,1±1,1	40,9±1,9	40,0±1,1	40,3±0,8
C20:1 (Eikozénsav)	1,3±0,2	3,1±0,3	5,8±0,3	6,1±0,8
C22:1 (Erukasav)	0,3±0,1	1,5±0,4	3,2±0,6	3,6±0,8
MUFA összesen(6)	39,9±0,4	48,2±1,4	51,7±1,1	52,5±1,5
C18:2n6c (Linolsav)	21,1±1,3	11,4±1,1	14,5±1,3	14,3±1,2
C18:3n3 (Linolénsav)	2,3±0,3	2,2±0,2	4,1±0,2	4,7±0,6
C18:4n3 (6, 9, 12, 15 Oktadekatetraénsav)	0,8±0,1	0,6±0,1	0,7±0,1	0,7±0,1
C20:4n6 (Arachidonsav)	0,5±0,1	0,4±0,0	0,6±0,1	0,6±0,1
PUFA összesen(7)	24,7±1,7	14,6±1,2	19,9±1,4	20,3±1,6
Eqváb(8)	1,0±0,1	0,9±0,1	1,1±0,1	1,1±0,1

Table 14.: Fatty acid composition of back fat (1st exp.)
treatments(1), control(2), mustard seed(3), fatty acids(4), total SFA(5), total MUFA(6), total PUFA(7), other(8)

Az 1 kísérletben a sertések szalonnájának zsírsavtartalma — a telített (SFA) az egyszerűen (MUFA) és többszörösen (PUFA) telítetlen zsírsavak — részben a mustármag hányad függvényében — eltérően alakult. A telített zsírsavakból a palmitin- és sztearinsav mennyisége csökkent a mustármag hatására, az egyszerűen telítetlen zsírsavgarnitúrában az olajsav, az eikozénsav és legnagyobb mértékben az erukasav-tartalom növekedett, az utóbbi a kontroll csoportban 0,3%, ami 1,5%, 3,2%, illetve 3,6%-ra növekedett a 10, 20, 30% mustármag hatására. A többszörösen telítetlen zsírsavakból a linolsav 21,1%-ról 14,3%-ra csökkent, a linolénsav 2,3%-ról 4,7%-ra növekedett.

15. táblázat

A combminták zsírsav-tartalma (g/100 g zsírsav) (2. kísérlet)

Zsírsavak(4)	Kezelések(1)			
	1 Kontroll(2)	2.	3.	4
		10%	20%	30%
		mustármag(3)		
C14:0 (Mirisztinsav)	1,06±0,09	1,06±0,09	0,92±0,13	0,94±0,17
C16:0 (Palmitinsav)	20,64±0,43 ^a	21,22±0,72 ^{bc}	19,06±1,07 ^b	18,36±0,85 ^{ai}
C17:0 (Heptadekánsav)	0,28±0,04	0,28±0,04	0,30±0,12	0,24±0,11
C18:0 (Sztearinsav)	9,58±0,86	10,86±0,72	10,02±0,75	9,10±0,58
SFA összes(5)	31,56±1,23	33,42±1,33	30,30±0,94	28,64±0,96
C16:1 (Palmitoleinsav)	3,44±0,36	3,38±0,43	3,12±0,45	2,92±0,48
C18:1 (Olajsav)	40,22±3,32	40,84±2,56	37,56±3,06	37,74±2,27
C20:1 (Eikozénsav)	1,08±0,19	1,80±0,16	2,70±0,29	3,16±0,53
C22:1 (Erukasav)	0,30±0,23	0,54±0,15	0,92±0,20	1,02±0,37
MUFA összes(6)	45,04±3,88	46,56±2,57	44,30±3,29	44,84±3,25
C18:2n6c (Linolsav)	16,26±2,38	12,74±1,31	15,44±2,35	16,56±2,41
C18:3n3 (Linolénsav)	1,20±0,23 ^{ab}	1,22±0,11 ^{cd}	1,94±0,18 ^{ai}	2,50±0,25 ^{bd}
C20:4n6 (Arachidonsav)	2,76±0,89	2,94±0,79	4,32±0,95	3,78±0,66
C20:5n3 ()	0,36±0,19	0,44±0,25	0,86±0,15	0,94±0,19
C22:5n3 ()	0,44±0,05	0,54±0,17	0,74±0,11	0,74±0,11
C22:6 (Dokozahexaénsav)	0,28±0,13	0,22±0,04	0,26±0,09	0,18±0,04
PUFA összes(7)	21,30±2,98	18,10±2,50	23,56±3,55	24,70±2,98
Egység(8)	2,10±0,25	1,92±0,15	1,84±0,18	1,82±0,08

— P<0,001%

Table 15.: Fatty acid composition of ham samples (2nd exp.) as in Table 14.(1–8)

A combminták zsírtartalmának zsírsavösszetétele a palmitinsav esetében a szalonnához hasonló tendenciában változott a sztearinsav közel azonos szinten maradt, az olajsav, ellentétben a szalonnában kimutatott értékkel, a 20 és 30% mustármag hatására valamelyest csökkent. Az erukasav növekedése jóval kisebb mértékű a szalonnában bekövetkezett változáshoz képest, a linolsav-tartalom alakulása nem egyértelmű, míg a 10% mustármag hatására csökkent a kontrollhoz képest, a 20 és 30% mustármag etetésekor a kontrollhoz hasonló értékeket kaptunk (kontroll 16,3; 10% 12,7; 20% 15,5; 30% 16,6%). A linolénsav koncentráció megkétszereződött a kontrollhoz képest a 4 kezelésben.

EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

A mustármag sok fehérjét (31,6–35,7% a szárazanyagban) és sok zsírt (27,1–28,7%) tartalmaz, az össz zsírsav-koncentráció mintegy 30% erukasavból, közel azonos mennyiségben olajsavból, 13% linolsavból és 10% linolén-savból áll. A csökkentett erukasav-tartalmú mustármagban az összes zsírsav erukasav-tartalma 28,2%-ról 6,4%-ra csökkent, miközben az olajsav-tartalom ennyivel nőtt. Raney és mtsainak (1991), növénytermesztési módszerekkel, a repcében lévő szívizom károsító erukasav-tartalmat, az összes zsírra számított 50%-ról 3% alá sikerült csökkenteni.

Irodalmi adatok szerint (*Hemingway, 1995*) a mustármag olajtartalma 25–29% közötti, ami a kísérletünkben szereplő mintákéval megegyező nagyságrendű, a fehérjetartalom zsírszűrőszáranyagra vonatkoztatva 37–38% volt, míg *Katepa-Mupondwa és mtsai (1999)* ennél többet 45–48%-ot találtak. *Slominski és mtsai (1999)* a full-fat szójával összehasonlítva azt találták, hogy a csökkentett glükoszínolát és erukasav-tartalmú mustármagban az olajtartalom 26,4%, a szójában lévő 20,2%-kal szemben, a nyersfehérje-tartalom viszont 37,5%-os, míg a szójáé 41,4%-os, a szénhidrát-tartalom a két terményben közel azonos, és hasonló a nyersrost-tartalmuk is.

Az etetett, hagyományos és csökkentett erukasav-tartalmú mustármag csak a fehérjetartalmában mutat eltérést, a csökkentett erukasav-koncentrációjú minta nyersfehérje-tartalma kb. 10%-kal kevesebb, mint a kezeletlené.

A mustármagfehérje aminosav-tartalma a szójához viszonyítva kevesebb lizint és valamivel több metionint, illetve cisztint tartalmaz (*Applequist és Nair, 1977*), ami az adagok, elsősorban lizinnel való kiegészítését indokolja (*Gundel és mtsai, 2005*).

A mustármag fehérjetartalma és a fehérje aminosav-összetétele, továbbá nagy zsírtartalma, fehérjében és energiában gazdag takarmányt jelent, hátránya, hogy glükoszínolátokat, a pajzsmirigy-anyagcserére ható gátló anyagokat tartalmaz (*Fenwich és Heaney, 1983; Fenwich és mtsai, 1983*), továbbá erukasavat, szívizom és csontszövet károsító anyagot (*Kampf és mtsai, 1998*), amelyek a zsírszövetekbe épülve halizúvé teszi, teheti azokat.

A nagy erukasav-tartalmú 10, 20, 30% mustármagot tartalmazó hízótápot fogyasztó sertések súlygyarapodása az első 30 nap alatt 3, 4, ill. 17%-kal csökkent a kontrollhoz képest, a következő 32 nap alatt a csökkenés 10, 17, ill. 27% volt, majd az utolsó, mintegy 20 nap alatt 20%, 28% és 40%-ot ért el, az átlagadatok 10, 15, 27%-ot tesznek ki. A takarmányfogyasztás az első szakaszban közel azonos volt a kísérleti és kontroll kezelésekben, a második szakaszban a mustármaghányaddal arányosan csökkent az utolsó szakaszban, a csökkenés már 17–24%-ot ért el. *Kampf és mtsai (1998)* eredményei szerint a takarmányfelvétel és súlygyarapodás csökkenését elsősorban a takarmányadag glükoszínolát-tartalma okozta. *Schöne és mtsai (1990, 1997b)*, *Schöne (1991)*, *Schöne és Kirchheim (1997)* repcével, ill. lenmaggal végzett kísérleteikben megállapították, hogy az állatok jódellátásától, ill. a szervezet jód-tartalékától függően, 2–8 hét között jelentkezik a glükoszínolát gátló hatása 10% körüli repce etetésekor. *Mitra és Samata (1990)* mustármaggal helyettesítették a földidiódara fehérjéjének 50%-át minden káros hatás nélkül, és csak ennél nagyobb hányad esetén jelentkeztek zavarok. Ezek az adatok arra utalnak, hogy a súlygyarapodásban és takarmányfogyasztásban nem az erukasav játszik elsődleges szerepet, hanem elsősorban a mustármagban levő glükoszínolátok.

Az erukasavnak bizonyos izrontó hatása következtében romolhat a takarmányfelvétel (*Watkins és mtsai, 1995*), de szívizom elfajulást elsősorban a másodlagos Se-hiányt okozhat, ami kiegészítéssel sem szüntethető meg, azon kívül az erukasav az elfogyasztott mennyiség függvényében beépül a szalonnába és az intramuszkuláris zsírszövetekbe (*Kampf és mtsai, 1998*). Kísérleteink első részében a kontroll csoport takarmányában 0,001% volt az összes zsírtartalom %-ában kifejezve az erukasav-tartalom, ami 0,80%, 1,59% és 2,39%-ra növekedett a 10, 20 30% mustármaghányad következtében. Azonos

sorrendben, 0,3, 1,5, 3,2, ill. 3,6% volt a szalonnában és 0,3, 0,54, 0,92 ill. 1,02% a combizomban. *Kampf és mtsai* (1998) 120 napos kísérletükben 97,9 g, ill. 1924 g erukasavat etettek meg az abrakkeverékben a sertésekkel 96 kg (24 kg beállítási súly 120 kg végsúly) súlygyarapodáshoz és 0,86%, ill. 1,50% erukasavat találtak a zsírsav %-ában kifejezve a szalonnában és 0,25%, ill. 0,68%-ot az intramuszkuláris zsírban. Ezek az értékek hasonló nagyságrendűek és tendenciájúak jelen kísérletünk eredményeivel.

A glükózínolátnak a jód anyagcserére gyakorolt káros hatására a sertéshizlalásban bekövetkezett eredményromlást bizonyítják *Schöne és mtsai* (1990) kísérletei, amelyeket 16% nagy glükózínoláttartalmú repcével állítottak be. A takarmányfelvétel és a súlygyarapodás a kísérlet ötödik hetében csökkent és jódhiányra utaló tünetek is jelentkeztek, egy hízó el is hullott. A kísérletnek ebben a szakaszában 50 mg jódot injekciótak be az állatoknak, majd 0,25 mg/kg jódvalóval egészítették ki a takarmányt, aminek következtében a jódhiányra utaló jelek egy része megszűnt, de a 20 hetes kísérlet végén a kísérleti állatok súlya még mindig nem érte el a kontrollokét. Egy további megállapításuk szerint (*Schöne és mtsai*, 1997a) a glükózínolátban szegény repcét — jódkiegészítés nélkül — fogyasztó állatok takarmányfelvétele és súlygyarapodása csak a 10. hét után csökkent, nagyobb lemaradás nem volt tapasztalható. A kontroll csoport állatai, amelyek szójadarat kaptak a keverékükben, még hiányos jódelátás esetén sem mutattak jódhiányt, ami alátámasztja (*Schöne és mtsai*, 1991), hogy a glükózínolát mennyisége hat döntően az eredményekre, továbbá a pajzsmirigy súlyára.

Az állatok vágásakor megállapított adatok szerint, a nagyarányú erukasav-tartalmú mustármaghányad (10, 20, 30%) növekedésével a vágósúly — a kisebb súlygyarapodás következtében — csökkent, a színhús aránya azonban gyakorlatilag nem változott, a hátszalonna vastagsága csökkent. Az ágyékon mérve, a kontrollhoz képest, megközelítően azonos mértékben növekedett mindhárom csoportban, ami kisebb ingadozások mellett a kisebb mustármaghányad (3, 6, 9%) csoportok állataira is érvényes. *Burgstaller és Lang* (1989) repcével végzett kísérleteikben hasonló tendenciájú eredményekhez jutottak.

A mustármag, illetve elsősorban a hasonló nagyságrendben káros anyagokat tartalmazó repce-felhasználás következtében, egyes szervek rendellenességeire több szerző is utal (*Schöne és mtsai*, 1991; *Kampf és mtsai*, 1998; *Katepa-Mupondwa és mtsai*, 1999). *Schöne és mtsai* (1991) a pajzsmirigy 3–5-szörös megnagyobbodását is tapasztalták glükózínoláttartalmú adagok etetésekor. *Kampf és mtsai* (1998) a máj súlyának közel 50%-os, a pajzsmirigynek 3–4-szeresére való növekedését tapasztalták. Mivel jelen kísérletünkben nagymennyiségű és nagy erukasav-tartalmú mustármagadagokat ettek az állatok, a szív rendellenességek és májelfajulás fordult elő, továbbá mintegy 30–50%-ban pajzsmirigy megnagyobbodás volt megállapítható.

A csökkentett erukasav-tartalmú, kisebb mustármaghányadú keveréket fogyasztó állatokban a rendellenes szívalakulás és megnagyobbodott pajzsmirigyhányad még nagyobb mértékű volt, ami feltehetően, elsősorban az utóbbit illetően, a jódelátással, jódtartalékkal lehet összefüggésben.

Az erukasavnak a szívizomszövetekbe való beépüléséről többek között *Slominski és mtsai* (1989), *Schöne és mtsai* (1991, 1995, 1997), *Watkins és mtsai* (1995), *Kampf és mtsai* (1998) tájékoztatnak. *Kampf és mtsai* (1998) sze-

rint az erukasav ugyan beépül a zsírszövetekbe — az etetett mennyiségtől függő nagyságrendben —, de ez az aromára és a húsminőségre nincs hatással. Más szerzők az erukasav-beépülés következtében (Mitra és Samata, 1990) a vágottáru minőségének romlását feltételezik, szívizom elfajulás és szelénhiány kialakulásával együtt (Watkins és mtsai, 1995).

Az eredmények alapján arra lehet következtetni, hogy a mustármagban lévő glükoszínolátok szabnak határt az etethetőségnek, ill. annak hányadának, az erukasav főleg ízrontó hatása révén tesz jelentőségre szert. A glükoszínolátok a jódanyagcserében játszanak döntő szerepet (Regiusné és mtsai, 2004), de a szervezet A-vitamin ellátásában, a cinkstátusz alakulásában is nagy jelentőségük van (Kirchgeßner és mtsai, 1987; Schöne és mtsai, 1989).

Intézetünkben, folyamatban vannak sertéshizlalási kísérletek, eltérő mennyiségű mustármag-kiegészítéssel, különböző szintű jód-kiegészítéssel. Ezek eredményeit következő közleményünk fogja tartalmazni.

IRODALOM

- Anke, M. – Gürtler, H. – Schwarz, S. – Groppe, B. – Janus, S. (1983): Die Auswirkungen von Iodine-, Zink- und Kupfergaben an wachsende Mastschweine mit glukosinolatreichem Rapsextraktionsschrot im Alleinfutter. In: Mengen- und Spurenelemente. Ed.: Anke, M. – Brückner Chr. – Gürtler, H. – Grün, M., Arbeitstagung. Leipzig, 3. 378.
- Applequist, L.A. – Nair, B.M. (1977): Amino acid composition of some Swedish cultivars of Brassica species and of Sinapis alba. Can. J. Anim. Sci., 73. 679–697.
- Burgstaller, G. – Lang, K. (1989): 00-Rapsextraktionsschrot im Austausch gegen Sojaextraktionsschrot in der Fütterung für Mastschweine. Wirtg. Futter, 35. 2. 137–148.
- Fenwich, G.R. – Griffiths, N.M. – Heaney, R.K. (1983): Bitterness in brussels sprouts (*Brassica oleracea* L. var. *gemmifera*): the role of glucosinolates and their breakdown products. J. Sci. Food Agric., 34. 73–80.
- Fenwich, G.R. – Heaney, R.K. (1983): Glucosinolates and their breakdown products in cruciferous crops, foods and feedingstuffs. Food Chemistry, 11. 249–271.
- Gundel, J. – Regiusné Mócsényi, Á. – Hermán, I. né – Szelényiné, Galántai, M. (2005): A mustármag (*Sinapis alba*) táplálóanyag-tartalma és emészthetősége sertésben. Állattenyésztés és Takarmányozás, 54. 1. 51–67.
- Hemingway, J.S. (1995): The mustard species: Condiment and food ingredient and potential as oilseed crops. Report to Canadian Mustard Association. <http://www.mancan.mb.ca/jhemway1.html>
- Kampf, D. – Böhme, H. – Aulrich, K. – Berk, A. – Leiterer, M. – Schöne, F. – Fischer, K. (1998): Einfluss von Crambeextraktionsschrot und -presskuchen auf die Mast- und Schlachtleistung von Schweinen und Auswirkungen auf Gesundheit sowie Fleisch- und Fettqualität. VDLUFA-Schriftenreihe, 49. Kongressband, 397–400.
- Katepa-Mupondwa, F. – Rakow, G. – Raney, P. (1999): Meal quality characteristics yellow mustard (*Sinapis alba*). Porc. 10th Inter. Rapseed Congr., Canberr, Australia
- Lüdke, H. – Schöne, F. (1988): Copper and iodine in pig diets with high glucosinolate rapeseed meal. I. Performance and thyroid hormone status of growing pigs fed on a diet with rapeseed meal treated with copper sulphate solution or untreated and supplements of iodine, copper or a quinoxaline derivative. Anim. Feed Sci. Technol., 22. 33–43.
- Lüdke, H. – Schöne, F. – Hennig, A. (1985): Der Einfluss von Iodine-, Kupfer- und Zink-Zulagen zu Rationen mit hohem Rapsextraktionsschrotanteil auf Wachstum und Schilddrüsenfunktion des Mastschweines. 1. Mitt.: Einfluss auf die Mastleistung. Arch. Tierernähr., 35. 835.
- Mitra, T. – Samata, G. (1990): Growth performance and carcass quality of Large White Yorkshire pigs fed on various levels of de-oiled mustard (*Brassica juncea*) cake. Ind. J. Anim. Nutr., 7. 3. 223–226.
- Raney, P. – Rakow, G. – Olson, T. (1991): Development of low erucic acid, low glucosinolate *Sinapis alba*. Proc. 9th Int. Rapeseed Congr., Cambridge, UK, 217–242.

- Regiusné Mócsényi, Á. – Hermán, I.-né – Szelényiné Galántai, M. – Gundel, J. (2004): A jód szerepe az anyagcserében, hiány és ellátottság emberben és állatban. 1. Közlemény: Irodalmi áttekin-tés. Állattenyésztés és Takarmányozás, 53. 2. 133–149.
- Schöne, F. (1991): Antithyreoidale Wirkung und Futterwert der Extraktionsschrote herkömmlicher oder glucosinolatärmer Winterrapsvarietäten bei Mastschwein und Broiler. Universität Leipzig, Habilitationsschrift
- Schöne, F. – Geinitz, D. – Lüdke, H. – Richter, G. – Hennig, A. (1989): Einfluss der Verabreichung von Rapsextraktionsschroten mit unterschiedlichem Thyreostatikaanteil auf den Vitamin-A-Status des wachsenden Schweines unter Berücksichtigung der Jodversorgung. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. Hamburg-Berlin, 61. 57–67.
- Schöne, F. – Groppel, B. – Hennig, A. – Jahreis, G. (1997a): Rapeseed Meals, Methimazole, Thiocyanate and Iodine Affect Growth and Thyroid. Investigations into Glucosinolate Tolerance in the Pig. J. Sci. Food Agric., 74. 69–80.
- Schöne, F. – Groppel, B. – Jahreis, G. – Seffner, W. – Lüdke, H. – Hennig, A. (1991): Prüfung von Extraktionsschroten aus Winterrapssaaten mit unterschiedlichem Glucosinolatanteil an Schweinen unter Berücksichtigung der Jodversorgung. 2. Mitteilung: Schilddrüsenhormonstatus, histomorphometrischer Befund und Iodgehalt der Schilddrüse. Arch. Anim. Nutr. Berlin, 41. 5 487–499
- Schöne, F. – Kirchheim, U. (1997): Prüfung von Leinfuttermitteln (Saat, Extraktionsschrot) an wachsenden Schweinen – Futterwert, Thiocyanat- und Schilddrüsenhormonstatus. Forschungsbeiträge/Research Papers, VCH Verlagsgesellschaft GmbH, Weinheim. 15–18
- Schöne, F. – Kirchheim, U. – Schumann, W. (1995): Full fat rapeseed and rapeseed press cake in pig feeding. Proc. 9th Int. Rapeseed Congr., Cambridge, UK, 151–153. Dorchester: The Dorset Press
- Schöne, F. – Lange, R. – Lüdke, H. – Brautzsch, R. – Hennig, A. (1990): Prüfung von Extraktionsschroten aus Winterrapssaaten mit unterschiedlichem Glucosinolatanteil und Schweinen unter Berücksichtigung der Jodversorgung. Arch. Anim. Nutr., Berlin. 40. 9 841–854
- Schöne, F. – Rudolph, B. – Kirchheim, U. – Knapp, G. (1997b): Counteracting the negative effects of rapeseed and rapeseed press cake in pig diets. Br. J. Nutr., 78. 6 947–962.
- Slominski, B.A. – Kienzie, H.D. – Jiang, P. – Campbell, L.D. – Pickard, M. – Rakow, G. (1999): Chemical composition and nutritive value of Canola-quality *Sinapis alba* mustar. Proc. 10th Int. Rapeseed Congr. - References Index, Canberra, Australia
- Watkins, T.R. – Lenz, P.H. – Siderits, R. – Struck, M. – Bierenbaum, M.L. (1995): Dietary mustard, rapeseed oils and selenium exert distinct effects on serum Se, lipids, peroxidation products and platelet aggregability. J. Am. Coll. Nutr., 14. 2. 176–183.

Érkezett: 2005. március
 Szerzők címe: Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet
 Authors' address: Research Institute for Animal Breeding and Nutrition
 H-2053 Herceghalom, Gesztenyés út 1.