

Volume 6 No 1 2002
ISSN 1418-1789

Acta Agraria Kaposváriensis



Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár



Acta Agraria Kaposváriensis

Az Acta Agraria Kaposváriensis évente két alkalommal megjelenő tudományos folyóirat, amely eredeti tudományos közleményeket, kutatási eredményeket, kritikai összefoglalókat, konferenciákról ismertetéseket és szerkesztőhöz küldött leveleket közöl a mezőgazdaság, elsősorban az állattenyésztés és az állati termék előállítás minden területéről.

Acta Agraria Kaposváriensis is a scientific journal published twice a year, containing original scientific reports, research results, critical résumés, conference reviews and letters to the editor related to topics within the field of agricultural science, particularly that of animal breeding science.

Főszerkesztő
Editor in chef

Dr. Csapó János D.Sc......egyetemi tanár

Szerkesztő
Editor

Dr. Kovách Gáborné.....tudományos segédmunkatárs

Szerkesztőbizottság
Editorial board

Dr. Babinszky László Ph.D......egyetemi tanár
Dr. Csató László C.Sc......egyetemi docens
Dr. Kalmár Sándor C.Sc......egyetemi docens
Dr. Lengyel Attila C.Sc......egyetemi docens
Dr. Stefler József C.Sc......egyetemi tanár
Dr. Sütő Zoltán.....egyetemi adjunktus
Dr. Szendrő Zsolt D.Sc......egyetemi tanár
Dr. Ureczky József.....egyetemi adjunktus
Vadászné Varnyú Anikó.....könyvtárigazgató
Dr. Zomborszkyné, Dr. Kovács Melinda C.Sc......egyetemi tanár

Volume 6 No 1 2002
ISSN 1418-1789

Acta Agraria Kaposváriensis



Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár



Szerkesztőség
Editorial office

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science

H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.
H-7401 Kaposvár, P.O.Box. 16.
Tel.: 36-82-314-155, Fax: 36-82-320-175
e-mail: csapo@mail.atk.u-kaposvar.hu

Szerkesztő asszisztens
Editorial assistants
Barna Róbert
Stanics Judit

Kiadja és terjeszti a
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
Published and distributed by
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science
H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.
Éves előfizetési díj: 700 Ft +ÁFA *Annual subscription: Ft 700 + VAT*
Előfizethető a kiadónál vagy átutalással
Subscriptions may be made payable to the publishers or via account no.
MNB 10039007-01474572-00000000
Készült Nagy J. nyomdájában 400 pld.-ban
Printed at the Nagy J. press, 400 copies produced

Felelős kiadó
Responsible for publication
Dr. Paál Jenő C.Sc.
egyetemi tanár
university professor
dékán
Dean of Faculty

Kaposvár, 2002



A konjugált linolsav előfordulása, élettani hatása és mennyiségek növelési lehetőségei a húsban

¹Holló G., ¹Csapó J., ¹Seregi J., ²Tőzsér J., ²Szűcs E., ¹Repa I.

¹Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.

²Szent István Egyetem, Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar, Gödöllő, 2103 Páter K. u. 1.

ÖSSZEFoglalás

A jelenlegi humán táplálkozási irányelveknek megfelelően ajánlatos a zsírtartalom csökkentése az étrendben és a hús zsírsav-összetételének módosítása, a telített zsírsavtartalom (SAFA) csökkentése mellett a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) arányának, ezen belül az n-3 zsírsavak mennyiségeinek növelése. Az "egészséges" zsírsav-összetételű hús kevés telített zsírsavat tartalmaz, főleg palmitinsav-tartalma (C16:0) alacsony, PUFA/SAFA aránya nagyobb, mint 0,45, az n-6/n-3 zsírsavak aránya kisebb, mint 4:1, és a zsír gazdag un. konjugált linolsavban. Az állati termékek konjugált linolsav (KLS) tartalma egyre nagyobb figyelmet kap napjainkban. Ezzel az elnevezéssel a linolsav (C 18:2 n-6) izomerjeit illetik amelyeknek nyolc változata közül a természetben a KLS két izomerje a cisz-9, transz-11 (c9t11), ill a transz-10, cisz-12 (t10c12) fordul elő, mindenkor biológiai aktivitással rendelkezik. Humán egészségügyi szempontból számos pozitív hatásuk van, amit együttesen és külön-külön is előidézhetnek: antikarcinogén, antiateroszklerotikus, antidiabetikus, immunválaszmódosító, valamint a test zsírtartalmát is csökkentik, miközben növelik annak fehérjetartalmát. A KLS főként a kérődzők termékeiben, a tejben és a húsban, fordul elő a bendő specifikus működése következtében, bár a pulyka zsírszövetében, patkányokban és a lovak vérszérumában is előfordulhat nagyobb mennyiségben. A húsban a KLS mennyiséget egyrészt genetikai, másrészt környezeti hatások befolyásolják. Egyes szarvasmarha fajták és azok húsának KLS tartalma között különbségek mutathatók ki, és a KLS mennyiséget bizonyos nagy hatású un. major gének jelenléte is befolyásolja. A környezeti tényezők közül a takarmányozás szerepe fontos. Általánosságban megállapítható, hogy a kiegészítésként takarmányba kevert KLS hatására a húsban is nő a KLS-tartalom, de meghatározó a tömegtakarmány/abrak aránya, valamint nem hagyható figyelmen kívül a felvett PUFA mennyisége és összetétele sem. Az állattenyésztők számára különösen fontos, hogy a KLS-sel kiegészített takarmányozással hogyan befolyásolható az állat testösszetétele, vágóértéke, illetve a húsának minősége. Gazdasági állatfajokban a takarmánykiegészítésként történő KLS adagolásakor a vágott test színhús mennyisége általában nő, a növekedés mértéke húsrészenként változó, és módosul a zsírsavösszetétel is, bár ez utóbbi fajonként ellentétes tendenciát mutat.

(Kulcsszavak: konjugált linolsav (KLS), esszenciális zsírsavak, nemesszenciális zsírsavak, linolsav, linolénsav)

ABSTRACT

The occurrence, physiological effect and possibilities of increasement of conjugated linoleic acid content of meat

G. ¹Holló, J. ¹Csapó, J. ¹Seregi, J. ²Tőzsér, E. ²Szűcs, I. ¹Répa

¹University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.

²Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Gödöllő, H-2103 Páter K. u. 1.

According to current human dietary principles recommend a reduction in the fat content of the diet and the modification of fatty acid composition of meat, together with the reduction of saturated fatty acid content and an increase of the ratio of polyunsaturated fatty acids and within that increasing the ratio of n-3 fatty acids. The meat with „healthy” fatty acid composition contains low amount of saturated fatty acids; its maintenance of the palmitic acid content is low, the ratio of PUFA/SAFA is higher than 0.45, the ratio of n-6/n-3 PUFA is lower than 4:1 and the fat contains high amount of conjugated linoleic acid. The conjugated linoleic acid concentration of animal products has been getting more and more attention lately. The term conjugated linoleic acid (CLA) refers to isomers of linoleic acid, two (cis-9,trans-11 and trans-10,cis-12 CLA) of the eight variants are natural products and are known to possess biological activity. From the point of human health it has numerous positive effects, which the c9t11 and t10c12 CLA isomers can generated separately or synergistically, they have anticarcinogenic-, antiatherosclerotic-, antidiabetic activities, modulate the immune response, decrease body fat, whilst increasing body protein content. The occurrence of mainly CLA are in ruminants products meat and milk due to specific rumen metabolism, but the adipose tissue of turkey, rat and horse serum can also contain high level of CLA. The CLA content in meat can be influenced by both genetical and environmental factors. Specific differences can be found among cattle breeds and their CLA concentrations in meat and the effects of major genes on CLA concentration can also be observed. Feeding among the environmental factors plays an important role. Generally it can be assessed, that the CLA-content in meat increases due to the effect of dietary CLA, but it the forage/concentrate ratio, as well as the content and composition of PUFA should also be considered. For the livestock breeders it is essential to know how the body composition, slaughter value, meat quality could be affected by feeding CLA. In livestock breeds the dietary CLA generally result in enhancing lean meat content, but increase of the ratio of the meat cuts is different and fatty acid profile also changes, although each breed the latter shows contrary trends.

(Keywords: conjugated linoleic acid (CLA), essential fatty acids, non-essential fatty acids, linoleic acid, linolenic acid)

BEVEZETÉS

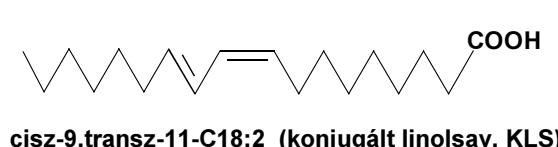
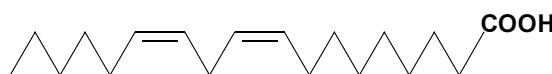
Az utóbbi évtizedekben a fejlett országokban - a túlzott kövérsgég, az artritisz, a diabetikus-, a szív- és érrendszeri-, valamint a rákos megbetegedések számának ugrásszerű növekedésével - az érdeklődés homlokterébe került az egészségmegőrző táplálkozás, melynek következtében a húsminőséggel szemben támasztott fogyasztói igények is átalakultak. A humán táplálkozási irányelvek szerint az étrendben ajánlatos a zsírok, ezen belül a több telített zsírsavat tartalmazók fogyasztásának csökkentése (Gormley és mtsai., 1987). Ennek eredményeként a fogyasztók idegenkednek a hús, és az állati eredetű zsírok fogyasztásától (Claus, 1991), azok telített zsírsav- és koleszterin-

tartalma miatt. Mindezek következtében, a húsfogyasztás szerkezetében átrendeződés ment végbe. Mennőtt az un. fehér húsok (baromfi, hal) fogyasztása, a fogyasztók előterbe helyezték - az ízletesség rovására is - a zsírban szegényebb húsokat, amelyekben a többszörösen telítetlen zsírsavak aránya nagyobb, hiszen ezek szerepe a szív és érrendszeri megbetegedések megelőzésében előlegesnek tűnik (Hartog és mtsai., 1987; Madsen és mtsai., 1992). A humán táplálkozási igényeknek megfelelő húsmínőség biztosítása nagy kihívást jelent mind az állattenyésztők, mind az élelmiszer előállítók számára. Alapvető kérdés az, hogy miként tudják az állati termékek minőségét, táplálóanyag összetételét úgy megváltoztatni, hogy azok pozitívan befolyásolják a népesség egészségi állapotát (Jiménez-Colmenero és mtsai., 2001). Egyértelmű ugyanis a magas biológiai értékű húsoknak a kiegensúlyozott táplálkozásban betöltött fontos szerepe. A nyers hús igazi egészséges élelem, amelynek táplálóanyagai könnyen emészthetők és könnyen felszívódnak. Jelentős makro- és mikroelemforrás, továbbá előny, hogy ezek biológiai hozzáférhetősége is kiváló (Bruce, 1994). A megváltozott igényeknek megfelelően napjainkban, egyrészt valamennyi állatfaj húsa a korábbinál kevesebb zsírt tartalmaz, másrészt megkezdődtek a próbálkozások a hús zsírsav-összetételének módosítására, a telített zsírsavtartalom (SAFA) csökkentése mellett a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) arányának, ezen belül az n-3 zsírsavak mennyiségeinek növelésére (Wood és mtsai., 1999; Demeyer, 2001). Az "egészséges" zsírsav-összetételű hús kevés telített zsírsavat tartalmaz, főleg palmitinsav-tartalma (C16:0) alacsony, PUFA/SAFA aránya nagyobb, mint 0,45, az n-6/n-3 zsírsavak aránya kisebb, mint 4:1, és a zsír gazdag konjugált linolsavban (Wood és mtsai., 1999; Warris, 2000; Moloney, 2001; Scollan, 2001).

A KONJUGÁLT LINOLSAV, IZOMERJEI ÉS ELŐFORDULÁSUK

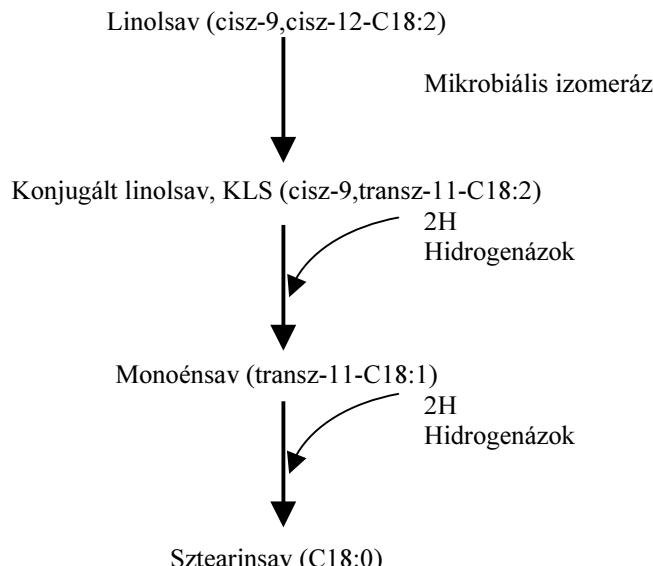
A konjugált linolsav megnevezés azon linolsav-izomerek (szerkezeti és geometriai izomerek) gyűjtőneve, melyek a linolsavval szemben nem izolált, hanem konjugált helyzetben tartalmaznak két kettős kötést. A kettős kötések többszörösen találhatók (Ha és mtsai., 1987), de egyéb pozíciókban (8, 11; vagy 11, 13) is előfordulhatnak (Christie és mtsai., 1997). Mindkét kettős kötés lehet *cisz*, vagy *transz* konfigurációjú.

A linolsav és a konjugált linolsav képlete



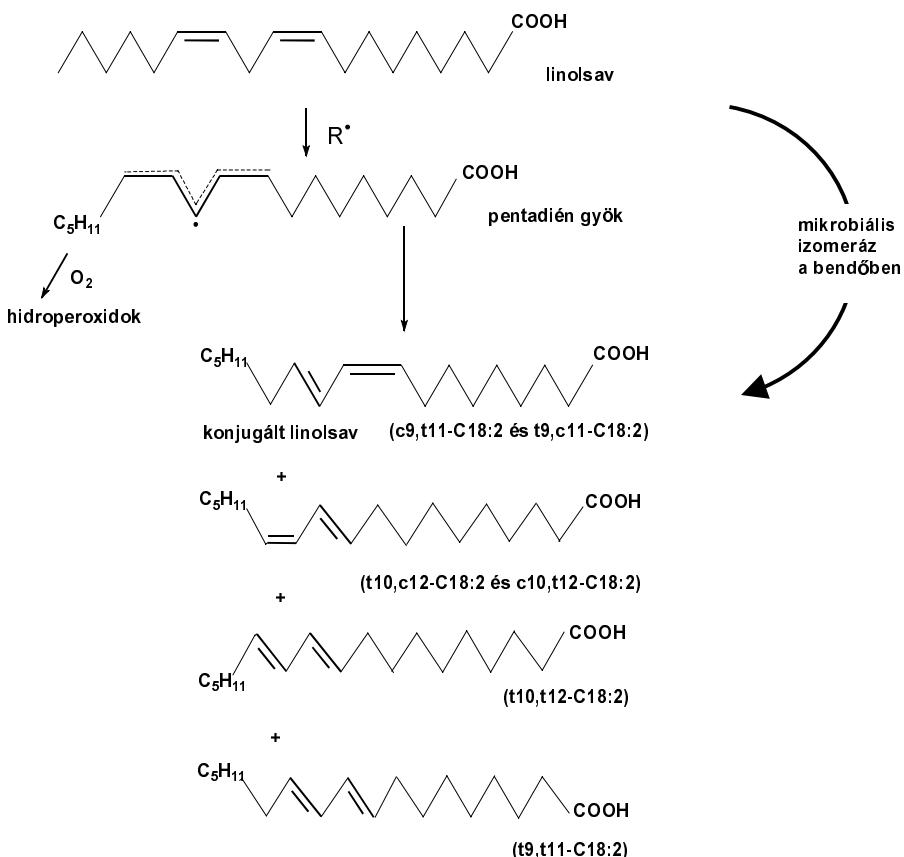
A KLS a természetben főként a többszörösen telítetlen zsírsavak biológiai hidrogénezése során termelődik. Ez a bakteriális enzimtevékenység főként a kérődző állatok bendőjében zajlik (*Shorland* és *mtsa.*, 1955; *Chin* és *mtsa.*, 1992) és feltételezik, hogy a patkányok bélcsatornájában található mikrobák is képesek a szabad linolsavat *cisz*-9,*transz*-11 konjugált linolsavvá alakítani. Az előző szerzők ugyanis azt tapasztalták, hogy a patkányok linolsav fogyasztása befolyásolta szöveteik KLS-tartalmát. Magasabb linolsav bevitel esetében a patkány-szövetekből izolált lipidek KLS koncentrációja is jelentősen magasabb volt, mint a kevesebb linolsavat fogyasztó patkányoké.

A linolsav biológiai hidrogéneződése a bendőben



A leggyakrabban előforduló természetes KLS izomer a *cisz*-9,*transz*-11-C18:2 (c9,t11-KLS) (*Kepler* és *Tove*, 1967), amely a linolsav (*cisz*-9, *cisz*-12-C18:2) biológiai hidrogénezésének első lépésében keletkezik. A *Butyrivibrio fibrisolvens* baktérium mikrobiális izomeráz enzimének hatására a linolsavból (*cisz*-9,*cisz*-12-C18:2) először konjugált linolsav (*cisz*-9,*transz*-11-C18:2) képződik, majd a *cisz*-9 kettős kötés két hidrogénatom felvételével telítődik. Így egy egyszeresen telítetlen zsírsav (*transz*-11-C18:1) jön létre. Ez további hidrogénezéssel sztearinsavvá (C18:0) alakulhat át (*Kepler* és *mtsa.*, 1971). Újabb vizsgálatok eredményei alapján feltételezni lehet, hogy a KLS a *transz*-C18:1 zsírsavakból is kialakulhat a tehenek tejmirigyében (*Griinari* és *Bauman*, 1999), vagy a patkányok májában (*Pollard* és *mtsa.*, 1980; *Holman* és *Mahfouz*, 1981); a Δ9-deszaturáz reakcióval (*Griinari* és *mtsa.*, 2000). A konjugált linolsavak kémiai reakciókban, enzimek közreműködése nélkül is kialakulhatnak a linolsavban gazdag olajok lúgos izomerizációja, vagy a ricinusolaj víztelenítése közben (*Padley* és *mtsa.*, 1994). *Dormandy* és *Wickens* (1987) kutatásai szerint a linolsav in vivo szabadgyökös autooxidációja során is keletkezhet KLS, nagy kéntartalmú fehérjék jelenlétében. *Berdeaux* és *mtsa.* (1997) olyan szintézis-módszert fejlesztettek ki, mellyel metil-c9,t11 KLS-t lehet előállítani ricinusolajból nyert ricinussav-metil észterből.

A konjugált linolsavak kialakulása szabad gyökös reakcióval, ill. biológiai hidrogéneződéssel linolsavból



A zsírsavösszetétel módosításával kapcsolatban az állati termékek konjugált linolsav (KLS) tartalma egyre nagyobb figyelmet kap napjainkban. A nyolc változat közül a cisz-9, transz-11 változatát először *Pariza* és *mtsai.* (1979) mutatták ki marhahúsból. A természetben a KLS két izomerje az előbb említett cisz-9, transz-11 (c9t11) és a transz-10, cisz-12 (t10c12) fordul elő; csak ez a két változat rendelkezik biológiai aktivitással (*Pariza* és *mtsai.*, 2001). A KLS e két izomerjének humánegészségügyi szempontból számos pozitív hatása van, amit együttesen és külön-külön előidézhetnek: antikarcinogén, antioxidáns, (*Ha* és *mtsai.*, 1987, 1990; *Ip* és *mtsai.*, 1991, 1994) antiateroszklerotikus, antimutagén, antidiabetikus, immunválasz-módosító (*Beitz*, 2000; *Enser*, 2001), ezen kívül csökkentik a vér koleszterin szintjét (*Lee* és *mtsai.*, 1994) és a test zsírtartalmát, miközben növelik annak fehérjetartalmát (*Cassens*, 1999).

A KLS főként a kérődzők termékeiben a tejben és a húsból fordul elő a bendő specifikus működése következtében (*Chin* és *mtsai.*, 1992; *Takenoyoma* és *mtsai.*, 1999). A pulyka zsírszövetében mért KLS érték hasonló a kérődzőkéhez (*Chin* és *mtsai.*, 1992) és úgy tűnik a patkányok is képesek KLS szintézisére (*Chin* és *mtsai.*, 1994). *Park* és *Pariza* (1998) eredményei szerint a lovak vérszérumában meglepő módon nagy

mennyiségű c9t11 és t10c12 KLS-izomer mutatható ki (0,53 és 0,40% az összes zsírsav %-ában).

A konjugált linolsav in vivo és in vitro szintézise

A monogasztrikus állatokkal szemben a kérődzők húsában akkumulálódó zsírsavak eltérnek a takarmányban felvett zsírsavaktól. A bendő mikroorganizmusok egyrészt hidrolizálják a takarmányból felvett zsírokot (lipolízis), másrészről biológiai hidrogénezés során a takarmányban nagyobb arányban lévő telítetlen zsírsavakat telített zsírsavakká alakítják. Emellett számos intermedier termék is keletkezik, melyek a kérődzőkre jellemzőek (KLS és transz MUFA). Az 1. táblázat adatai szerint a kérődzők húsának KLS-tartalma jóval nagyobb a nem kérődző állatfajokénál.

1. táblázat

A hús cisz-9, transz-11 KLS-tartalma fajonként (Takenoyama és mtsai., 1999)

Faj (1)	c9t11 KLS (2)	
	mg/100g hús (3)	mg/100g zsír (4)
Szarvasmarha (5)	3,21	31,62
Juh (6)	2,28	4,79
Kecske (7)	6,35	11,79
Sertés (8)	0,63	1,94
Baromfi (9)	0,56	3,65

Table 1: The cis-9,trans11 CLA content of the meat according to species

Species(1), c9t11 CLA(2), mg/100g meat(3), mg/100g fat(4), Cattle(5), Sheep(6), Goat(7), Pig(8), Poultry(9)

Kérődzőkben a *Butyriovibrio fibrisolvens* baktérium működése következtében a linolsavból a biohidrogénezés során először KLS termelődik (Kepler és Tove, 1967). A bendőben végbemenő biológiai hidrogénezés során második lépésben a KLS két hidrogén felvételével monoénsavvá (t11C18:1), majd további két hidrogén felvételével sztearinsavvá (C18:0) alakulhat (Csapó és mtsai., 2001a, b, c; Scollan, 2001; Moloney, 2001). A humántaplálkozás szempontjából ezen átalakulások mindenféleképpen kedvezőtlenek, mert a többszörösen telítetlen zsírsavakból telített zsírsavak képződnek, csökken a PUFA/SAFA arány, az n-6/n-3 arány nő, a KLS mennyisége pedig csökken. Előfordulhat, hogy a biológiai hidrogénezés folyamata nem folytatódik tovább, a c9t11 KLS felszívódik, illetve a kialakult monoénsav (t11C18:1) sztearoil koenzim A-deszaturáz enzim segítségével visszaalakulhat c9t11 KLS-vá az emlősök sejtjeiben (Holman és mtsai., 1980 cit., Pariza és mtsai., 2001). Úgy tűnik, hogy endogén úton, e szerint képződik a c9t11 KLS a tejben (Griinari és mtsai., 1999).

Raes és mtsai. (2001) a bendőben, az izomban, a szubkután és az intramuszkuláris zsírban mért c9t11 KLS/tC18:1 arány alapján feltételezik, hogy a zsírszövetben is keletkezhet endogén módon KLS, mert a zsírszövetben ez az arány nagyobb volt (2. táblázat). Hozzáteszik azonban, hogy további in vitro kutatások és enzim vizsgálatok szükségesek ezen hipotézis megerősítéséhez.

2. táblázat

**Egyes zsírsavak mennyisége (%) és a c9t11 KLS/tC18:1 aránya a fehér-kék belga bikák bendő tartalmában, szubkután és intramuszkuláris zsírjában
(Raes és mtsai., 2001)**

A vizsgált zsírsav (1)	Bendő tartalom (2)	Szubkután (3)	Intramuszkuláris (m.LD) (4)	P
Az összes zsírsav %-ában (5)				
C18:2 n-6	8,32(4,42)	3,99(0,69)	16,6(2,81)	<0,0001
C18:3 n-3	5,05(4,29)	0,94(0,24)	2,42(0,56)	0,012
c9C18:1+c11C18:1	5,52(2,42)	30,0(3,41)	19,9(2,90)	<0,0001
t11C18:1	4,31(1,99)	1,45(0,45)	1,19(0,82)	<0,0001
c9t11KLS	0,29(0,26)	0,86(0,20)	0,48(0,12)	<0,0001
c9t11KLS/t11C18:1	0,10(0,11)	0,65(0,27)	0,51(0,23)	<0,0001

Table 2: Quantity of some fatty acids and the rate of c9t11 CLA/tC18:1 in the rumen content and subcutane and intramuscular fat of Belgian Blue bulls

Name of the fatty acid(1), Rumen fluid(2), Subcutane(3), Intramuscular(4), Relative percentage of the fatty acids(5)

Martin és Jenkins (2001) in vitro vizsgálták a bendő baktériumok működésére ható környezeti tényezőket. Kisérleti eredményeik szerint a tC18:1 zsírsav koncentráció az inkubáció teljes ideje alatt növekedett és maximumát a 48. órában érte el. Az első 8 órában a KLS termelés kis mértékű, a 24-30 óra között a c9t11 KLS, a 24-32 óra között pedig a t9t11 KLS koncentrációja a nagyobb. Megállapították, hogy ha az extracelluláris pH 5,0 alá csökken akkor sem a tC 18:1, sem a KLS izomerek nem mutathatók ki. Vizsgálataik szerint a bendő baktériumok működését leginkább az inkubált kultúra pH értéke befolyásolja. Griswold és mtsai. (2001) a kukoricaszilázs és a szójaojal hatását vizsgálták in vitro körülmények között a bendő KLS termelésére. A szójaojal szignifikánsan növelte a t9t11, az összes vizsgált KLS izomer (c9t11, t9t11, c10t12), és a C18:1 mennyiségét. A kukoricaszilázs növelte a c9t11 mennyiségét, de a növekedés nem volt szignifikáns. Szignifikáns kukoricaszilázs és szójaojal interakciót a t9t11, az összes vizsgált KLS izomer (c9t11, t9t11, c10t12) és a C18:1 zsírsav esetében kaptak. Az idő szignifikánsan befolyásolta a c9t11, a t9t11 és a C18:1 mennyiségét, ami a legnagyobb értékét az inkubáció 12. órájában érte el. Az összes vizsgált KLS izomer legnagyobb koncentrációját az inkubáció 24. órájában mutatta. Mindezek alapján mind a kukoricaszilázs, mind a szójaojal felhasználható a KLS és C18:1 zsírsav mennyiségének növelésére.

A KONJUGÁLT LINOLSAV MENNYISÉGÉT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

A húsban a KLS mennyiségét egyrészt genetikai, másrészt környezeti hatások befolyásolják.

Genetikai hatások

De Smet és mtsai. (2001) véleménye szerint nincs egyértelműen kimutatható összefüggés a egyes fajták és azok húsának KLS tartalma között. Ezzel szemben Mir és

mtsai. (2000) arról számolnak be, hogy a japán vagyu fajtával keresztezett hízómarhák húsa több KLS-t tartalmaz, mint az európai fajták keresztezett utódai. Ma már nyilvánvaló, hogy a KLS mennyiségét bizonyos nagy hatású un. major gének jelenléte is befolyásolja. *Raes és mtsai.* (2000) a KLS mennyiségét vizsgálták fehér-kék belga fajta túlizmolt, normál, heterozigóta genotípusának intramuszkuláris zsírjában. Vizsgálatuk során megállapították, hogy a KLS a normál típusú egyedekben fordul elő legnagyobb mennyiségben. A KLS tartalom a homozigóta normál egyedek izmában háromszorosa a homozigóta túlizmolt egyedekének, ugyanakkor az összes zsírsav vonatkozásában 45% körül a KLS aránya minden marhában genotípusban (3. táblázat). A genotípusok közti sorrend azt sugallja, hogy a miosztatin génumutáció befolyásolja a hús KLS-tartalmát.

3. táblázat

**A c9t11 KLS mennyisége a fehér-kék belga bikák különböző genotípusaiban
(Raes és mtsai., 2000)**

C9t11 KLS (1)	Homozigóta túlizmolt (2)	Heterozigóta túlizmolt (3)	Homozigóta normál (4)
mg/100g hús (5)	4,5	6,1	15,2
Az összes zsírsav %-ban (6)	0,45	0,39	0,51

Table 3: The content of c9t11 CLA in the different genotypes of Belgian Blue bulls

C9t11 CLA(1), Homozygous double-muscling(2), Heterozygous double-muscling(3), Homozygous normal(4), mg/100g meat(5), Relative percentage of the fatty acids(6)

De Smet és mtsai. (2001) szintén túlizmolt bikákkal végzett kísérletükben szoros pozitív ($r=0,98$) összefüggést mutattak ki a c9t11 KLS-tartalom és az összes intramuszkuláris zsírtartalom között.

Környezeti hatások

A környezeti tényezők közül a takarmányozás szerepe kiemelkedően fontos. *Beermann* (2001) vizsgálati eredményei szerint, ha a takarmány 25%-ban full-fat extrudált szóját tartalmaz, az 20%-kal megnöveli a marhahús KLS-tartalmát. Általánosságban megállapítható, hogy a kiegészítésként takarmányba kevert KLS hatására nő a húsból a KLS-tartalom, ezen kívül a tömegtakarmány/abrák aránya is meghatározó. *Takenoyama* és *mtsai.* (1999) felhívják a figyelmet arra, hogy a nagy mennyiségű szálastakarmány etetése szarvasmarhában és kecskében, mind a vesepecsenyében, mind a fartájéki húsból, illetve zsírból megnövelte a c9t11 KLS arányát, ellentétben a nagy mennyiségű koncentrált takarmányt fogyasztó állatokkal. Ugyanakkor nem hagyható figyelmen kívül a felvett PUFA mennyisége és összetétele (n-3, n-6) sem, ugyanis *Dhiman* és *mtsai.* 1999, *Shantha* és *mtsai.* 1997 (cit. *Raes* és *mtsai.*, 2001), kísérletei szerint a KLS nagyobb mennyiségen akkumulálódik a szervezetben, ha n-3 zsírsavak is találhatók a szarvasmarhák takarmányában.

A KONJUGÁLT LINOLSAV ÉLETTANI HATÁSAI

Az állattenyésztők számára különösen fontos és a kutatások nagyrésze is arra irányul, hogy KLS-sel kiegészített takarmányozással befolyásolható-e az állat testösszetétele, vágóértéke, illetve a húsának minősége.

Testösszetétel

A KLS testösszetétel megváltoztatására gyakorolt hatásáról Park és mtsai. (1997) számoltak be. Egereken végzett kísérleteik szerint a KLS-kiegészítést (c9t11, t10c12) kapott egyedek esetében megnőtt a színhús mennyisége, míg a test zsírtartalma szignifikánsan csökkent a kontroll csoport egyedeihez viszonyítva. Ugyanakkor a test zsírtartalma nagyobb arányban csökkent, mint ahogyan annak fehérje tartalma nőtt.

A konjugált linolsav hatása a zsírsejtekre

Egereken, patkányokon, hörcsögökön, sertéseken és embereken végzett kísérletek eredményei szerint a zsír depók csökkentésének módszere lehet a KLS táplálékkal való adagolása, melynek következtében, például a patkányok zsírsejteinek mérete csökken, miközben a számuk változatlan marad. Rágcsálókban a KLS a preadipociták proliferációját gátolja, az emberben és a sertésben viszont nem befolyásolja azt (Mersmann, 2001). A KLS t10c12 izomerje specifikus hatású a zsírsejtekre. Az 1. ábra szerint az izomer elsődlegesen a lipoprotein-lipáz (Choi és mtsai., 2000; Bretillon és mtsai., 1999), valamint a sztearoil-koenzim A deszaturáz (Park és mtsai., 1997; Park és mtsai., 2000) enzimek aktivitását közvetett úton csökkenti, így gátolja a zsírsejtekbe a lipid beépülést.

1. ábra

A t10c12 KLS hatása a preadipocitára és az adipocitára (Pariza és mtsai., 2001)

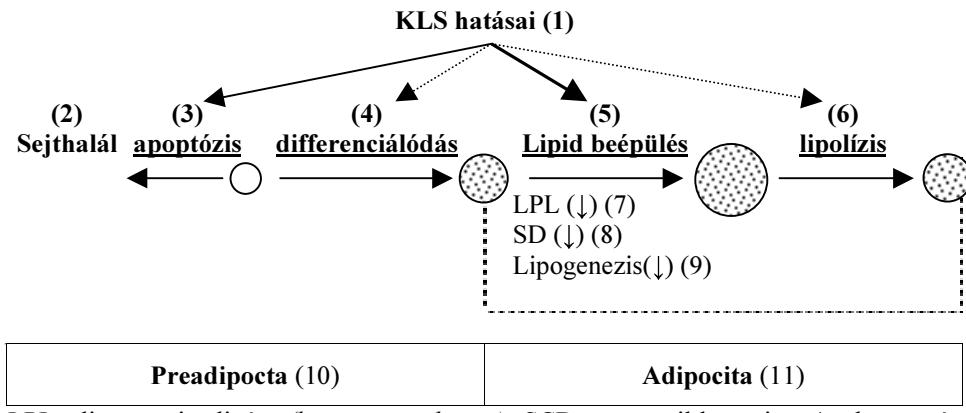


Figure 1: The effect of t10c12 CLA on adipocytes and preadipocytes

CLA effects(1), Cell death(2), Apoptosis(3), Differentiation(4), Lipid filling(5), Lipolysis(6), LPL(7), SDC(8), Lipogenesis(9), Preadipocyte(10), Adipocyte(11)

Pariza és mtsai. (2001) in vivo és in vitro kísérletek alapján feltételezik, hogy egépreadipocitákban a KLS apoptózist okozhat. A KLS (különösen a t10c12 izomer) feltételezett hatása a preadipocita differenciálódás gátlása. Bár Ding és mtsai. (2000) in vitro sertés zsírszövetben elérte eredményei szerint stimulálja azt, de ezt meggyőzően in vivo kísérletek eredményei nem igazolták. Jelenlegi ismeretek szerint a lipolízis mértékét nem növeli a KLS, viszont a fő hatásának köszönhetően - az adipociták zsírfelvételének gátlása miatt - a lipolízis mértékét befolyásolhatja. A KLS izomer hatásának vizsgálatakor nem szabad figyelmen kívül hagyni a zsírsejtek mikrokörnyezetét, lokalizációját és élettani funkcióját. Mindezt alátámasztják a sertésekben végzett kísérletek eredményei, amelyek szerint a KLS a szubkután zsírszövet mennyiségét csökkenti, miközben nő az intramuskuláris zsír aránya (Dugan és mtsai., 1999).

A konjugált linolsav hatása a vázizomra

A KLS vázizomzatra gyakorolt hatásáról még kevesebb információ áll rendelkezésre, mint a zsírszövet esetében. Egereknél Park és mtsai. (1997) bizonyították, hogy a KLS-hatására a vázizomzatban a *karnitin-palmitin transzferáz* enzim aktivitása nő, mely megnövekedett β -oxidációhoz vezethet. Feltételezik továbbá (Pariza és mtsai., 2000), hogy a KLS-nek szerepe van az izom mennyiségeinek fenntartásában és növelésében, amely az immunfunkcióval is kapcsolatban van.

Takarmányértékesítés, növekedés, vágott test összetétel

Broilerekben (Badinga és mtsai., 2001) a takarmánykiegészítőként adagolt KLS szignifikánsan csökkentette a takarmány felvételt, de a takarmány értékesülése jobb volt, mint a kontroll csoportoké. A KLS a combizom zsírtartalmát 30%-kal csökkentette, ennek következtében a vágott test hús:zsír aránya 45%-kal javult. Broilerekben a KLS kiegészítés a színhús mennyiséget a zsír mennyiség rovására növeli, ami újszerű stratégiát jelent a vágott test zsírmennyiségenek csökkentésére és a baromfi hús minőségének javítására. Corino és mtsai. (2001) vizsgálatai szerint 172 kg átlagos élősúlyban vágott sertések növekedésére, a vágott test és a hús minőségre nem volt szignifikáns hatása az átlagosan 97 kg élősúly elérése után takarmányba kevert KLS-nek, ugyanakkor a sonka zsírszövetének zsírsav-összetételét szignifikánsan befolyásolta. Az eredmények azt mutatták, hogy a SAFA és a KLS-tartalom szignifikánsan nőtt, míg az egyszeresen telítetlen zsírsavak aránya csökkent. Lee és mtsai. (1999) vizsgálati eredményei szerint sertéseknek vágás előtt 4 héten át adagolt KLS kiegészítés szignifikánsan megnövelte a karaj KLS-tartalmát. A megnövekedett KLS-tartalommal megegyezően szignifikánsan nőtt az arachidon-, a palmitin-, linol-, és mirisztinsav aránya, míg az olajsav-aránya csökkent. Az eredmények azt sugallják, hogy a KLS a Δ^9 deszaturáz enzim aktivitását gátolja. A takarmány kiegészítésként sertések takarmányába kevert KLS segítségével, a karaj KLS mennyisége növelhető, ezáltal módosítható a zsírsavösszetétel és gátolható a lipid oxidáció. A kiegészítésként adott KLS növeli a sertések zsírsavösszetételének palmitin- és sztearinsav, míg csökkenti az olaj-, a linol-, a linolén- és az arachidonsav mennyiségett. Úgy tűnik, hogy a KLS jótékony zsírarány csökkentő hatását a vágott testben csak a hizlalás befejező szakaszában fejt ki (Ramsay és mtsai., 2001). Swan és mtsai. (2001) szerint a takarmány kiegészítő KLS eltérő hatású a sertések elsőrendű húsrészeiben. A karaj színhúsmennyiséget növeli, a sonkáét viszont nem befolyásolja. A hasszalonnában növekszik a fehérje és a víz aránya, a zsír arányának csökkenése mellett, mely fogyasztói szempontból sokkal kedvezőbb szalonna minőséget eredményez.

Thiel-Cooper és *mtsa*. (2001) sertésekkel a hizlalás befejező szakaszában végzett kísérleti eredményei szerint a takarmány KLS mennyiségek növelésével lineárisan nőtt a napi súlygyarapodás, a napi takarmányfelvétel azonos szinten maradása mellett. A zsírdepók csökkentésével párhuzamosan nőtt a szalonna keménysége és kevesebb veszteség származott a kivágott hájból. A KLS beépülése a húsba pozitívan befolyásolja a fogyasztók egészsegét. A KLS javítja a takarmányértékesítő képességet sertésekben, csökkenti a hátsalonna vastagságot, márványozottabb és keményebb (szilárdabb) lesz a hasssalonna. A korai poszt mortem időszakban alacsonyabb a pH, ami nagyobb L* értékeket eredményez a hasssalonnában. A takarmányértékesítő képesség javítása és a hátsalonna vastagság csökkenése kedvezőbb hús minőségi tulajdonságokkal a sertés hús termelés gazdaságosabbá és jövedelmezőbbé válását segíti elő, ha a takarmány 0,75%-ban KLS-t tartalmaz (*Wiegand*, 2001).

Beitz (2000) a takarmányba kiegészítésként KLS-t keverve azt tapasztalta, hogy a húsból is megnőtt a KLS mennyisége. Sertéssel és szarvasmarhával végzett kísérletei szerint nőtt a hízoállatok súlygyarapodása, a vágott test színhústartalma, viszont amíg a sertéshúsból a márványozottság és a hátsalonna vastagsága nőtt, addig a szarvasmarhában ellentétes hatást tapasztalt. A zsírsav-összetételt illetően a marhahúsból csökkent a mirisztinsav és az olajsav, nőtt a sztearin sav és a linolénsav mennyisége. A telített zsírsavak mennyisége is csökkent, miközben a sertéshúsból a mirisztinsav és a sztearin sav mennyisége nőtt, az olajsav és a linolénsav mennyisége csökkent. Összességében tehát a sertéshúsból a telített zsírsavak mennyisége nőtt.

Enser és *mtsa*. (1999) vizsgálatai rámutattak, hogy az n-3 többszörösen telítetlen zsírsavakat tartalmazó lenolaj és halolaj kiegészítésként történő etetésekor a charolais keresztezett bikák húsában a KLS-tartalom nőtt, ezzel megegyezően nőtt a humántáplálkozás szempontjából kedvezőtlen transz C18:1 zsírsav mennyisége is, bár a növekedés mértéke lenolaj esetében kisebb. Az izom KLS és a transz C18:1 zsírsav tartalma között r=0,62 szorosságú kapcsolatot mutattak ki.

Poulson és *mtsa*. (2001) angus keresztezett bikákat két hizlalási periódusban négy csoportba osztva hizlaltak. Az előkészítő szakaszban az első a második és a harmadik csoport egyedeinek takarmányozása során a tömegtakamány:abrak aránya 60:40 volt. A negyedik csoport egyedeinek lucernaszénát adtak. A hizlalás befejező szakaszában az első és második csoportban az adagolt tömegtakarmány abrák aránya 15:85, ezen kívül a második csoport egyedei bendővédett KLS-t is kaptak. A harmadik és negyedik csoport egyedeit legeltették, a legelőfű nagy része perjéből és csomós ebírból állt. Vágás után húsmintákat vettek az ágyék és fartájékról, továbbá meghatározta a zsírvökösséget. A harmadik és negyedik csoport egyedeinek húsa - melyeket a hizlalás befejező szakaszában legeltettek – 275, ill. 470%-kal több C18:1 transz zsírsavat tartalmazott, mint az első csoport egyedei. A C18:1 cisz zsírsav esetében az egyes csoportok között nem volt szignifikáns eltérés. A negyedik csoport egyedeinek húsa, melyek csak tömegtakarmányt fogyasztottak, 550%-kal több c9t11 KLS-t tartalmazott, szemben a harmadik csoport egyedeivel, melyek csak a befejező szakaszban legeltek. A bendővédett KLS etetése kis mértékben növelte a hús KLS tartalmát. Szignifikáns növekedés csak a fartájékról vett mintákban volt kimutatható. A kísérlet eredményei alapján csak tömegtakarmányt fogyasztó vagy legeltetett állatokban növelhető a KLS mennyiség a húsból.

Ivan és *mtsa*. (2001) juhokban végzett kísérleti eredményei szerint - a takarmányba kiegészítésként kevert - linolsavban gazdag napraforgó olaj a rekeszizomból, a combizomból, és a rostélyosból vett szövetmintákban szignifikánsan növelte a KLS tartalmat. Eredményeikből megállapították, hogy a napraforgó olaj csökkenti a bendő

mikrobák számát és a palmitinsav arányát a zsírban, növeli viszont az izom és zsírszövet linolsav és KLS tartalmát.

Egyéb hatások

A KLS immunválasz és enzim aktivitást módosító hatásának vizsgálata napjainkban került az állattenyésztési kutatások középpontjába. *Corino* és *mtsaï*. (2001) a nyulak zsírszöveteiben a KLS hatását vizsgálták a lipogenikus enzimek aktivitására. A takarmányba kevert KLS az enzimek aktivitását módosítja. Az *acetil-koenzim A karboxiláz* aktivitását szignifikánsan csökkenti a perirenalis és interscapularis zsírszövetekben, míg a *glükóz-6-foszfát dehidrogenáz* aktivitását növelte a vese körüli zsírszövetben. *Bontempo* és *mtsaï*. (2001) választott malacokban kimutatták, hogy a KLS az immunválasz paramétereit befolyásolja. A vérben a lizozim és az immunglobulin-G mennyiségét szignifikánsan növeli a takarmányba kevert nagyobb mennyiségű KLS. *Bassaganya-Riera* és *mtsaï* (2001) megállapították, hogy a korai választású malacokban a KLS a celluláris immunválaszt és a limfociták proliferációját serkenti. *Weber* és *mtsaï*. (2001) eredményeik alapján úgy vélik, hogy 9 héten keresztül a választás után malacok takarmányához 0,6% KLS-t keverve, az nem befolyásolja effektive a növekedést, de a KLS módosítja a humorális immunválaszt. Nagyobb antitest koncentrációt mértek a *Mycoplasma hyopneumoniae* esetében KLS kiegészítésnél, mint a KLS kiegészítést nem kapó kontroll csoportban.

KÖVETKEZTETÉSEK

- A humántáplákozási igényeknek megfelelő húsminőség biztosítása nagy kihívást jelent az állatnemesítők, állattenyésztők és az élelmiszer-előállítók számára. Így a hús zsírtartalmának csökkentése mellett megkezdődtek a próbálkozások a zsírsav-összetétel módosítására is.
- A humán-egészségre gyakorolt pozitív - antikarcinogén, antioxidáns, antiateroszklerotikus, antimutagén, antidiabetikus - hatása miatt, kívánatos a hús konjugált linolsav tartalmának növelése.
- Kísérletes vizsgálatok szerint a hús KLS-tartalma takarmányozással befolyásolható. A takarmányba kevert KLS hatására nő a hús KLS-tartalma, de a beépülést a tömegtakarmány/abrák aránya és a takarmány PUFA összetétele (n-6, n-3) is befolyásolja.
- A KLS hatására megváltozik a testösszetétel, ebből következően a hasított test összetétele is. A vágott testben lévő színhús mennyisége nő, míg a zsírtartalma csökken, módosul a zsírsav-összetétel, bár az egyes fajok esetében ellentétes tendenciák tapasztalhatók.

IRODALOM

- Badinga, L., Selberg, K.T., Corner, C.W., Miles, R.D. (2001). Performance and lipid deposition in broilers fed conjugated linoleic acid. *J. Anim. Sci., Suppl.* 1. 194.
- Bassaganya-Riera, J., Hontecillas-Magarzo, R., Bregendahl, K., Wannemuehler, M.J., Zimmerman, D.R. (2001). Effects of dietary conjugated linoleic acid in nursery pigs of dirty and clean environments on growth, empty body composition and immune competence. *J. Anim. Sci.*, 79. 714-721.
- Beitz, D. (2000). Does dietary conjugated linoleic acid improve meat quality? *J. Anim. Sci., Suppl.* 1. 23.

- Beermann, D.H. (2001). Product overview: Meat products. *J. Anim. Sci., Suppl.* 1. 140.
- Berdeaux, O., Christie, W.W., Gunstone, F.D., Sebedio, J.L. (1997). Large-scale synthesis of methyl cis-9,trans-11-octadecadienoate from methyl ricinoleate. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 74. 1011-1015.
- Bontempo, V., Corino, C., Scianimanico, D., Magni, S. (2001). Dietary conjugated linoleic acid (CLA) influence the immune response in weanling piglets. *J. Anim. Sci., Suppl.* 1. 194.
- Bretillon, L., Chardigny, J.M., Gregoire, S., Berdeaux, O., Sebedio J.L. (1999). Effects of conjugated linoleic acid isomers on the hepatic microsomal desaturation activities in vitro. *Lipids*, 9. 965-969.
- Bruce, A. (1994). Opening lecture. 45th Annual Meeting of the EAAP, Edinburgh.
- De Smet, S., Raes, K., Demeyer, D. (2001). Meat fatty acid composition as affected by genetics. Belgian Association for Meat Science and Technology Conference „Healthier meat in future?!” Ghent, 44-58.
- Cassens, R.G. (1999). Contribution of meat to human health. 45th ICoMST, Yokohama, Japan, 642-648.
- Csapó J., Vargáné Visi É., Csapóné Kiss Zs., Szakály S. (2001a). Tej és tejtermékek konjugált linolsav-tartalma. I. definíció, előfordulás, a tej konjugált linolsav-tartalmát befolyásoló tényezők. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 3. 95-106.
- Csapó J., Vargáné Visi É., Csapóné Kiss Zs., Szakály S. (2001b). Tej és tejtermékek konjugált linolsav-tartalma II. Irodalmi összefoglaló. A sajt, a vaj, egyéb tejtermékek és más élelmiszerök konjugált linolsav-tartalma. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 4. 13-21.
- Csapó J., Vargáné Visi É., Csapóné Kiss Zs., Szakály S. (2001c). Tej és tejtermékek konjugált linolsav-tartalma III. Irodalmi összefoglaló. A konjugált linolsavak és a tejsír biológiai hatása; konjugált linolsavak az emberi szervezetben. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 4. 23-38.
- Chin, S.F., Liu, W., Storkson, J.M., Ha, Y.L., Pariza, M.W. (1992). Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognised class of anticarcinogens. *J. Food Comp. Anal.*, 5. 185-197.
- Chin, S.F., Storkson, J.M., Albright, K.J., Cook, M.E., Pariza, M. W. (1994). Conjugated linoleic acid is a growth factor for rats as shown by enhanced weight gain and improved feed efficiency. *J. Nutr.*, 124. 2344-2349.
- Christie, W.W., Dobson, G., Gunstone, F.D. (1997). Isomers in commercial samples of conjugated linoleic acid. *J. Nutr.*, 124. 694-701.
- Shorland, F.B., Weenink, R.O., Johns, A.T. (1955). Effect of the rumen on the dietary fat. *Nature*, 175. 1129.
- Choi, Y.J., Kim, Y.C., Han, Y.B., Park, Y., Pariza, M.W., Ntambi, J.M. (2000): The trans-10,cis-12 isomer of conjugated linoleic acid downregulates stearoyl-CoA desaturase 1 gene expression in 3T3-L1 adipocytes. *J. Nutr.*, 130. 1920-1924
- Claus, R. (1991). Meat and consumer preferences in Europe: demography, marketing issues. The European meat industries in the 1990's. (Ed: Smulders F.J.M.) 1991, Utrecht, ECCEAMST, Audet Tijdschriften, Nijmegen, 217-246.
- Corino, C., Mourot, J., Pastorelli, G., Bontempo, V. (2001). Dietary conjugated linoleic acid (CLA) influence the lipogenic enzyme activities in adipose tissue and liver of rabbit. *J. Anim. Sci., Suppl.* 1. 194.
- Corino, C., Bontempo, V., Magni, S., Pastorelli, G., Rossi, R. (2001). Effects of dietary conjugated linoleic acid (CLA) on growth carcass characteristics and meat quality of heavy pigs. *J. Anim. Sci., Suppl.* 1. 195.

- Demeyer, D. (2001). Welcome. Belgian Association for Meat Science and Technology Conference „Healthier meat in future?!” Ghent, 4-7.
- Ding, S.T., McNeel, R.L., Mersmann, H.J. (2000). Conjugated linoleic acid increases the differentiatino of porcine adipocytes in vitro. Nutr. Res., 20. 1569–1580.
- Dormandy, T.L., Wickens, D.G. (1987). The experimental and clinical pathway of diene conjugation. Chem. Phys. Lipids, 45. 353-364.
- Dugan, M.E.R., Aalhus, J.L. (1999). Feeding CLA to pigs: Effects on feed conversion, carcass composition, meat quality and palatability. Advances in Conjugated Linoleic Acid Research. 1. (Eds.: Yurawecz, M.P., Mossoba, M.M., Kramer, J.K.G., Pariza, M.W., Nelson, G.), Champaign: AOCS Press, 354-368.
- Enser, M. (2001). Fatty acid composition and health. Belgian Association for Meat Science and Technology Conference „Healthier meat in future?!” Ghent, 16-25.
- Enser, M., Choi, N.J., Kurt, E., Hallett, K., Wood, J.D. (1999). Conjugated linoleic acid (CLA) in muscle from steers fed different dietary lipids. 45th ICoMST, Yokohama, Japan, 652-653.
- Gormley, T.R., Downey, G., O’Beirne, D. (1987). Food, health, and the consumer. Elsevier Applied Sciences, London.
- Griinari, J.M., Bauman, D.E. (1999). Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. Advances in Conjugated Linoleic Acid Research. 1. M.P.
- Griinari, J.M., Cori, B.A., Lacy, S.H., Chouinard, P.Y., Nurmela, K.V.V., Bauman, D.E. (2000). Conjugated linoleic acid is syntetized endogenously in lactating dairy cows by $\Delta(9)$ -desaturase. J. Nutr., 130. 2285-2291.
- Griswold, K.E., Apgar, G.A., Jakobson, B.N., Frantz, E.D., Robinson, R.A., Ely, J.S. (2001). Effect of corn silage and soybean oil on in vitro production of conjugated linoleic acid (CLA) and 18:1 fatty acids by beef finishing diets. J. Anim. Sci., Suppl. 1. 159.
- Ha, Y.L., Grimm, N.K., Pariza, M.W. (1987). Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. Carcinogenesis, 8. 1881-1887.
- Ha, Y.L., Storrkson, J., Pariza, M.W. (1990). Inhibition of benzo(a)prene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. Cancer Res., 50. 1097-1101.
- Hartog, J.M., Verdouw, P.D., Klokke, M., Lamers, J.M.J. (1987). Dietary mackerel in pigs: effect on plasma lipids, cardiac sarcolemmal phospholipids and cardiovascular parameters. J. Nutr., 117. 1371-1378.
- Holman, R.T., Mahfouz, M.M. (1981). Cis- and trans-octadecenoic acids as precursors of polyunsaturated acids. Prog. Lipid Res., 20. 151-156.
- Ip, C., Chin, S.F., Scimeca, J.A., Pariza, M.W. (1991). Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. Cancer Res., 51. 6118-6124
- Ip, C., Singh, M., Thompson, H.J., Scimeca, J.A. (1994). Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. Cancer Res., 54. 1212-1215.
- Ivan, M., Mir, P.S., Koenig, K.M., Rode, L.M., Neill, L., Entz, T., Mir, Z. (2001). Effects of dietary sunflower seed oil on rumen protozoa population and tissue concentration of conjugated linoleic acid in sheep. Small Rumi. Res., 41. 215-227.
- Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J., Cofrades, S. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. Meat Sci., 59. 1. 5-13.
- Kepler, C.R., Tove, S.B. (1967). Biohydrogenisation of unsaturated fatty acids. J. Biol. Chem., 242. 5686-5692.

- Kepler, C.R., Tucker, W.P., Tove, S.B. (1971). Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. *J. Biol. Chem.*, 246. 2765-2771.
- Lee K.N., Kritchevsky D., Pariza M.W. (1994). Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*, 108. 19-25.
- Lee, J.I., Park, T.S., Ha, Y.L., Shin, T.S., Joo, S.T., Park, G.B. (1999). Effect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) on fatty acid composition and lipid oxidation of pork loin. 45th ICoMST Yokohama, Japan, 452-453.
- Madsen, A., Jakobsen, K., Mortensen, H.P. (1992). Influence of dietary fat on carcass fat quality. A review. *Acta Agric. Scand. Sec. A. Anim. Sci.*, 42. 220-225.
- Martin, S.A., Jenkins, T.C. (2001). Factors affecting conjugated linoleic acid production by mixed ruminal bacteria. *J. Anim. Sci., Suppl.* 1. 159.
- Mersmann, H. (2001). Mechanism for conjugated linoleic acid-mediated reduction in fat deposition. *J. Anim. Sci., Suppl.* 1. 193.
- Mir, Z., Paterson, L.J., Mir, P.S. (2000). Fatty acid composition and conjugated linoleic acid content of intramuscular fat in crossbred cattle with and without Wagyu genetics fed a barley-based diet. *Can. J. Anim. Sci.*, 80. 195-197.
- Moloney, A. (2001). Meat fatty acid composition as affected by feeding. Belgian Association for Meat Science and Technology Conference „Healthier meat in future?!” Ghent, 34-43.
- Padley, F.B., Gunstone, F.D., Harwood, J.L. (1994). Occurrence and characteristic of oils and fats. *The lipid Handbook*. (Eds. Gunston, F.D., Harwodd, J.L., Padley, F.B.) Chapman & Hall, London, 51.
- Park, Y., Albright, K.J., Liu, W., Storkson, J.M., Cook, M.E., Pariza, M.W. (1997). Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids*, 32. 853-858.
- Park, Y., Pariza, M.W. (1998). Evidence that commercial calf and horse sera can contain substantial amounts of trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid. *Lipids*, 33. 817-819.
- Park, Y., Storkson, J.M., Ntambi, J.M., Cook, M.E., Sih, C.J., Pariza, M.W. (2000). Inhibition of hepatic stearoyl-CoA desaturase activity by trans-10,cis-12 conjugated linoleic acid and its derivatives. *Biochim. Biophys. Acta*, 1486. 285-292.
- Pariza, M.W., Ashoor, S.H., Chu, F.S., Lund, D.B. (1979). Effects of temperature and time on mutagen formation in pan-fried hamburger. *Cancer Lett.*, 7. 63-69.
- Pariza, M.W., Park, Y., Cook, M.E. (2000). Mechanisms of action of conjugated linoleic acid: evidence and speculation. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 223. 8-13.
- Pariza, M.W., Park, Y., Cook, M.E. (2001). The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. (Review). *Progr. Lipid Res.*, 40. 283-298.
- Poulson, C.S., Dhiman, T.R., Cornforth, D., Olson, K.C., Walters, J. (2001). Influence of diet on conjugated linoleic acid content of beef. *J. Anim. Sci., Suppl.* 1. 159.
- Pollard, M.R., Gunstone, F.D., James, A.T., Morris, L.J. (1980). Desaturation of positional and geometric isomers of monoenic fatty acids by microsomal preparations from rat liver. *Lipids*, 15. 306-314.
- Raes, K., De Smet, S., Demeyer, D. (2000). Conjugated linoleic acid and polyunsaturated fatty acids in intramuscular fat of Belgian Blue bulls: effect of double-muscling. 46th ICoMST Buenos Aires Argentina, 68-69.
- Raes, K., Ansorena, D., Chow, T.T., Fievez, V., Demeyer, D., De Smet, S. (2001). Introduction of n-3 fatty acids and conjugated linoleic acid into the intramuscular fat of belgian blue double-muscled bulls. 47th ICoMST Kraków, Poland, 114-115.

- Ramsay, T.G., Ecock-Clover, C.M., Steele, N.C., Azain, M.J. (2001). Dietary conjugated linoleic acid alters fatty acid composition of pig skeletal muscle and fat. *J. Anim. Sci.*, 79. 2152-2161.
- Scollan, N. (2001). The healthy beef project. Belgian Association for Meat Science and Technology Conference „Healthier meat in future?!” Ghent, 26-33.
- Shorland, F.B., Weenink, R.O., Johns, A.T. (1955). Effect of the rumen on the dietary fat. *Nature*, 175. 1129.
- Swan, J.E., Parrish, F.C., Jr.Wiegand, B.R., Larsen, S.T., Baas, T.J., Berg, E.P. (2001). Total body electrical conductivity (TOBEC) measurement of compositional differences in hams, loins, bellies from conjugated linoleic acid (CLA)-fed stress genotype pigs. *J. Anim. Sci.*, 79. 1475-1482.
- Takenoyama, S., Kawahara, S., Murata, H., Muguruma, M., Yamauchi, K. (1999). A method for determining 9cis 11trans conjugated linoleic acid and some factors influencing it's contrentations in meats. 45th ICoMST, Yokohama, Japan, 650-651.
- Thiel-Cooper, R.L., Parrish, F.C. Sparks, J.C., Wiegand, B.R., Ewan, R.C. (2001). Conjugated linoleic acid changes swine performance and carcass composition. *J. Anim. Sci.*, 79. 1821-1828.
- Warris, P.H.: Meat Science An Introductory Text. Cabi Publishing, Wallingford, 2000. 295.
- Weber, T.E., Schinckel, A.P., Houseknecht, K.L., Richert, B.T. (2001). Evaluation of conjugated linoleic acid and dietary antibiotics as growth promotants in weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 79. 2542-2549.
- Wiegand, B.R., Parrish, F.C., Swan, J.E., Larsen, S.T., Baas, T.J. (2001). Conjugated linoleic acid improves feed efficiency, decreases subcutaneous fat, and improves certain aspects of meat quality in Stress-Genotype pigs. *J. Anim. Sci.*, 79. 2187-2195.
- Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Richardson, R.I., Sheard, P.R. (1999). Manipulating meat quality and composition. *Nutr. Soc.*, 2. 363-370.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Holló Gabriella

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
7401 Kaposvár, Pf. 16.

*University of Kaposvár, Faculty of Animal Science
H-7401 Kaposvár, P.O.Box 16.*

Tel.: 36-314-155, Fax: 36-82-320-175
e-mail: hollo.gabriella@ct1.atk.u-kaposvar.hu



A KA-HYB sertés nemesítése és teljesítmény-vizsgálati eredményei*

Kovách G.

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ÖSSZEFoglalás

A KA-HYB hibridsertés 1970 óta államilag elismert sertésfajta. Kontinuens hibrid, ennek lényege, hogy meghatározott sorrendben apai vonalakat párosítanak – a rotációs keresztezéshez hasonlóan – a nőivarú állományhoz. A folytatható hibrid-előállítási módszer életképességét bizonyítja, hogy a KA-HYB üzemekben immár a 12-14. kocagenerációt állítják elő. Az apavonalakban a selekción a HVT vizsgálatokra alapozottan végzik, kiegészítve az ÜSTV, az SZFTV és a külleimi bírálatok eredményével. A nemesítő munka során közvetlenül alkalmazzák a kutatások legújabb eredményeit is (CT, MR stb.). Jelenleg vizsgálják a BLUP tenyészérték becslési módszer alkalmazási lehetőségeit. Az eddig elérte eredményeik és a folyamatban lévő fejlesztések várható eredményei alapján a nemesítők úgy vélik, hogy a KA-HYB hibrid-előállítási módszer, továbbá annak gyakorlati megvalósítása hosszútávon biztosítja a folytatható hibridizációt, ezzel együtt a KA-HYB tenyészsertéseket választó kis- és nagygazdaságok versenyképességét, valamint termelési biztonságát.
(Kulcsszavak: KA-HYB hibridsertés, nemesítés, kontinuens hibrid, teljesítmény-vizsgálat, kis- és nagygazdaságok)

ABSTRACT

KA-HYB swine breeding and its connection with the progeny testing

G. Kovách

University of Kaposvár, Faculty of Animal Sciences, H-7401 Kaposvár, Guba S. u. 40.

The KA-HYB swine is a hybrid swine breed that has been officially certified by the state since 1970. It is a continuous hybrid, that like the rotational crossing, there is a determined order in which the male lines are mated with the female lines. It proves the vitality of the method that corporations breeding KA-HYB swine have been reaching the 12th-14th generation of sows. Selection of the male line is based on progeny testing, on-field test, reproductivity and evaluation of conformation testing. Recent scientific methods such as CT, MRI, UHV scanners are also used in the breeding selection program. The predictive value of the BLUP method for genetic evaluation of the breeding lines is presently being investigated. Based on results of previous and ongoing experiments and improvements, it is suggested that the KA-HYB method of breeding due to its practical usefulness inherently secures a continuous hybridization technique that guarantees success and safe productivity for its users.

(Keywords: KA-HYB swine breeding, progeny testing)

* Nemzetközi Sertéstenyésztési Szimpóziumon (Nyitra, 2001. szept. 12-13.) elhangzott előadás.

A KA-HYB HIBRIDsertÉS TENYÉSZTÉSI MÓDSZERE

A KA-HYB hibridsertés nemesítése 1964-ben a mai Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar jogelődjén, az akkor Felsőfokú Mezőgazdasági Technikumban Anker Alfonz vezetésével kezdődött meg. 1968-ban előzetesen elismert, majd 1970. óta államilag elismert hibridsertés fajta.

A hibrid meghatározó jelentőségű a magyarországi sertésállományban. Tenyész-állatként 8 országba – többek között Szlovákiába is – exportálhattuk.

A fajta tulajdonosa a Kaposvári Egyetem Állattudományi Kara, a törzskönyvezést és a fajtafenntartást a GENO-KAHYB Kft. mint „Államilag elismert tenyész” szervezet” végzi.

A KA-HYB hibridsertés kontinuens hibrid, amelynek lényege, hogy meghatározott sorrendben apai vonalakat - a rotációs keresztezéshez hasonlóan – párosítanak a nőivarú állományhoz. Az ily módon előállított keresztezett generáció végterméke és egyben kiinduló anyai bázisa is a további keresztezsnek. A kezdetben híziként tartott kocasüldőket szigorú szelekciós szempontok alapján válogatjuk ki, neveljük tovább, az előzetesen meghatározott apai vonallal való termékenyítésig. A folytatható hibridizációs módszer életképességét bizonyítja, hogy a KA-HYB üzemekben immár a 12-14. kocagenerációt állítják elő a fent leírt elvek szerint, kihasználva az ezzel járó ökonómiai, állategészségi és genetikai előnyöket.

A KA-HYB sertés nemesítésének célja – több mint három évtizede – a minél gazdaságosabb sertéshús-termelés elősegítése. Nemesítő munkánk során a kutatások legújabb eredményeit gyakorlatban alkalmazva, továbbá a legkorszerűbb technikai eszközökkel használva (pl. CT, MR, UH scannerek stb.) törekszünk azokat az igényeket kielégíteni, amelyeket a sertéstartó kis- és nagyüzemek termelési feltételei támasztanak sertéseink genetikai képességeivel szemben.

A genetikai fejlesztő munkánk során az egyes értékmérő tulajdonságokat gazdasági súlyuknak megfelelően kezeljük és igyekszünk javítani az alábbiak szerint:

- az ellenálló képességet és az anyai teljesítményt a tudatosan létrehozott és generációról generációra fenntartott heterozigotitással,
- a növekedési erélyt és a hizodalmassági tulajdonságokat ugyancsak a heterózis hatás kihasználásával, és az alkalmazott szelekciós eljárással együtt,
- a vágottáru minőségének javítását kizárolag szelekcióval érjük el.

A termelés gazdaságosságát érintő lényeges tényező a szaporaság. Javítható szelekcióval, keresztezási hatás kihasználásával és a környezeti tényezők optimalizálásával. A KA-HYB tenyésztségi eljárásban e tulajdonság javítását a tudatosan létrehozott keresztezási effektussal – melyeket a hibridkombinációkban az egymást követő apavonalak közötti genetikai divergencia biztosít – és az exogén tényezők optimalizálásával oldjuk meg. Az említett két feltétel folyamatos biztosításával javíthatjuk a szaporaságot anélkül, hogy az bármely ponton érintené a genetikai előrehaladást, az általunk legsúlypontosabbnak ítélt tulajdonságokban.

A sertéshús-termelés gazdaságossága legerőteljesebben a takarmányértékesítés és a vágóminőség javításával befolyásolható. Takarmányértékesítésben a nemesítői előrehaladást segíti közepes öröklődhetősége, emellett kedvező korrelációs viszonyban áll a növekedési erélyvel és nem áll negatív korrelációban a szaporasággal sem. A folytatható hibridizáció az a nemesítő eljárás, elsősorban nagyüzemi termelési körülmények között, amely a gyors nemzedékváltást is kihasználva, a módszer által biztosított nagy szelekciós intenzitással kiváló lehetőséget nyújt az előrehaladáshoz.

A vágottáru értékét meghatározó tulajdonságok öröklődhetősége közismerten a legnagyobb. Ezen értékünk tulajdonságok szelekcióval történő javítása igen hatékony, mivel a környezeti tényezők és a keresztezési hatások kevésbé befolyásolják. A vágóminőség objektív meghatározása pedig a nemesítő számára megteremti a lehetőséget e tulajdonság komplexen hatékony javításának. Emiatt helyezünk a többi tulajdonságnál nagyobb súlyt az apavonalak nemesítésében a teljesítményvizsgálatok végzésére (HVT, ÜSTV stb.), az eredmények értékelésére és azoknak a szelekcióban való érvényesítésére.

AZ APAI VONALAK TELJESÍTMÉNYVIZSGÁLATI EREDMÉNYEI

Az apai vonalak ivadékvizsgálata az OMMI által ellenőrzött központi telepeken történik a Sertés Teljesítményvizsgálati Kódex előírásai alapján. Az elmúlt ötéves időszakban összesen 3325 ivadék vizsgálatát végeztük, illetve végeztettük el. Célunk, hogy az apai vonalakban minden tenyésztsébe állított koca, illetve kan után értékelhető számú ivadékvizsgálati eredménnyel rendelkezünk.

Vonal-csoport(1)	Típus(2)	Jellemző tulajdonságok(3)
A	nagyfehér(4)	szilárd szervezet, nagy ráma, kitűnő növekedés és jó anyai teljesítmény, stresszrezisztencia(9)
B	bacon lapály(5)	finom csontozat, nagy ráma, kitűnő növekedés vékony szalonna és jó anyai teljesítmény, stresszrezisztencia(10)
C	négysonkás lapály(6)	kitűnő izmolság, ezen belül is az értékes húsrések magas aránya, kedvező fehéráru aránya(11)
D	all round(7)	nagy növekedési erély, jó takarmányértékesítő képesség és kitűnő vágottáru(12)
E	robusztus(8)	kitűnő szervezeti szilárdság és jó anyai teljesítmény, stresszrezisztencia(13)

A KA-HYB sertések nemesítését öt vonalcsoporthoz végezzük. Egy-egy vonalcsoporthoz belül több típusában és teljesítményében közel álló alvonallal rendelkezünk. Az egyes vonalcsoporthoz apai vonalaitól - és az általuk létrehozott hibridkombinációtól – az alábbi tulajdonságokban várunk az átlagosnál jobb eredményt:

Az 1. táblázatban összefoglalt teljesítményvizsgálati eredményekből kitűnik, hogy az egyes apavonalak a velük szemben támasztott követelményeknek eleget tesznek. Kiemelkedő eredményeket mutatnak a vágóminőséget kifejező tulajdonságokban (értékes húsrések aránya, fehéráru aránya). Szembetűnő a vonalak kiegyenlítettsége ezekben a tulajdonságokban. Figyelemre méltó a hizlalási napok számának csökkenése és a takarmányértékesítés javulása is különösen az A és B vonalcsoporthoz.

A nemesítés során nagy figyelmet fordítunk arra, hogy egy időben kevés tulajdonságra szelektálunk. Ezzel biztosítjuk az általunk legfontosabbnak ítélt tulajdonságokban a nagyobb mértékű genetikai előrehaladást. Ezért folyamatosan vizsgáljuk, hogy az ivadékvizsgálatban mért tulajdonságok között milyen összefüggések adódnak. Ezek az összefüggések a genetikai előrehaladás szempontjából milyen irányúak, mennyire szorosak és az egyes tulajdonságok változása milyen mértékű változást von maga után más tulajdonságokban. Ezen vizsgálati eredmények alapján döntjük el, hogy a párhuzamosan ható tulajdonságok közül melyek hagyhatók figyelmen kívül a szelekció során, mivel az egyik tulajdonságra történő szelekció automatikusan javítja a másikat. Ezek a vizsgálatok egyúttal támpontot adnak az ún. antagonisztikusan ható tulajdonságok felderítéséhez.

1. táblázat

**KA-HYB apavonalak hízikonyiségi
és vágási teljesítményvizsgálati (HVT) eredményei**

Vizsgálat éve (1)	Életkor vágáskor (nap)(2)	Előtömeg vágáskor (kg)(3)	Nettó tömeg- gyarapodás (g)(4)	Takarmány értékesítés (kg/kg)(5)	Fehéráru aránya (%)(6)	Értékes hús- részek aránya (%)(7)	HVT index (8)
„A” vonal (9)							
1995.	174	105,1	472	2,90	27,3	50,0	122
1996.	188	105,5	438	2,83	26,0	51,1	120
1997.	169	105,3	491	2,92	28,0	50,0	125
1998.	167	105,2	498	2,77	28,2	49,9	127
1999.	164	104,9	507	2,62	28,4	49,2	130
2000.	162	105,1	518	2,70	28,5	49,0	131
„B” vonal							
1995.	170	105,1	476	2,87	27,1	50,0	123
1996.	182	105,4	441	2,83	26,4	50,3	119
1997.	163	105,4	494	2,90	27,5	50,1	127
1998.	157	106,6	514	2,70	27,6	49,8	132
1999.	155	105,3	523	2,59	27,5	50,0	137
2000.	153	105,1	536	2,55	27,5	49,7	140
„C” vonal							
1995.	182	104,5	454	2,79	25,6	52,0	114
1996.	183	105,4	449	2,88	25,7	51,8	113
1997.	173	105,2	480	2,84	25,2	52,8	121
1998.	174	105,3	476	2,87	26,3	51,5	118
1999.	175	105	475	2,89	26,6	51,1	115
2000.	171	104,5	481	2,77	25,9	51,6	121
„D” vonal							
1995.	178	105,0	462	2,99	27,5	50,3	113
1996.	183	105,5	451	2,92	25,2	51,9	119
1997.	173	105,7	484	3,00	26,1	52,1	123
1998.	176	105,1	467	2,80	26,9	50,7	122
„E” vonal							
1995.	179	103,9	452	2,97	27,3	49,8	113
1996.	192	105,7	425	2,74	24,6	51,6	119
1997.	181	104,4	454	3,04	27,3	50,1	113
1998.	172	105,0	479	2,66	26,8	50,3	125
1999.	173	106,0	474	2,53	29,5	49,1	115
Hibrid							
1999.	177	109,9	524	2,84	28,1	48,8	130
2000.	160	105,2	519	2,75	30,3	47,5	125

Table 1: Progeny testing results of KA-HYB father lines

Year(1), Age at slaughter (day)(2), Live weight at slaughter(3), Daily weight gain(4), Feed conversion(5), Fat(6), Valuable meat parts(7), Breeding index(8), Line(9)

A KA-HYB tenyésztési eljárásban az apai vonalak tagjaitól elsősorban nem adaptációs készséget várunk, hanem olyan ténylegesen additív eredetű genetikai értékeket, melyek a keresztezésben az áratermelő populációk képességjavulásának feltételeit teremtik meg. Mindezek figyelembevételével alakítottuk ki tenyészértékbecslési eljárásunkat, melynek alapján rangsoroljuk tenyészállatainkat. Jelenleg vizsgáljuk a BLUP tenyészértékbecslési módszer alkalmazási lehetőségét apavonalainkban.

2. táblázat

KA-HYB apavonalak üzemi sajátteljesítmény-vizsgálatba (ÜSTV) vont kocasiúldóinek 100 kg vizsgálati testtömegre korrigált átlageredményei

A vizsgálat éve(1)	Egy életnapra eső átlagos testtömeg. gyarapodás (g)(2)	Átlagos hátsalonna vastagság (mm)(3)	Színhús (%) (4)	ÜSTV Index(5)
KA-HYB A				
1995.	534	19,9		122
1996.	532	19,7		122
1997.	534	19,9		122
1998.	545	19,1		128
1998. EUROP	530	-	58,2	125
1999. EUROP	537	-	58,5	127
2000. EUROP	529	-	59,4	129
KA-HYB B				
1995.	527	19,3		123
1996.	529	18,6		127
1997.	509	18,4		125
1998.	512	18,0		127
1998. EUROP	540	-	58,1	127
1999. EUROP	531	-	58,6	127
2000. EUROP	539	-	58,9	129
KA-HYB C				
1995.	504	19,6		117
1996.	504	18,9		120
1997.	498	19,0		119
1998.	519	17,3		131
1998. EUROP	525	-	58,1	115
1999. EUROP	520	-	59,1	117
2000. EUROP	526	-	60,8	124
KA-HYB E				
1995.	514	20,6		113
1996.	492	20,2		111
1997.	459	19,6		107
1998.	523	19,7		120
1998. EUROP	478	-	58,4	107
1999. EUROP	507	-	58,2	112
2000. EUROP	503	-	58,3	112

Table 2: On farm testing results of gilts of KA-HYB father lines (corrigated 100 kg live weight)

Year(1), Daily gain(2), Average back fat thickness(3), Lean meat(4), On farm index(5)

3. táblázat**KA-HYB apavonalak üzemi sajátteljesítmény-vizsgálatba (ÜSTV)
vont kansüldőinek 100 kg vizsgálati testtömegre korrigált átlageredményei**

Vizsgálat éve (1)	Egy életnapra eső átlagos testtömeggyarapodás (g)(2)	Átlagos hátsalonna vastagság (mm)(3)	Színhús (%)(4)	ÜSTV Index(5)
KA-HYB A				
1995.	540	19,6		113
1996.	530	19,6		111
1997.	546	19,3		116
1998.	530	18,7		115
1998. EUROP	559	-	58,4	122
1999. EUROP	567	-	589	125
2000. EUROP	562	-	59,5	126
KA-HYB B				
1995.	546	19,2		116
1996.	547	18,4		120
1997.	544	17,8		123
1998.	569	17,0		132
1998. EUROP	570	-	58,0	122
1999. EUROP	566	-	59,0	125
2000. EUROP	564	-	59,1	124
KA-HYB C				
1995.	539	19,3		114
1996.	522	18,6		114
1997.	524	18,2		117
1998.	500	17,6		115
1998. EUROP	577	-	60,6	125
1999. EUROP	536	-	60,1	115
2000. EUROP	570	-	60,7	123
KA-HYB D				
1995.	557	19,1		111
1996.	540	19,0		108
1997.	520	18,1		109
1998.	517	18,0		109
1998. EUROP	516	-	59,6	113
1999. EUROP	520	-	59,6	114
2000. EUROP	561	-	57,4	115
KA-HYB E				
1995.	539	20,9		115
1996.	528	20,7		113
1997.	514	20,2		113
1998.	-	-		-
1998. EUROP	573		59,0	124
1999. EUROP	510	-	59,1	112

Table 3: On farm testing results of young boars of KA-HYB father lines (corrugated 100 kg live weight)

Year(1), Daily gain(2), Average back fat thickness(3), Lean meat(4), On farm index(5)

AZ IVADÉKVIZSGÁLATI EREDMÉNYEK HASZNOSÍTÁSA

A tenyészállatainkról gyűjtött adatokat törzskönyvben rögzítjük. A tenyészértékbecslés és a párosítások tervezése miatt a legfontosabb adatokat családtörzskönyvben is vezetjük. Ez a módszer az állatok képességeinek genetikai összefüggéseit kollaterális irányban is kiválóan jelzi.

A saját utánpótlást szolgáló koca- és kansüldök esetében az üzemi sajátteljesítmény-vizsgálati (ÜSTV) eredményeket is értékeljük. A minimum szinteket nem teljesítő sertéseket kizártuk a tenyészstésből.

A kan- és kocasüldök 1996-1999. évi ultrahangos vizsgálati és az egy életnapra jutó tömeggyarapodási eredményeit a 2., 3. táblázatban foglaltuk össze vonalcsortonként. Ezek a vizsgálati eredmények is reprezentálják nemesítő munkánk színvonalát. Külön figyelmet érdemel, hogy 1998-tól bevezettük az un. EUROP ÜSTV minősítő rendszert amely a szalonna vastagság és a karaj átmérő alapján színhústartalmat becsül.

A párosítási tervek készítésekor rangsoroljuk törzskanjainkat. A rangsorolásban döntő jelentőségük az ivadékvizsgálati eredmények. Döntéseinkben azonban segítséget nyújtanak a komputer tomográf (CT) nyújtotta vizsgálati lehetőségek, a stresszérzékenység meghatározás (MHS teszt) eredményei, az intramuszkuláris zsír, a húsmínőség mérései adatai továbbá a vágóhídi műszeres minősítési eredmények. A rangsorolást követően kiemeljük a kocák közül a genetikai előrehaladást leginkább biztosító hányadot a kanoknál leírt szempontok szerint. Először ezeket párosítjuk a legértékesebb törzskanjainkkal. Ezek utódaiból választjuk ki a következő nemzedék törzskanjait és törzskocait. Ezt követően párosítjuk a többi kocát úgy, hogy a legértékesebb törzskanjaink maximális kihasználását biztosítsuk.

A meglévő nagy genetikai képességű tenyészállataink mellett természetesen nem mondhatunk le apavonalaink továbbnemesítésében az importok adta lehetőségekről.

Apavonalaink additív jellegű teljesítményszintjének növelését, az egyes országokban tenyészített fajták teljes génbázisaira alapozva, a kiugró teljesítményű egyedek felderítésével, importjával is biztosítjuk.

Az eddig elért és a folyamatban lévő fejlesztések várható eredményei alapján úgy véljük, hogy a KAHYB hibrid előállítási módszer valamint annak gyakorlati megvalósítása hosszútávon biztosítja a folytatható hibridizációt, továbbá a tenyészállatainkat választó sertestaró, ill. –tenyésztiő gazdaságok versenyképességét és termelési biztonságát.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Kovách Gábor

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
7401 Kaposvár, Pf. 16.

University of Kaposvár, Faculty of Animal Sciences
H-7401 Kaposvár, P.O.Box 16.
Tel.:36-314-155, Fax: 36-82-320-175
e-mail: kovachg@mail.atk.u-kaposvar.hu



The product on the breeding pig market in the point of view of marketing

Gy. Kövér, Z. Szakály, G. Kovách

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.

ABSTRACT

In this paper we interpreted the product identity of the general marketing theory on an organizational market like the breeding pig market. The marketing literature describes product levels according to the consumer's value hierarchy. The five levels of Kotler's model were identified. Although we found correspondence between the five-level model and the characteristics of the breeding swine, there is a couple of exception as well. The generic product may not carry the core benefit in case of a breeding pig. The guarantee as an expected characteristic raises the core benefit to the expected product level. Analysing the product identity and identifying the product levels on the breeding swine market helps the sellers on this area to re-evaluate their product policy. Their marketing strategy can be finely tuned to the augmented product level that turned to be the most important one. The competition will become more intense on this level in the near future.

(Keywords: product, marketing, breeding pig market)

ÖSSZEFoglalás

A tenyézsértés-piac termékfogalmának marketing szempontú elemzése

Kövér Gy., Szakály Z., Kovách G.

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.

Megvizsgáltuk, hogy a marketing által használt termékfogalom milyen összefüggésekben értelmezhető egy olyan szervezeti piacon, mint a tenyézsértés-piac. A marketing szakirodalma a termékfogalmat a vevő használati érték hierarchiája szerint szintekre bontja. Azonosítottuk a Kotler-féle termékmodellben szereplő öt termékszintet. A tenyézsüldő mint termék tulajdonságai a termékszintek segítségével értelmezhetőknek bizonyultak, azonban eltérést is tapasztaltunk az elméleti modelltől, ugyanis a tenyézsüldők esetében az elemi hasznat nem feltétlenül hordozza az alaptermék. A garanciatulajdonság egy termékszinttel magasabbra, az elvárt termék szintjére emeli az elemi haszon megvalósulását. A tenyézsértés egyes minőségi jellemzői pedig – magától értehetően – nem biztosíthatók előzetesen. A tenyézsértés-piac termékfogalmának elemzése, a termékszintek pontos meghatározása hozzájárulhat ahhoz, hogy a piacon eladóként fellépő vállalatok újraériékkelhessék termékpolitikájukat. Marketingstratégiajukban pontosabban megcélzhatják a bővíttet termék szintjét, amely az elemzés során a legfontosabbnak bizonyult, hiszen előreláthatóan a piaci verseny ezen a területen fokozódni fog, a közelebbi jövőben el is dőlhet.

(Kulcsszavak: termékfogalom, tenyézsértés-piac, marketing,

INTRODUCTION

The pork-production always has its own importance in the harmonized development of the farm and countryside life. (Sarudi, 1998) The cost effective production of pork in the required quality and quantity is a result of good feeding, health and environmental conditions, advanced farm technology and full knowledge of the nature of swine. (Sarudi, et al., 1999) But it seldom is possible to operate a farm successfully without carefully selected breeding stock with appropriate genetic background. The quality of the herd can be maintained or improved by purchasing or selecting the best offspring of the farm.

It would be hazardous for a pork-producing company to start its own independent genetic research program, since genetic improvement cannot be carried out with a small pig population. It is quite a task to improve all the desirable performance and carcass characteristics at the same time. Some pig breeders make the mistake and devote great selection effort to one trait only.

Analyzing the numbers of the breeding pig market it can be seen that the replacement percentage of the sows calculated on the base of the sold gilts is far from the 30-40%, from the reasonable value of the culling rate of the sows. Although the sow replacement percentage was very low even before the crisis of the 90s, the number of sold boars based on the total number of sows dropped to half of its values in the 80s. The conclusion can be drawn that the unregistered boars are numerous on the pork production farms. The pork producers have not recognized the importance of the male side replacement so far. (Kövér, 1998) So we can say, that the breeders prefer selecting breeding stock replacement from the progeny to the purchase.

One must not forget that it takes only 2-3% from the total cost of the pork production if the pork production enterprise joins a breeding organizations recognized by the government. The breeding organizations offer wide variety on the breeding stock market. The breeding organizations - according to their breeding method - encourage the sow-culling rate on the farms. This way they try to generate higher demand of the gilts and may increase the speed of the genetic improvement of the pig. The number of the sold boars and gilts can measure the size of the Hungarian breeding pig market. In the recent times 3-5000 boars and 30-45000 gilts were sold a year (OMMI, 2000).

To gain a better understanding about the processes of the breeding pig market it is essential to examine the characteristics of the product offered to the market for attention. This study applies marketing strategies to breeding pigs as a product.

The companies usually apply the various tools of marketing mix described by the modern marketing theory. The most popular four-factor classification of the marketing mix tools is shown in *Figure 1*. Although the all the four factors have its own role, the literature of the marketing emphasizes the importance of the product (Bauer-Berács, 1992, Kotler, 1991).

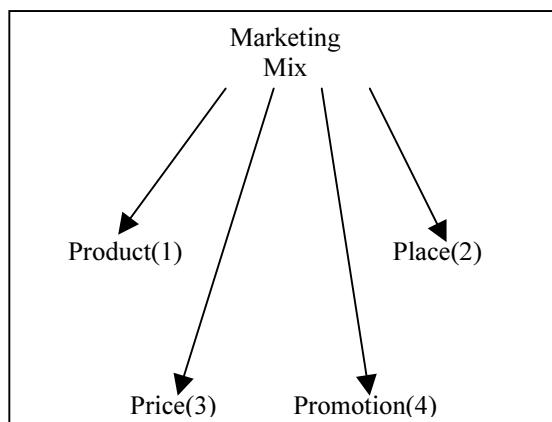
Our aim in this study is to examine the key element of the breeding pig market, the product. First of all Lehota and Tomcsányi (1994) - referring to Meulenberg - pointed out that the marketing on the agricultural area lagged behind the level of development of the general marketing theory. Among the reasons they mention

- The link between the agricultural producers and the final consumer is very weak or practically nonexistent. It is especially true in the case of the breeding pig market.
- The influence of the institutional regulations to the agricultural marketing is quite significant. We can mention the regulations in the area of animal welfare, hygiene and financial subsidiary.

The other reason of the analysis is that while today's competition essentially takes place at the product-augmentation level, in less-developed countries at the expected product level (*Kotler*, 1991).

Figure 1

The Four Ps of the Marketing Mix (*Kotler*, 1991)



1. ábra: A marketing mix négy eleme

Termék(1), Hely(2), Ár(3), Promóció(4)

LEVELS OF A PRODUCT

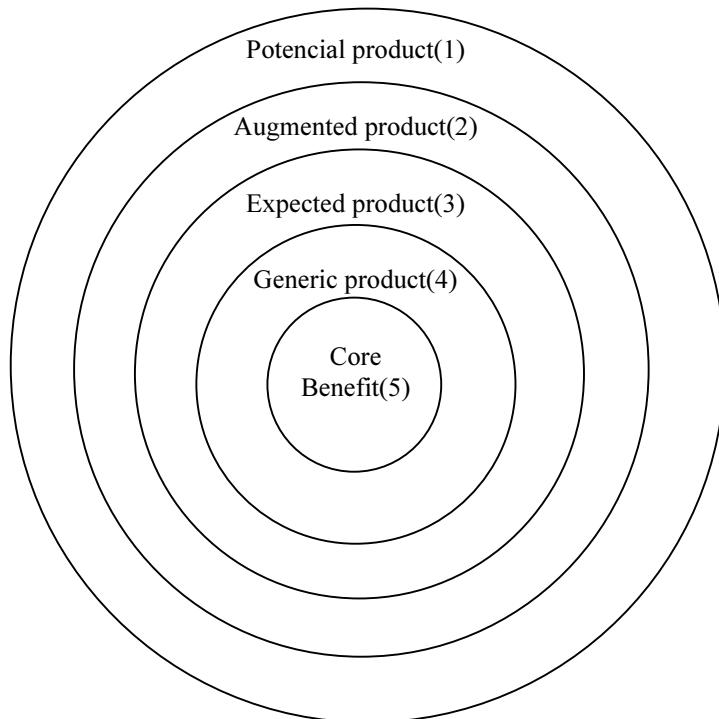
The key element of the marketing mix has been examined in detail by the respected authors of the marketing literature (*Kotler*, 1991, *Levitt*, 1983).

Kotler (1991) defines the product as follows: "A product is anything that can be offered to a market for attention, acquisition, use, or consumption that might satisfy a want or need." In planning its market offer or product, the marketer needs to think through five product levels (Figure 2). The five levels represent the consumer value hierarchy.

The product is a complex concept for both the seller and the buyer. The customer is really buying the core benefit that has been turned into a generic product by the marketer. The expected product on the third level includes all the attributes and conditions the buyers normally expect and agree to. During the competition the marketers prepare the augmented product. Namely they include additional services and benefits that go beyond the buyers' usual expectation. At the fifth level stands the potential product, all of the augmentations and transformations that this product might undergo in the future.

Figure 2

The five levels of the product. Source: Kotler 1991, 430 p.



Forrás (Source): Kotler, 1991

2. ábra: A termék öt szintje

Potenciális termék(1), Bővített termék(2), Elvárt termék(3), Alaptermék(4), Elemi haszon(5)

The core benefit

The core benefit is the fundamental service that the customer is really buying. Without this characteristic the product is not able to fulfil its intended purpose. The pork producing enterprise is really buying the promise of the economically produced pork. It is true even if the purpose of the purchase is not slaughter pig production, but to contribute with some desired characteristics to the buyer's breeding program. This promise was stressed upon in an advertisement of one of the foreign hybrid swine producing company that seems to be quite familiar with the different tools of the marketing. The advertisement communicated the idea of a breeding sow with its lifetime production of 67 offspring and a total of 7-ton live weight. Even if their competitors may remark that the 7-ton is not an outstanding value, the message is clear. It focuses on the core benefit.

The generic product

The core benefit has to be turned into a basic version of the product, namely the generic product. The generic products on the market we focus on are the boars and the sows. It is

worth to remark that usually no mature animal is offered for sale on the breeding swine market. A sow is too old at the time of qualification and a boar qualified by the results of its progeny is too valuable to offer to the competition. The generic product of the breeding swine market has a special characteristic. No one can foretell exactly the breeding capacity of any animal. The purchased boar may fail to settle sows; the purchased sow may fail to come in heat, or may fail to settle in second service. So the generic product of the breeding pig market may carry only the promise of the core benefit.

Table 1

Main characteristics of the expected product

Main characteristics of the expected product	
Record keeping(1)	Appearance(5)
Breed(2)	Breeding guarantee(6)
Breeding index(3)	Health state(7)
Own performance(4)	

1. táblázat: *A tenyézsértés „elvárt termék” fonto-sabb tulajdonságai*

Törzskönyvezés(1), Fajta(2), Tenyézsziuldő index(3), ÜSTV index(4), Küllem(5), Termékenységi garancia(6), Egészségügyi status(7)

The expected product

According to *Bauer-Berács* the core benefit provided by the generic product in itself is not sufficient. The expected product is the set of attributes and conditions the buyers normally expect and agree to in buying the product. These further attributes can be for example quality, design, features, branding and packaging. These concepts apply essentially to the market of consumer goods and some of them still wait for interpretation in the area of the breeding swine market. The most important characteristics of a breeding pig as expected product could be found in *Table 1*.

- There is no way foretelling accurately the breeding capacity of an animal. Perhaps the most important characteristic of the expected product is the guarantee system. The hazards of buying breeding stock can be largely eliminated if the seller guarantees the animals to be breeders. In practise it means that the seller shall make replacement, or refund purchase price of any boar proved to be a non-breeder, provided he is returned to the seller's farm in healthy condition and satisfactory state of flesh. Similar conditions can be found at selling gilts or bred sows. These terms are included in the *Code of Fair Practise* that is suggested by the National Association of Swine Records (USA) for use in swine transactions (*Carrol-Krider, 1956*). The sellers on the Hungarian breeding swine market usually offer similar terms of guarantee.
- Producing large litters, making rapid gains, feeding efficiency, lean-meat percentage of the slaughter pigs and stress sensitivity are high breed dependent characteristic of the pig. Using a careful selection of the different breeds is an important factor in the success of the breeding program of the breeder.
- The selection of the new breeding stock should be based on the value of the animal own performance test and on the complex index value of the parents performance including the progeny test results. Boars are usually sold with the highest index values since the market requires only the fraction of the male progeny.

- The appearance of the pig is also very important to the buyer. Hungarian breeders prefer white colour, long body, six or seven well-developed teats on each side and strong legs without any defect. It is a basic requirement that the seller's herd should be registered with the pedigree of the animal in question and knowledge of the breeding performance of its parents is available. The seller's herd should be free of the four most important diseases (Aujeszky, leptospira, brucellosis, PRRS). The last two requirements are supported by the financial subsidiary system as well.
- As the generic product is nothing but a complete promise of the core benefit, so the expected product without the guarantee is only a promise of a good quality and an economical amount of slaughter pig.

The augmented product

The level of augmentation depends on the activity of the producer. The seller offers more than the buyer expects due to competition in market sales. (Bauer-Berács 1992) These additional services and benefits distinguish the company's offer from competitors' offer. Looking at the buyer's total consumption system the marketer will recognise many opportunities for augmenting its offer. However each augmentation cost money. The company has to ask whether the customer is willing to cover the extra cost.

One of the most effective methods for augmentation is the crossbreeding. Crossbreeding is used to increase the number and performance of the offspring. As the parental breeds become more genetically distinct the amount of heterosis is expected to increase. Crossbreeding offers various opportunities for augmenting the breeding swine as a product.

Table 2

Main characteristics of the augmented product

Main characteristics of the augmented product	
Hybrid parents(1)	Computer program(11)
Homogenous offspring(2)	Feed (12)
Selling grandparents(3)	Consultations (13)
Continuous crossbreeding(4)	Financial terms (14)
Sow qualifications (5)	Boar renting (15)
Sow selection(6)	Boar replacement(16)
Large quantities(7)	Stress insensitivity (17)
Several breeds on a farm(8)	Gene markers (18)
Bred sows(9)	Immunity against diseases (19)
Printed material(10)	

2. táblázat: A bővített termék jellemző tulajdonságai

Hibrid szülőpár(1), Egyöntetű utódok(2), Nagyszülők értékesítése(3), Folyamatos hibridizáció(4), Koca minősítés(5), Koca szelektálás(6), Eladás nagytételben(7), Több fajta egy telepről(8), Vemhes koca(9), Formanyomtatványok(10), Számítógép-program(11), Takarmány(12), Szaktanácsadás(13), Fizetési könnyítések(14), Bérleti konstrukció(15), Kancsere(16), Stresszmentesség(17), Génmarkerek(18), Rezisztencia(19)

The advantages of crossbreeding can be utilised even by those enterprises that based on purebred breeding stock. However the benefits of crossbreeding can be really exploited only if the enterprise joins to an accepted hybrid company. A successful crossbreeding program should provide high repeatability values of offspring-performance. The reproduction abilities of the hybrid swine are regularly tested and evaluated by the National Institute for Agricultural Quality Control (NIAQC) (OMMI, 2000).

- 80 percent of the Hungarian breeding stock market belongs to the hybrid swine producers. The advantages of the hybrid vigour is exploited also by one of the international companies that advertises its breeding stock emphasising on that the offspring are uniform and become ready for slaughtering simultaneously and in shorter time. Their competitors thereupon remarked that the lean meat percentage is below the best values.
- Beside the indisputable advantages of the hybrid parents we have to mention their disadvantage as well. Because of the regular culling of the sows and sires continuous replacement is necessary. It is a common consent among the swine breeders that the main source of risk is exposing the herd to various infections. Purchasing a breeding swine always means another chance of infection. The amount of the animal transfer can be reduced considerably, if the hybrid company is willing to sell the grandparent generation.
- Since the culling and the replacement is unavoidable buying only sires can be the solution. The continuous hybridisation is widely accepted in Hungary by the slaughter pig producers. Sows are to be purchased only once at the beginning, when the owner populates the herd. The numbers of boars required a year is insignificant and their separation for a few weeks after purchase can be solved without any difficulties. The breeding stock provider company usually takes part in qualifying and selecting the sow replacement as an augmentation of the product.
- Purchasing a large number of sows as replacement can be avoided even if the crossbreeding program of the enterprise is based on purebred populations. Usually these companies maintain a large purebred herd that provides the sow replacement.
- Besides the effect of heterosis one can find other means of augmentation on the breeding swine market.
- The quantity of breeding stock offered for purchase. The buyer may prefer another seller to the usual one just because of the required number of sows is not available from one herd only. The main reason behind the decision of the purchaser is the wish to reduce the chance of infections.
- Another buyer prefers purchasing the required two boars from the same farm even if they are from the lower quality to buying two high quality boars from two different farms.
- If the buyer is planning to populate a new farm with swine, there is the possibility of buying bred sows. These sows already proved to be breeders. They will sooner farrow pigs producing earlier income to the farmer.
- Sometimes computer programs and printed materials for record keeping are included in the seller's offer.
- The major factor in the cost of producing hogs is feed. Feed costs make up approximately 65-75 percent of the total cost of swine production. The sellers of the breeding swine market are trying to get orders of swine feed and augment their offer with feed delivery.
- Consultations and advices are very useful especially about expensive, sensitive animals. Questions about technology, feeding, reproduction may arise even after the

purchase and the augmented product may include post sale services as well. In some extreme cases after examining the buyer's experience and conditions the seller may try and talk the buyer out of the purchase saving him or her a lot of losses. Inexperienced buyer is not able to keep sensitive animals and the failure of the buyer affects the reputation of the seller.

- The international companies often augment their offers with different financial terms that are advantageous for the buyer. Sometimes the most expensive boars can be rented. The rented boar can be even replaced without additional costs when a better boar is available.

The examples above are far from a complete list of the augmentation possibilities. A lot of other characteristics of the breeding swine could be discussed, like stress-sensitivity, gene marker technology, resistance, or immunity against certain diseases etc.

Augmented benefits become expected benefits

The characteristics of the augmented product soon become expected benefits. The successful features soon will be included in the competitors' offer. Examples from the breeding pig market are:

- Nor boars neither bred sows can be sold without the guarantee that the animals are breeders. No breeding pigs can be sold from farms that are not free from the most dangerous diseases. These characteristics nowadays really belong to the expected product.
- Stress sensitivity often responsible for the losses during transportation and for the unfavourable meat quality. The stress sensitive animals may die as a consequence of inconsiderate or unusual treatment. Unfortunately it is quite common that stress sensitivity is paired with some other favourable traits, like high lean meat percentage and high daily gain. Stress sensitivity has a higher rate among the pigs in the more muscular breeds, but can be found even among the large white pigs as well. With careful selection work the breeder can exclude totally this disadvantageous trait from a large white herd. In the last few years only stress insensitive large white pigs were sold in Hungary, and this feature now belongs to the expected product.

Potential product

Potential product stands for all the augmentations and transformations that a product might undergo in the future. The potential product points to the possible evaluation of the augmented product. Quite a few pig breeders can see no potential product on the Hungarian breeding pig market. In their opinion we have every different breed and hybrid of swine of the world, so nothing new can be expected. These opinions also support the statement about the undeveloped agricultural marketing mentioned in the introduction. After analysing the levels of product we can point out that several new feature will be expected in the future.

The sellers are not willing to tell much about their plans, even the literature of the marketing says very little about the potential product.

Even in this case certain changes can be foretold. The regulations in the area of subsidizing, environment are expected to be changing during the joining to the EU. On the European breeding pig market we can find some products that are missing from Hungary. For example the fattening of the young boars is common in Ireland and in the UK. Beside strict technology the feeding efficiency and muscle building abilities of the male side can be utilized. Slaughtering the male pigs at the proper age then marinading or smoking the meat parts can help avoiding the unwanted male odour (*Házas-Vagyón*, 1989).

CONCLUSION

The marketing on the agricultural area is lagged behind the level of development of the general marketing theory. This is especially true on those areas like the breeding pig market that has no direct connection to the final consumer. In this paper we interpreted the product identity of the general marketing theory on an organizational market like the breeding pig market. The five levels of *Kotler's* model were identified. Although we found correspondence between the five-level model and the characteristics of the breeding swine, there is a couple of exception as well.

Total quality control is possible in the production process of most products. The breeding swine is different. No one can foretell the breeding performance of an animal. The generic product may not carry the core benefit in case of a breeding pig. The guarantee as an expected characteristic raises the core benefit to the expected product level.

Analysing the product identity and identifying the product levels on the breeding swine market helps the sellers on this area to re-evaluate their product policy. Their marketing strategy can be finely tuned to the augmented product level that turned to be the most important one. The competition will become more intense on this level in the near future.

REFERENCES

- Bauer A., Berács J. (1992). Marketing. Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetem. Budapest. 1. fejezet. 5-22. 5. fejezet. 121-127.
- Carrol, W.E., Krider, J.L. (1956). Swine production. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Házas Z., Vagyón L. (1989). Hízási és vágási teljesítmény-különbségek hízósertéseknel ivartól függően. Szaktanácsok, 1. 17-21.
- Kotler, P. (1991). Marketing management. Prentice-Hall International Editions.
- Kovács J. (1984). Sertéstenyésztők kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Kövér Gy., Paál, J., Kárpáti, J. Radnóczki L. (1998) Aspects of breeding pig production between 1993 and 1997 in Hungary. VI. Nemzetközi Agrárökonomiai Napok, Gyöngyös. 299- 304.
- Lehota J., Tomcsányi P. (1994). Agrármarketing. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 1.1 fejezet. 5-16.
- Levitt, T. (1983). The marketing imagination. The Free Press, New York 73.
- OMMI (2001). A sertéstenyésztés 2000. évi eredményei. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet. Budapest 1-127.
- Sarudi Cs.(1998). Harmonized development of the farm economy and of the countryside. Szerk.: Csapó J., Acta Agraria Kaposváriensis. Kaposvár. 1998. PATE ÁTK, 2. (1) 87-101.
- Sarudi Cs., Szakály S., Szakály Z., Széles Gy.(1999). Ökonomische Zusammenhänge der Qualitäts-production in der Tierhaltung in Ungarn. Regulation of AnimalProduction in Europe, International Congress in Wiesbaden. May 9-12. 334-335.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Kövér György

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar

7401 Kaposvár, Pf. 16.

University of Kaposvár, Faculty of Animal Sciences

H-7401 Kaposvár, P.O.Box 16.

Tel.: 36-314-155, Fax: 36-82-320-175

e-mail: kover@mail.atk.u-kaposvar.hu



E-vitamin kiegészítés hatása növendék pulykák testsúlygyarapodására, antioxidáns státuszának változására és a hús oxidatív stabilitására

Weber M., Mézes M.

Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Takarmányozástani Tanszék, 2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.

ÖSSZEFoglalás

A szervezetben zajló lipidperoxidációs folyamatokat és az antioxidáns védőrendszer egyes tagjainak (E-vitamin tartalom, glutation-peroxidáz aktivitás) változását követtük nyomon növendék bakpulykákban a nevelés időszaka alatt. Vizsgáltuk az életkorral összefüggő változásokat és az E-vitamin kiegészítés hatását. Megállapítottuk, hogy a vérplazma malondialdehid tartalma 10 hetes korban mutatott maximum értéket, míg a májban ez már 4 hetes korban bekövetkezett. Ebben az időpontban a glutation-peroxidáz minimum értéket mutatott. E-vitamin kezelés hatására a malondialdehid tartalom csökkent, a glutation-peroxidáz aktivitás lényegében nem változott. Az izom oxidatív stabilitása E-vitamin kezelés hatására jelentősen javult, hasonlóképpen a testtömeg gyarapodás értéke is.

(Kulcsszavak: pulyka, E-vitamin, malondialdehid, glutation-peroxidáz)

ABSTRACT

Effect of vitamin E supplementation on the body weight gain, changes of antioxidant status and on the oxidative stability of meat in growing turkey

M. Weber, M. Mézes

Szent István University, Faculty of Agricultural & Environmental Sciences, Department of Nutrition
H-2103 Gödöllő, Páter K. 1.

The changes of lipid peroxidation processes and some part of the antioxidant defence system (amount of vitamin E, activity of glutathione peroxidase) were studied during the growing period in turkey tombs measuring the age-dependent changes and the effect of vitamin E supplementation on this system. It was found that the malondialdehyde content of blood plasma showed a maximum value at 10 weeks of age, while it was found at 4 weeks of age in liver. At the same age glutathione peroxidase showed the lowest activity. As an effect of vitamin E supplementation the amount of malondialdehyde decrease while the activity of glutathione-peroxidase did not change substantially. Oxidative stability of meat increased markedly as effect of vitamin E supplementation also increase the value of body weight.

(Keywords: vitamin E supplementation, body weight gain, oxidative stability, meat, turkey)

BEVEZETÉS

A pulyka fajnál az egész életciklus alatt meglévő folyamatos és intenzív tömeggyarapodás az egyik oka annak, hogy a pulykaágazat rohamos fejlődésnek indul. A sejtek, szövetek és szervek fejlődését a szervezetben zajló anyagcseré folyamatok során folyamatosan keletkező vegyületek befolyásolják, amelyek elektron-szerkezeti tulajdonságaik miatt kémiaiag igen reaktívak. Ezek közé tartoznak az ún. oxigén szabad gyökök és az ezeket tartalmazó vegyületek is. Ezek hatására a szervezetben kontrollálatlan peroxidációs folyamatok indulnak be, amelyek főként a lipideket károsítják, ezért lipid-peroxidációnak nevezik. A lipidek oxidációja a szervezetben további hasonló folyamatokat – fehérje és DNS károsodás – indukálhat, ezért az élő szervezet rendelkezik a lipidperoxidációs folyamatokat fiziológiai szinten tartó rendszerrel, amelyet összefoglaló néven antioxidáns védőrendszernek neveznek (Mézes és Matkovics, 1986).

A posztnatális fejlődés során számos olyan hatás éri a szervezetet, amely fokozza egyrészt a lipidperoxidációs folyamatok intenzitását, másrészt pedig csökkenti az antioxidáns védőrendszer aktivitását. Ezek közé tartozik például a nagy növekedési intenzitás, a takarmányok nem az állat aktuális szükségletének megfelelő mennyiségű antioxidáns ellátottsága vagy valamely klinikai tüneteket még nem mutató gyulladásos folyamat vagy fertőzés, illetve a szervezetet éró elháríthatatlan stresszhatás. Ehhez társul továbbá az is, hogy a pulykában már az embrionális fejlődés során is jelentős mennyiségű többszörösen telítetlen zsírvak akkumulálódik, amely így a posztnatális élet során is fokozottan érzékenyé teszi a lipidperoxidációs folyamatok iránt (Surai et al., 1999).

A lipidperoxidációs folyamatok intenzitásával a fentiek alapján a termelési paraméterek közül a tömeggyarapodás, a takarmányértékesítés valamint a takarmányfelvétel mértéke függ össze.

A kontrollálatlan peroxidációs folyamatok ellen az élővilágban nagyon hatékony védekező mechanizmus, az antioxidáns védőrendszer jött létre. Az enzimatikus védőrendszer elemei közé tartozik a szuperoxid aniont hidrogén-peroxidával alkító szuperoxid-dizmutáz, a hidrogén-peroxidot bontó kataláz valamint a peroxidázok csoportja, ahova a jelen kísérletben is vizsgált glutation-peroxidáz (Erdélyi et al., 1999) is tartozik. Megkülönböztetünk emellett ún. regeneráló (repair) enzimeket is. Ezek szerepe, hogy azokat a szubsztrátokat regenerálják - elsősorban redukálják -, amelyek az oxidatív reakciókhöz oxigén akceptorként szükségesek. Ez utóbbi csoportba tartozik, pl. a glutation-reduktáz, amely NADPH, mint hidrogén donor segítségével a glutation-diszulfidot redukálja glutationná (Mézes, 1990). Az antioxidáns enzimek elsősorban a citoszolban aktívak, illetve az adott reakcióban résztvevő vegyületek nem szubsztrátjai a specifikus enzimeknek, így azokban vesznek részt, vagy egyéb más ok miatt - pl. a membrán foszfolipidek közvetlen, *in situ* védelme - szükség van a szervezetben olyan kis molekula-tömegű, vízoldékony, illetve lipidoldékony anyagokra is, amelyek összességekben a nem enzimatikus védőrendszert alkotják (Niki, 1987). A vízoldékony antioxidánsok közé sorolhatók pl. az aszkorbinsav, a glutation, a purinbázisok, és számos szintetikus vegyület. A zsíroldószerben oldódó antioxidánsok közé tartoznak az izoprenoid vegyületek, a kinonok, a szterolok és a többszörösen telítetlen zsírsavak is (Slater, 1976). Legismertebb közülük az E-vitamin, amely a sejtek membránjainak lipid frakciójában található. Antioxidáns tulajdonságán kívül bizonyított membránstabilizáló hatása is, ugyanis fizikailag is kapcsolódik annak foszfolipidjeivel (Scott, 1980; Burton és Traber, 1990) és segít a membránok normál élettani funkcióinak fenntartásában (Mézes, 2000). Az E-vitaminnak a membránok stabilizálása és a foszfolipidek védelme révén szerepe van az izmok, majd a hús oxidatív stabilitásának fenntartásában is (Marusich, 1978). Az E-vitamin

elnevezés lényegében csak az α -tokoferolra vonatkozik, amely a tokoferol család biológiaileg leghatékonyabb képviselője (*Burton és Traber, 1990*).

A takarmányokban lévő tokoferolok még felszívódás előtt nagymértékben lebomlanak és inaktiválódnak, így csak kis részük szívódik fel biológiaileg aktív formában (*Mézes, 1987*). A szövetek csak kismértékben képesek raktározni a tokoferolokat és ennek is csak kb. 30%-a mobilizálható és használható fel a későbbiekben. Az E-vitamint a legnagyobb mértékben azok a szövetek igénylik, ahol a legintenzívebb az anyagcsere (*Surai, 1999*).

Az elvégzett vizsgálatok célja - az E-vitamin, a lipidperoxidációs folyamatok, valamint a glutation peroxidáz enzim vizsgálatán keresztül - annak megállapítása volt, hogy a nevelési időszak során milyen irányú és mértékű változások következnek be a növendék pulyka szervezetében, az általánosan alkalmazott tartási és takarmányozási technológia körülményei között a lipidperoxidációs folyamatok intenzitásában és az antioxidáns anyagok mennyiségeiben, illetve aktivitásában. Az E-vitamin kiegészítéssel célunk volt továbbá korábbi adatok megerősítése, illetve annak megállapítása, hogy hatására megnövelhető-e a pulykahús oxidatív stabilitása.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az állatállomány British United Turkey Big 6-os hímivarú pulykákból állt. A mintavételek (10 állat/csoport/ alkalom) napos kortól kezdődően a vágásig tartottak – a takarmányozási és tartási technológia alapján – előre meghatározott időpontokban, kéthetente.

Az állatok egy csoportja a második vizsgálatSOROZAT alkalmával E-vitamin kiegészítést kapott, ivóvízbe keverhető Esvex Oral Solutio (Abbott) formájában, minden esetben 10 l ivóvízhez 1 ml mennyiségen. Előzetes számítások alapján (az egyes állatok napi vízfogyasztását és a készítmény E-vitamin tartalmát alapul véve) a nevelési időszak alatt átlagosan hetente 100 mg E-vitamin/állat többlet jutott a szervezetbe.

A mintagyűjtés mindenkit vizsgálati sorozatban februártól júliusig terjedő időszakban történt. Így közel azonos időjárási (és egyéb, évszaktól függő) hatások érték az állatokat, ezzel ki lehetett küszöbölni az ezekből adódó különbségeket.

A vérmintákat a keléstől kezdődően a vágóhídra szállításig kéthates időközönként vettük a szárnyvénából, gyárilag folyékony heparinnal kezelt csövekbe.

A vérmintákat szállítás előtt és közben hűtött közegben (kb. +4°C) tartottuk, majd 2500 fordulatszámon 10 percig történő centrifugálással elválasztottuk az alakos elemeket a vérplazmától. A vörösvérsejtekhez 9-szeres mennyiségi desztillált vizet adtunk, így készítve a vörösvérsejt (vvt.) hemolizátumot. A mintákat a mérések elvégzéséig -20°C-on tároltuk. A vérplazma mintákat az elválasztást követően szintén lefagyaszottuk és -20°C-on tároltuk a vizsgálatok elvégzéséig.

A májmintákat az első vizsgálatSOROZATban – a vérmintákhoz hasonlóan – két-hetente vettük, közvetlenül az elvéreztetés után.

Az izomszövet-mintákat a hizlalási időszak végén, a vágás alkalmával, a vágóhídon, a kopasztás utáni fázisban nyertük a comb csípő felőli hátsó részéről (m. pectoralis). A mintákat azonnal lefagyaszottuk, és mind a szállítás, mind a – maximálisan 1 hónapig történő – tárolás alatt is fagyaszta -20°C-on tároltuk.

A mérés napján, közvetlenül a mérések előtt történt a szövetminták homogenizálása 9×-es mennyiségi 4°C-os fiziológiai sóoldatban Ultra Turrax (Donau Lab AG.) homogenizátorral, majd a malondialdehid tartalom meghatározásához az eredeti homogenizátum, a glutation-peroxidáz aktivitás, illetve a fehérjetartalom méréséhez a homogenizátum 10.000 g felülűsző frakciójának (centrifugálás 10.000 g, 20 perc, 4°C) felhasználásával történtek a mérések.

A lipidperoxidáció szintjének meghatározását a malondialdehid (MDA) tartalom savanyú közegben való 2-tiobarbitursavas meghatározással végeztük. A vérplazma és a vörösvérsejt hemolizátum esetében Placer et al. (1966), a szövet homogenizátumnál pedig Mihara et al. (1980) módszerét követtük.

Az antioxidáns rendszer vizsgálata a glutation-peroxidáz aktivitás meghatározásával történt, amely vér- és szövetmintákban eltér. Az enzim aktivitás meghatározása végpontos direkt assay segítségével zajlott kumol-hidroperoxid és redukált glutation koszubsztrátok felhasználásával (Matkovics et al., 1988).

A fehérjetartalom meghatározása biuret-reakciójával történt (Weichselbaum, 1948) a vérplazma és a vvt. hemolizátumban. A májhomogenizátum 10.000 g felülűsző frakciójának fehérje tartalma Folin-Ciocalteau-féle fenol reagenssel került meghatározásra (Lowry et al., 1951). Standardként tojásfehérjéből a mintákkal azonos módon kezelt kereskedelmi kontrollt (Randox, Cork) használtunk a biuret-reakcióhoz, a Folin-fenol reagenshez pedig szarvasmarha szérum albumint (Reanal, Budapest).

Jelen vizsgálatsorozatban Biesalski et al., (1983) leírását követtük az E-vitamin meghatározásánál, mind a vérplazmában, mind a szövetmintákban. A méréseket HPLC készülékkel végeztük egyfázisú normál oszloppal metanol:víz (97:3) mobil és oktadecilszilika stabil fázissal. A detektálás 330 nm-en spektrofotometriásan történt.

Az eredmények értékeléséhez az átlag és szórás (SD) értékét számítottuk minden vizsgált paraméterben. A csoportok közötti különbségek átlagértékeinek összehasonlítása Student kétmintás „t” teszttel történt Excel 7.0 program segítségével.

EREDMÉNYEK

A vérplazma E-vitamin tartalma (*1. táblázat*) a 12. életkorai hetet követően lényegesen magasabb értéket mutatott az előző hetekhez képest. Megjegyzendő, hogy ebben az utolsó időszakban hasonlóan magas volt az E-vitamin szint az etetett takarmányban is (*2. táblázat*).

1. táblázat

A vérplazma E-vitamin tartalmának változása az életkor függvényében

Életkor (1)	E-vitamin tartalom (2) mg/l
Napos (3)	1,42±0,23
2 hetes (4)	0,96±0,25**
4 hetes (5)	0,65±0,30*
6 hetes (6)	0,71±0,15
8 hetes (7)	1,25±0,23**
10 hetes (8)	1,33±0,33
12 hetes (9)	1,45±0,43
14 hetes (10)	10,89±1,46***
16 hetes (11)	18,10±2,13***

Szignifikancia szintek (*Levels of significance*): * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001

Table 1: Changes of vitamin E content of blood plasma according to age

Age(1), Vitamin E content(2), Day-old(3), 2 weeks(4), 4 weeks(5), 6 weeks(6), 8 weeks(7), 10 weeks(8), 12 weeks(9), 14 weeks(10), 16 weeks(11)

2. táblázat**A vizsgálati időszak alatt etetett takarmányok mért E-vitamin tartalma**

Táp típusa (1)	E-vitamin tartalom (2) mg/kg
Indító táp (3)	28,15
Nevelőtáp I. (4)	30,90
Nevelőtáp II. (5)	30,20
Befejezőtáp I. (6)	18,30
Befejezőtáp II. (7)	34,65

Table 2: Measured vitamin E content of feeds using during the period of investigation

Type of complete feed(1), Vitamin E content(2), Starter(3), Grower I.(4), Grower II.(5), Finisher I.(6), Finisher II.(7)

A májhomogenizátum malondialdehid tartalma a 2 hetes állatokban mutatta a legkisebb értéket, amely a maximumát a 4. életkor hétre érte el (3. táblázat) amikor egyúttal a glutation-peroxidáz aktivitás minimum értéket mutat. A későbbiekben az enzim aktivitás lassan növekedett, a malondialdehid szint csökkenése, majd ismételt emelkedése mellett.

3. táblázat**A májhomogenizátum malondialdehid tartalmának és glutation-peroxidáz aktivitásának változása az életkor függvényében**

Életkor (1)	Malondialdehid tartalom (2) μmol/g	Glutation-peroxidáz aktivitás (3) E/g fehérje tartalom
Napos (4)	2,24±0,78	10,43±0,95
2 hetes (5)	1,92±0,69	14,63±1,10**
4 hetes (6)	5,95±0,44***	9,37±0,73***
6 hetes (7)	2,18±0,55***	11,97±0,35**
8 hetes (8)	1,26±0,38***	12,76±2,33
12 hetes (9)	5,30±0,21***	11,50±0,37

Szignifikancia szintek (Levels of significance): * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001

Table 3: Changes of malondialdehyde content and glutathione peroxidase activity of liver homogenate

Age(1), Malondialdehyde content(2), Glutathione-peroxidase activity(3), Day-old(4), 2 weeks(5), 4 weeks(6), 6 weeks(7), 8 weeks(8), 12 weeks(9), Levels of significance(10)

A vérplazma malondialdehid tartalma szignifikáns mértékű növekedést a napos és 2 hetes életkor között, majd ugyancsak szignifikáns csökkenést a 12. életkor hétén mutatott. E-vitamin kezelés hatására a vérplazma malondialdehid tartalma a 12. héten történt mintavételtől eltekintve alacsonyabb volt (4. táblázat).

A vérplazma glutation-peroxidáz aktivitása általában annak malondialdehid tartalmával ellentétesen változott, a napos és a 6 hetes kor között csökkent. E-vitamin

kezelés hatására jelentősen alacsonyabb aktivitást mértünk, ennek értéke a 14. életkorban héten számottevő volt (4. táblázat).

4. táblázat

A vérplazma malondialdehid tartalmának és glutation –peroxidáz aktivitásának változása az életkor függvényében és E-vitamin kezelés hatására

Életkor (1)	Malondialdehid tartalom (2) μmol/l		Glutation-peroxidáz aktivitás (3) E/g fehérje tartalom	
	Kontroll (4)	E-vitamin kiegészített (5)	Kontroll (4)	E-vitamin kiegészített (5)
Napos (6)	0,97±0,34		11,50±3,40	
2 hetes (7)	4,10±1,36 ^c		8,60±3,69 ^a	
4 hetes (8)	4,42±1,23		6,92±1,12	
6 hetes (9)	5,23±2,43		6,04±0,75	
8 hetes (10)	3,16±0,50 ^a	1,93±0,14***	6,13±0,87	7,01±1,03
10 hetes (11)	4,34±0,64 ^a	3,60±0,65*	5,56±0,57	7,12±2,02
12 hetes (12)	1,76±0,74 ^c	3,51±0,23***	5,00±0,73	5,66±1,53
14 hetes (13)	3,05±0,38 ^c	2,94±0,20	7,78±1,95 ^b	2,83±0,20***
16 hetes (14)	2,75±0,98	1,86±0,71	7,33±0,96	5,63±0,79**

Szignifikancia szintek (*Levels of significance*): Azonos oszlopból a betűjelzés a megelőző időponthoz viszonyított különbséget jelöli. (*Superscript letters in the same column means the level of significance as compared to the previous age group.*)^a P<0,05; ^b P<0,01; ^c P<0,001; Azonos sorban a jelzés a kontroll és az E-vitamin kiegészített csoport közötti különbséget jelöli. (*The mark in the same row means the level of significance as compared the control to the treated group*) * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001

Table 4: Changes of blood plasma malondialdehyde content and glutathione peroxidase activity according to age and vitamin E supplementation

Age(1), Malondialdehyde content(2), Glutathione-peroxidase activity(3), Control(4), Vitamin E supplemented(5), Day-old(6), 2 weeks(7), 4 weeks(8), 6 weeks(9), 8 weeks(10), 10 weeks(11), 12 weeks(12), 14 weeks(13), 16 weeks(14)

A vörösvérsejt hemolizátum malondialdehid tartalma a vizsgálati időszak alatt lényeges változást nem mutatott. Az E-vitamin kiegészítés hatására jelentős változást nem tapasztaltunk (5. táblázat). A vörösvérsejt hemolizátum glutation-peroxidáz aktivitása maximum értéket a 6., míg minimum értékeit a 4. és a 14. héten mutatott. Az E-vitamin kiegészítés hatására általában alacsonyabb értékeket kaptunk (5. táblázat).

Az izomszövet E-vitamin tartalma az ivóvíz E-vitaminnal történt kiegészítése hatására jelentősen megnőtt (6. táblázat), bizonyítva az E-vitamin szöveti akkumulációját. Az E-vitamin tartalom változása mellett, csökkent az izom - azonos tárolási időt követően mért - malondialdehid tartalma és glutation-peroxidáz aktivitása is az E-vitamin kiegészítés hatására (6. táblázat).

5. táblázat

A vörösvérsejt hemolizátum malondialdehid tartalmának és glutation –peroxidáz aktivitásának változása az életkor függvényében és E-vitamin kezelés hatására

Életkor (1)	Malondialdehid tartalom (2) μmol/l		Glutation-peroxidáz aktivitás (3) E/g fehérje tartalom	
	Kontroll (4)	E-vitamin kiegészített (5)	Kontroll (4)	E-vitamin kiegészített (5)
Napos (6)	2,92±0,23		2,69±0,32	
2 hetes (7)	2,63±0,21		2,34±0,65	
4 hetes (8)	2,25±0,25		1,79±0,61	
6 hetes (9)	2,80±0,26		5,03±1,64 ^c	
8 hetes (10)	2,60±0,11	2,40±0,16	2,03±0,14 ^c	3,89±0,59***
10 hetes (11)	2,51±0,38	2,22±0,23	3,91±0,80 ^c	1,22±0,23***
12 hetes (12)	2,33±0,18	2,68±0,46	2,91±1,04 ^a	2,72±0,78
14 hetes (13)	2,34±0,44	2,34±0,44	1,83±0,81 ^a	2,10±1,24
16 hetes (14)	2,56±0,23	2,32±0,27	3,39±1,53 ^b	1,70±0,37**

Szignifikancia szintek (*Levels of significance*): Lásd 4. ábra (*See Figure 4.*)

Table 5: Changes of red blood cell haemolysate malondialdehyde content and glutathione-peroxidase activity according to age and vitamin E supplementation

Age(1), Malondialdehyde content(2), Glutathione-peroxidase activity(3), Control(4), Vitamin E supplemented(5), Day-old(6), 2 weeks(7), 4 weeks(8), 6 weeks(9), 8 weeks(10), 10 weeks(11), 12 weeks(12), 14 weeks(13), 16 weeks(14)

6. táblázat

Az izomszövet E-vitamin és malondialdehid tartalmának valamint glutation-peroxidáz aktivitásának alakulása E-vitamin kiegészítés hatására

Paraméter / Csoport (1)	Kontroll (2)	E-vitaminnal kiegészített (3)
E-vitamin tartalom (4) μg/g	0,71±0,39	1,14±0,33**
Malondialdehid tartalom (5) μmol/g	1,82±0,56	1,29±0,39*
Glutation-peroxidáz aktivitás (6) E/g fehérje tartalom	1,55±0,44	1,41±0,21

Szignifikancia szintek (*Levels of significance*): * P<0,05; ** P<0,01

Table 6: Vitamin E and malondialdehyde content also glutathione-peroxidase activity of skeletal muscle after vitamin E supplementation

Parameter/group(1), Control(2), Vitamin E supplemented(3), Vitamin E content(4), Malondialdehyde content(5), Glutathione peroxidase activity(6)

Az 1. ábrán látható, hogy a kontroll csoport egyedei kevésbé jó gyarapodási eredményeket értek el, mint az E-vitaminnal kezelt egyedek. A testtömeg-gyarapodás tekintetében egyre inkább felülmúlták azokat az egyedeket, amelyek nem részesültek kiegészítésben. A hizlalási idő végére az E-vitaminnal kezeltek javára átlagosan **0,52 kg** lett a különbség.

1. ábra

A testsúly alakulása normál takarmányon tartott és E-vitamin kiegészítésben részesült bakpulykáknál

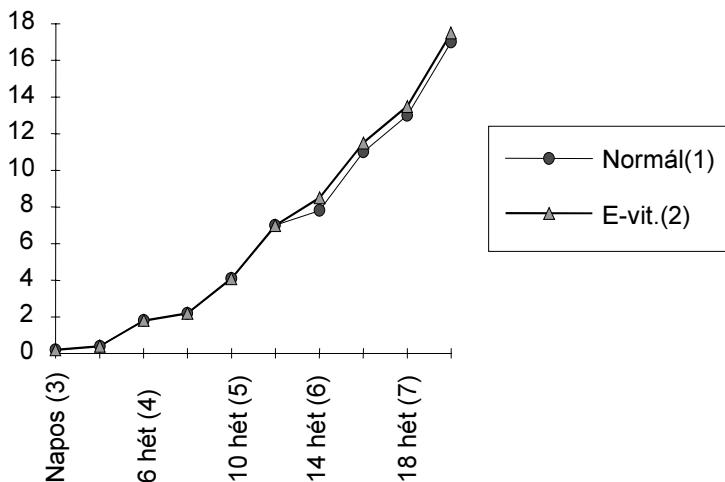


Figure 1: Changes of body weight of turkey bucks kept on normal and vitamin E supplemented feed

Normal feed(1), Vitamin E supplemented feed(2), Day old(3), 6 weeks(4), 10 weeks(5), 14 weeks(6), 18 weeks(7)

KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgálat eredményei alapján levonható az a következtetés, hogy a pulykaállományok aktuális lipidperoxidáció szintje és glutation-peroxidáz aktivitása jelentősen eltérő lehet az egyes vizsgálati sorozatok között még azonos genotípusú állatok esetében is. Az eltérés oka – bár a glutation-peroxidáz enzim esetében annak lehet genetikai háttere is – feltehetőleg az anyai valamint az utód állományok takarmányainak antioxidáns ellátottsága lehet. Ennek háttere lehet többek között a takarmányok szelén tartalma is, lévén a glutation-peroxidáz szelén tartalmú metalloenzim és a szelén mennyisége az enzim aktivitását jelentősen befolyásolja (Erdélyi et al., 1999).

A malondialdehid tartalomban illetve a glutation-peroxidáz aktivitásban mért változások azt mutatják, hogy minden olyan időszakban, amikor – bármely ok miatt – csökken a glutation-peroxidáz aktivitása, akkor enyhébb-erőteljesebb mértékben megnő a lipidperoxidációs folyamatok intenzitását jelző malondialdehid mennyisége. Ez a tendencia különösen a máj esetében érzékelhető. A változások a glutation redox rendszer kiemelt fontosságát bizonyítják a szövetek antioxidáns védelmében (Sies, 1986).

Takarmányozási szempontból kritikusnak a vizsgálat eredményei alapján a 4-6 hetes időszak tekinthető, amikor jelentősen megnő a malondialdehid szint, amellyel a glutation-peroxidáz aktivitás valamint a vérplazma E-vitamin szintjének csökkenése is társul. Ez az időszak a növekedés szempontjából is kiemelkedően intenzív szakasznak tekinthető, ami a változások egyik lehetséges magyarázata, amelyet korábban más baromfi fajokban (házityúk, lúd) is tapasztaltunk (Mézes, 1997). Az intenzív növekedés ugyanis a szervezetben zajló metabolikus folyamatok befolyásolása révén hat a szabadgyök termelési folyamatokra is (Mézes és Matkovics, 1986). A 10–12 hetes életkor után ugyanakkor a lipidperoxidációs folyamatok lassú csökkenése, az antioxidáns rendszer (glutation-peroxidáz aktivitás, E-vitamin tartalom) növekedése is észlelhető, amely egyidejűleg következik be a növekedési intenzitás lassúbb ütemével. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy a takarmány E-vitamin tartalma is jelentősen nagyobb volt ebben az időszakban.

Az E-vitamin kiegészítés hatására lényeges változásokat a vérben és a májban nem észleltünk, amelynek oka feltehetően az lehet, hogy az állatok takarmánya már tartalmazta az adott növekedési intenzitáshoz társuló életfolyamatokhoz szükséges menynyiségű E-vitamint. Az izom (hús) esetében ugyanakkor jelentősen csökkent a malondialdehid tartalom, ami egybevág más korábbi adatokkal (Gray et al., 1996). A hús E-vitamin tartalma szintén növekedett, ami azért érdekes, mert egyes korábbi adatok szerint (Wen et al., 1996) annak mennyisége a tárolás alatt csökken.

IRODALOM

- Biesalski, H.K., Ehrental, W., Gross, M., Hafner, G., Harth, O. (1983). Rapid determination of retinol (vitamin A) in serum by high pressure liquid chromatography. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, 53. 130-137.
- Burton, G.W., Traber, M.G. (1990). Vitamin E: antioxidant activity, biokinetics, and bioavailability. *Annu. Rev. Nutr.*, 10. 357-82.
- Erdélyi M., Mézes M., Virág Gy. (1999). A szeléndependens glutation-peroxidáz enzimek az állati szervezetben. Szerkezet, funkció, szabályozás. *Biokémia*, 23. 82-88.
- Gray, J.I., Gomaa, E.A., Buckley, D.J. (1996). Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Sci.*, 43. S111-S123.
- Lowry, O.H., Rosenbrough, N.J., Farr, A.L., Randall, R.J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193. 265-275.
- Marusich, W.L. (1972). Vitamin E and keeping quality of poultry and pork products. Roche Information Services, Roche, Nutley, N.J. 29.
- Matkovics B., Szabó L., Sz.Varga, I. (1988). Lipid peroxidáció és redukált glutation anyagcsere enzimek aktivitás meghatározása biológiai mintákban. *Lab. Diagn.*, 15. 248-250.
- Mézes, M., Matkovics, B. (1986). A lipidperoxidáció molekuláris mechanizmusa és mennyiségi mérése. In: Csaba Gy. szerk. A biológia aktuális problémái. Medicina, Budapest 34, 61-105.
- Mézes, M. (1987). Investigations of vitamin E transport of different age groups of domestic fowl. *Bull. Univ. Agric. Sci.*, Gödöllő, 59-64.
- Mézes, M. (1990). Methods for the investigation of lipid peroxidation and the biological antioxidant defence mechanism. Akadémiai Kiadó, Budapest, 157-168.

- Mézes, M. (1997). A lipidperoxidáció fokának és egyes antioxidáns enzimek aktivitásának változása a korai posztnatális fejlődés során házityúk és lúd faj vérében és májában. Állatteny. Takarm., 46. 73-77.
- Mézes, M. (2000). Antioxidáns vitaminok a baromfi-takarmányozásban. Takarmányozás, 13-16.
- Mihara, M., Uchiyama, M., Fukuzawa, K. (1980). Thiobarbituric acid value of fresh homogenate of rat as parameter of lipid peroxidation in ageing, CCl₄ intoxication and vitamin E deficiency. Biochem. Med., 23. 302-311.
- Niki, E. (1987). Antioxidants in relation to lipid peroxidation. Chem. Phys. Lipids, 44. 227-253.
- Placer, Z.A., Cushman, L.L., Johnson, B.C. (1966). Estimation of product of lipid peroxidation (malonyl dialdehyde) in biochemical systems. Anal. Biochem., 16. 359-364.
- Scott, M.L. (1980). Advances in our understanding of vitamin E. Fed. Proc., 39. 2736-2739.
- Sies, H. (1986). Biochemistry of oxidative stress. Agnew. Chem. Int. Ed., 25. 1058-1071.
- Slater, T.F. (1976): Free radical mechanism in tissue injury. Prion Books, London, 217-228.
- Surai, P.F. (1999). Vitamin E in avian reproduction Poult. Avian Biol. Rev., 10. 1-60.
- Surai, P.F., Speake, B.K., Noble, R.C., Mézes M.(1999). Species-specific differences in the fatty acid profiles of the lipids of the yolk and of the liver of the chick. J. Sci. Food Agric., 79. 733-736.
- Weichselbaum, T.E. (1948). An accurate and rapid method for the determination of protein in small amounts of serum and plasma. Am. J. Clin. Pathol., 16. 40-43.
- Wen, J., Morrissey, P.A., Buckley, D.J., Sheehy, P.J.A. (1996). Oxidative stability and alpha tocopherol retention in turkey burgeres during refrigerated and frozen storage as influenced by dietary a-tocopherol acetate. Br. Poultry Sci., 37. 787-795.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Mézes Miklós

Szent István Egyetem, Mezőgazdaság és Környezettudományi Kar
2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.

*Szent István University, Faculty of Agricultural & Environmental Sciences
H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.*

Tel.: 36-28-410-735, Fax: 36-28-410-804
e-mail: mezes@fau.gau.hu



Két eltérő takarmányváltási módszer hatásának vizsgálata az előnevelt süllő (*Stizostedion lucioperca* L.) növekedésére

Molnár T., Hancz Cs., Molnár M., Stettner G.

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

Természetes vizeinkben, halastavainkban a süllő termelés fokozásánál az egyik nehézséget a megfelelő méretű ivadék előállítása jelenti. A süllő legveszélyeztetettebb korosztályainak- az embrió, zsenge és a fiatal ivadék életlehetőségeit kell emberi beavatkozásokkal segítenünk a termelés során. Ez az előnevelt méret eléréséig biztosított a tavi körülmények között, azonban a fiatal ivadék termelésének növelésére az egyik lehetséges megoldás a tavi előnevelt ivadék intenzív továbbnevelési technikájának kidolgozása lehetne. Vizsgálatainkban (1999, 2000 és 2001) a tavi előnevelt süllő élettelen táplálékra való átszoktatásának lehetőségét tanulmányoztuk a Kar Hallaboratóriumában található, intenzív recirkulációs rendszerben. A négyhetes kísérletek alatt a zooplanktonról darabolt hal etetésre való fokozatos és átmenet nélküli átállás hatását vizsgáltuk. Az eredményeink alapján megállapítható, hogy az előnevelt süllő intenzív továbbnevelése minden átállási módszer alkalmazásával megoldható. A termelési paraméterekekben az alábbi különbségeket találtuk: a takarmányfogyasztásban (fokozatos átmenettel: $11,67 \pm 1,04$; átmenet nélkül: $7,75 \pm 4,26$ g/egyed), a takarmány-értékesítésben (2,84, illetve 5,2 g/g) $P=0,05$ szinten, a tömeggyarapodásban ($4,38 \pm 0,68$ és $1,54 \pm 1,02$ g/egyed) $P=0,001$ szinten bizonyult szignifikánsnak a különbség az átmenettel, továbbá az átmenet nélkül végzett takarmányváltás között. Az elhullásban (16,3%, illetve 22,2%) nem jelentős a különbség, és kannibalizmus csak az átmenet nélküli átállásban fordult elő, az első valamint a második héten (1,85, továbbá 5,55%).

(Kulcsszavak: süllő, takarmányváltás, intenzív nevelés)

ABSTRACT

Study on the effect of two different methods of diet change on the growth of pond reared pike-perch (*Stizostedion lucioperca* L.)

T. Molnár, Cs. Hancz, M. Molnár, G. Stettner

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.

One of the constraints of the increasing the production of pike-perch in natural waters, reservoirs and ponds is the shortage in adequate sized alevins. The living conditions of the most sensible age-groups (embryo, larvae and fry) should be altered by different techniques during the pike-perch rearing. It is provided in pond pre-rearing in the first 4 - 6 week of life, but in case of fingerlings the possible solution of this problem can be the elaboration of intensive rearing technics of pond pre-reared fry. The aims of our work in 1999-2001 were to examine the possibility of converting pond reared,

zooplankton feeding pike-perch fry to feed on not living food. During the 4 weeks of experiments, the effect of changing the diet from zooplankton to minced fish with and without acclimatisation was studied in aquaria, working in an intensive, recirculating system. According to our results the converting of feeding of pond reared pike-perch fry to minced fish is feasible with both of the conversion technics, but there were differences between the production parameters. The food intake (with acclimatisation: 11.67 ± 1.04 , without acclimatisation: 7.75 ± 4.26 g/fish) and feed conversion (2.84 and 5.2 g/g) were influenced significantly ($P=0.05$) by the diet changing method. The effect on the average weight gain (4.38 ± 0.68 and 1.54 ± 1.02 g/fish) was also found significant ($P=0.01$). In case of mortality (16.3 and 22.2%) the difference was not significant. Cannibalism was only detected in case of conversion without acclimatisation in the first two weeks (1.85 and 5.55%).

(Keywords: pike-perch, conversion of feeding, intensive rearing)

BEVEZETÉS

Hazánk haltenyésztésének az 1900-as évektől megbecsült hala a süllő. E nemes ragadozó tenyésztésében, felnevelési módszereinek kidolgozásában Magyarország mindig az élen járt. Sok magyar szakember eredménye szavatolja, hogy ezt a halfajt - annak ellenére, hogy a környezeti hatásokkal szembeni érzékenysége nagyobb, mint a Magyarországon szaporított halak zömének - eredményesen fel lehet nevelni. A haltermelés szempontjait figyelembe véve megállapíthatjuk, hogy a hangsúly egyre inkább a minőségi haltermelésre helyeződik Európában. Ez a tendencia a hagyományos tavi halak mellett (mint például a ponty), előtérbe helyezi a száraz, fehérhúsú ragadozó halaink, elsősorban a süllő termelésének fontosságát. Ez a hal mind piaci értékét, mind biológiai szabályozó szerepét tekintve is figyelmet érdemel.

A süllő legveszélyeztetettségű korosztályainak - az embrió, lárva és a fiatal ivadék (1,5-10 cm) - életlehetőségeit kell emberi beavatkozásokkal segítenünk a termelés során. A süllőembrió védelme, fejlődésének elősegítése a páramás keltezés (Woynárovich, 1959) során megoldottan tekinthető. A megfelelő méretű, „télálló” ivadék előállítása azonban elengedhetetlen feltétele a termelés fokozásának és az utánpótlás biztosításának. A süllőnevelés hazai gyakorlatához hasonlóan az észak-amerikai walleynál (*Stizostedion vitreum*) is nehezen megoldható a megfelelő méretű táplálékkel kellő időben történő folyamatos biztosítása az előnevelés során (Colesante et al., 1986). A walleye esetében a nagyszámú, 100 mm-en felüli ivadék előállításához az előneveltek 35-50 mm-es méretben történő lehalászása (ami a süllónél is hasonlóan történik) és azt követően az előnevelt ivadék intenzív rendszerekbe történő áttelepítése, ill. mesterséges táplálékokra való átszoktatása szükséges (Cheshire és Steele, 1972). Ezek alapján a süllónél is a problémának az egyik lehetséges megoldása lehet a tóban előnevelt ivadék intenzív utónevelési módszerének kidolgozása. Ez annál is inkább indokoltnak tűnik mivel a walleye-nál az intenzív nevelés többé-kevésbé megoldottnak tekinthető (Kuipers és Summerfelt, 1994; Cheshire és Steele, 1972; Colesante et al., 1986) és az ott szerzett tapasztalatok felhasználhatók. A süllő lárvák mesterséges táplálékon történő előnevelése a kisebb költségű jó hatásfokú tavi előnevelés helyett nem indokolt, mivel az ilyen próbálkozások lassú növekedést, illetve magas mortalitást eredményeztek (Klein Bretteler, 1989; Ruuhijärvi et al., 1991; Schlumberger és Proteau, 1991).

Vizsgálatainkban, a négyheteres kísérletek alatt (1999, 2000, 2001) a tavi előnevelt süllő élettelen táplálékra való átszoktatásának lehetőségét, a fokozatos és átmenet nélküli átállás hatásfokát vizsgáltuk.

ANYAG ÉS MÓDSZER

1999-ben és 2000-ben 54, 2001-ben 72 előnevelt süllöt telepítettünk a Kaposvári Egyetem Hallaboratóriumának recirkulációs rendszerében üzemelő, 130 literes, levegőztetett akváriumokba. A kísérletek beállítását megelőzően kéthetes szoktatási periódust alkalmaztunk, mialatt az előnevelt ivadékokat 150 literes ivadéknevelő vályúkban helyeztük el, ahol gyűjtött zooplanktont, tubifexet valamint élő keszegivadékot etettünk. A szinte azonnal fellépő darakör fertőzés ellen malachitzöldes fürdetést alkalmaztunk. A halakat 1999-ben és 2000-ben 3, míg 2001-ben 4 akváriumba helyeztük át (akváriumonként 18-at), a szoktatási periódust követően. A kísérleti időszak mind a három évben négy hétag tartott. 1999-ben a telepítést követően átmenet nélkül haldarabot etettünk ad libitum, napi két alkalommal felkínálva, 2000-ben és 2001-ben, amíg a süllök nem fogyasztották biztonsággyal a haldarabokat, vágott tubifexet is felkínáltunk. Fagyaszta tárolt balatoni keszeget etettünk, amit kezdetben a bőr eltávolítása utáni darálással készítettünk elő, majd a későbbiekben a méretet a süllök igényeinek megfelelően növeltük kb. $0,5 \times 0,5$ cm-es méretre, a halhús kevésbé finomra való darálásával.

A recirkulációs rendszerben működő akváriumokban $22 \pm 0,5^\circ\text{C}$ átlagos vízhőmérsékletet regisztráltunk.

A statisztikai analízist az SPSS for Windows 8.0 programcsomag segítségével végeztük. A különböző tartási módok hatását egytényezős varianciaanalízissel, illetve túlélés vizsgálattal (log rank teszt) értékeltük.

ERedmény és értékelés

A kétféle takarmányváltási módszer takarmányfogyasztásra, tömeggyarapodásra és takarmányértékesítésre kifejtett hatását összehasonlító statisztikai vizsgálatok szignifikancia értékeit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A kétféle takarmányváltási módszer hatásának összehasonlításához tartozó szignifikancia értékek a takarmányfogyasztásban, a tömeggyarapodásban és a takarmányértékesítésben

Paraméter (1)	1. het (2)	2. het (3)	3. het (4)	4. het (5)	Teljes periódus (6)
Tak. fogyasztás (7)	0,016	0,179	0,009	0,367	0,040
Tömeggyarapodás (8)	0,001	0,004	0,023	0,021	0,001
Takarmány értékesítés (9)	0,033	0,017	0,422	0,053	0,014

Table 1: Significancy levels of the differences between the two methods of diet change in the daily feed intake, average weight gain and feed conversion

Parameter(1), 1th week(2), 2nd week(3), 3rd week(4), 4th week(5), Whole period(6), Daily feed intake(7), Average weight gain(8), Feed conversion(9)

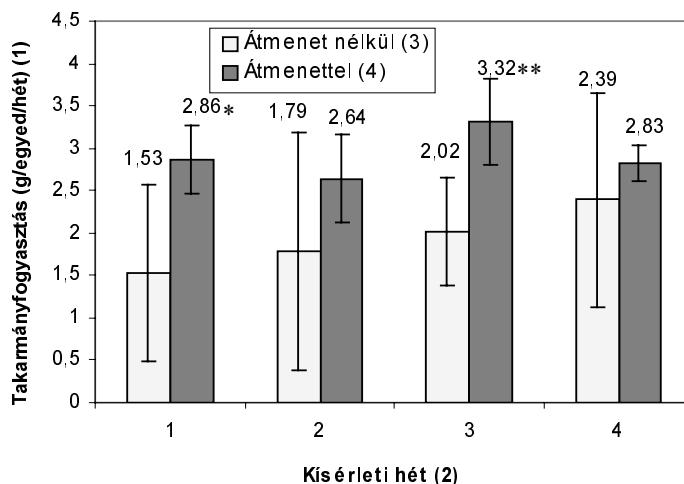
A kétféle módszer takarmányfogyasztás változására kifejtett hatását az 1. ábra szemlélteti.

A statisztikai vizsgálat a takarmányfogyasztásban csak az első és a harmadik héten, illetve az egész periódusra ($7,75 \pm 4,26$ g, illetve $11,67 \pm 1,04$ g az átmenet nélküli, továbbá az

átmenetes csoportnál) mutatott ki szignifikáns eltérést. A második és negyedik héten az átmenet nélkül átszoktatott csoportnál lévő nagy szórás lehet az oka a szignifikancia hiányának. Az átmenet nélkül átszoktatott csoport takarmányfogyasztása a teljes periódusban alatta marad az átmenettel átszoktatott csoporténak, az első három héten annak 50-70%-át, a negyedik héten 85%-át teszi ki. Az átmenettel történő átszoktatás mellett a takarmányfogyasztás értéke 2,8 g körül mozog, míg az átmenet nélküli csoportban fokozatosan nő 1,53-ról 2,39-re. Ha a testtömeg százalékában fejezzük ki a napi átlagos takarmányfogyasztást, akkor az átmenetes csoportnál az 18%-ról 7,5%-ra csökken a négy hétnél, míg az átmenet nélküli csoportnál ez a csökkenés (11%-ról 9%-ra) kisebb.

1. ábra

A kétféle takarmányváltási módszer hatása a takarmányfogyasztás változására



* P<0,05; ** P<0,01

Figure 1: Changes in the daily food intake according to the conversion methods

Daily food intake(g/individual/week)(1), Experimental weeks(2), With acclimatisation(3), Without acclimatisation(4)

A tömeggyarapodásban (2. ábra) az eltérések mind a négy héten és a teljes periódusban is ($1,54 \pm 1,02$ g, illetve $4,38 \pm 0,68$ g az átmenet nélküli, továbbá az átmenetes csoportnál) szignifikánsak voltak. Az átmenet nélküli csoport minden héten jóval gyengébb gyarapodást mutatott, ami az első két héten az átmenettel átszoktatott csoport értékének 20%-át, míg a harmadik negyedik héten 50-60%-át jelenti.

Az átlagtömeg változása (3. ábra) jól követi a tömeggyarapodásban leírt tendenciákat. Az első két héten az átmenet nélküli csoportban kisebb, majd a következő két héten nagyobb növekedést figyelhetünk meg, míg az átmenettel történő takarmányváltás esetében a növekedés egyenletes, nem figyelhető meg töréspont. A két csoport átlagtömege közti eltérés a negyedik héten volt csak szignifikáns ($P=0,046$), azonban már a harmadik héten is megközelítette azt ($P=0,099$).

2. ábra

A kétféle takarmányváltási módszer hatása a tömeggyarapodás változására

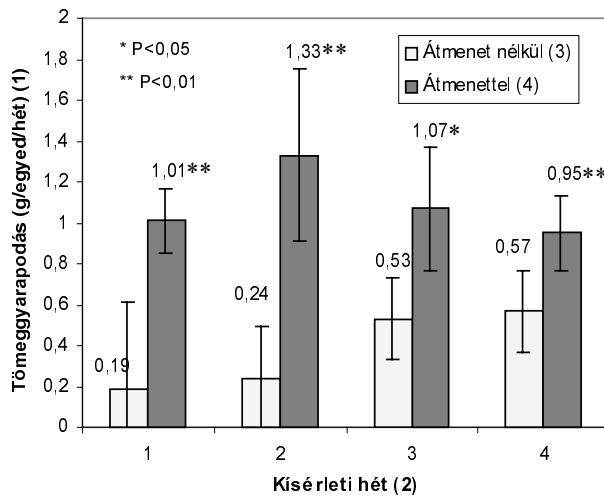


Figure 2: Changes in the average weight gain according to the conversion methods

Average weight gain (g/individual/week)(1), Experimental weeks(2), With acclimatisation(3), Without acclimatisation(4)

3. ábra

A kétféle takarmányváltási módszer hatása az átlagtömeg változására

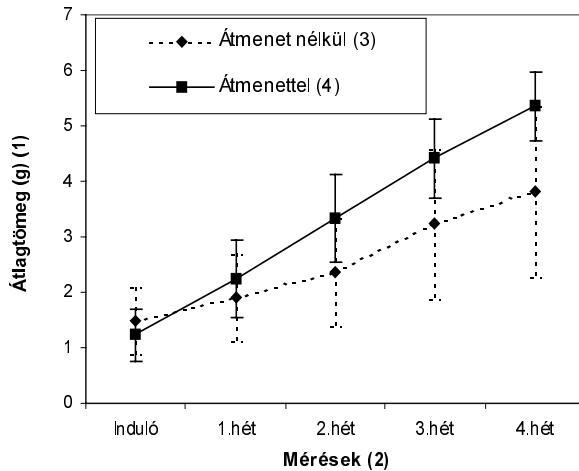


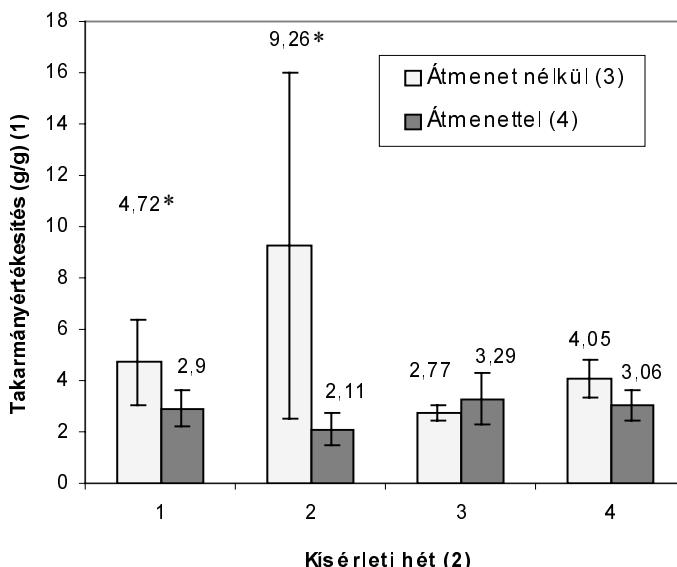
Figure 3: Changes in the average weight according to the conversion methods

Average weight (g/individual/week)(1), Sampling time(2), With acclimatisation(3), Without acclimatisation(4)

A takarmányértékesítésben a harmadik hét kivételével az átmenetes csoport a teljes periódusban szignifikánsan alacsonyabb eredményeket mutatott, ami 3 g/g körül értéket jelent. Az átmenet nélküli csoportnál az első két héten magas értékeket és nagy szórást tapasztaltunk, azonban a harmadik negyedik hétre ennél a csoportnál is 3-4 g/g érték állandósult. A takarmányértékesítést a 4. ábra szemlélteti.

4. ábra

A kétféle takarmányváltási módszer hatása a takarmányértékesítés változására



* P<0,05

Figure 4: Changes in the feed conversion according to the conversion methods

Feed conversion (g/g)(1), Experimental weeks(2), With acclimatisation(3), Without acclimatisation(4)

Az átlagos megmaradás az átmenet nélküli csoportban 77,8%, míg az átmenettel átszoktatott csoportban 83,7% volt. A 5. ábra mutatja be a kumulatív megmaradást a két csoportban. Az elhullásban megfigyelhető különbségek nem voltak szignifikánsak ($P=0,345$). Az ábra is jól mutatja azonban, hogy az átmenettel történő átszoktatáskor a megmaradás a teljes periódus alatt a másik csoportban mért értékek fölött maradt. Az elhullások nagy része mind a két csoportban az első három héten megtörtént, egyenletesen, közel hasonló megoszlásban.

Kannibalizmust csak az átmenet nélkül történő takarmányváltáskor tapasztaltunk. Akkor is csak az első, illetve a második héten, elég alacsony értéken jelentkezett (1,9 és 5,6%), ami feltehetően az élettelen táplálék felvételének megtanulásához szükséges két hét alatti éhezés következménye. A kannibál egyedek eltávolításával a harmadik - negyedik hétre a kannibalizmus megjelenése elkerülhető volt.

5. ábra

A kétféle takarmányváltási módszer hatása az elhullás változására

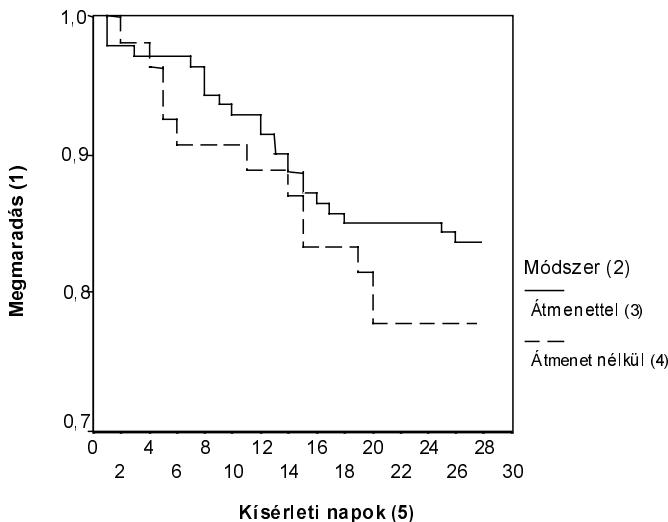


Figure 5: Changes in the survival rate according to the conversion methods

Cummulative Survival(1), Method(2), With acclimatisation(3), Without acclimatisation(4), Experimental days(5)

KÖVETKEZTETÉSEK

Az eredmények alapján jól látszik, hogy minden típusú átállással sikeresen megoldható a sültő élettelen táplálékra való átszoktatása. A vágott tubifexes kiegészítéssel, az átmenettel történő táplálékváltás azonban kíméletesebb és a tömeggyarapodásban, takarmányfogyasztásban, valamint a takarmányértékesítésben is szignifikánsan jobb eredményeket érhettünk el vele. Az elhullásban nem volt szignifikáns a különbség a csoportok között, azonban a megmaradás szintén mintegy 5%-kal magasabb volt a tubifexes szoktatás esetében, ami abból származhat, hogy a tanulási időszak alatt nem lép fel tartós éhezés az akkor még nem nagy tartalékokkal rendelkező ivadékoknál. Ezt megerősíteni látszik, hogy kannibalizmus szintén csak az átmenet nélküli takarmányváltás esetében lépett fel, akkor is csak az első két héten, tehát az éhezés elkerülésével annak megjelenése, valamint a sikertelen támadásokból származó sérülések (és azok általi elhullások) megelőzhetők. A tubifexes szoktatás során az első két héten bekövetkező törés elkerülésével a tömeggyarapodás, ha el nem is éri, de megközelíti az azonos körülmények között nevelt, élőhalat fogyasztó sültőnél mért értékeket (Molnár et al., 2000), azonban meghaladja a Zakes et al. (1996) által pisztrángtáp etetése mellett mért értéket (15 hét alatt 14,24g). Fontos megemlíteni azonban azt is, hogy a takarmányértékesítés értéke még az átszoktatás nélküli csoportban is alacsonyabbnak mutatkozott, mint az irodalomban az élő hal fogyasztásra megadott 4-4,5 g/g -os érték (Tasnádi, 1983), azonban meghaladta, vagy közel azonos értékű volt a táp fogyasztása mellett mért 1,72 -3,68 g/g-os értékkel (Hilge, 1990).

IRODALOM

- Chesire, W.F., Steele, K.L. (1972). Hatchery rearing of walleye using artificial food. *Progressive Fish-Culturist*, 34. 96-99.
- Colesante, R.T., Youmans, N.B., Ziolkoski, B. (1986). Intensive culture of walleye fry with live food and formulated diets. *Progressive Fish-Culturist*, 48. 33-37.
- Hilge, V. (1990). Observations on the rearing of perch-pike (*Stizostedion lucioperca* L.) in the laboratory. *Archiv fur Fischereiwissenschaft*, 40. 167-173.
- Klein Bretteler, J.P.G. (1989). Intensive culture of pike-perch fry with live food. 203-207. In: Aquaculture- a biotechnology in progress. DePauw et al. (Eds) European Aquaculture Society, Bredene, 1220.
- Kuipers, K.L., Summerfelt, R.C. (1994). Converting pond-reared Walleye fingerlings to formulated feeds: Effects of diet, temperature and stocking density. *Journal of Applied Aquaculture*, 4. 2 31-57.
- Molnár T., Hancz Cs., Molnár M., Stettner G. (2000). Néhány technológiai paraméter vizsgálata a süllő (*Stizostedion lucioperca* L.) intenzív nevelése során. *Acta Agr. Kapos.*, 2. 85-94.
- Ruuhiijärvi, J., Virtanen, E., Salminen, M., Muyunda, M. (1991). The growth and survival of pike-perch (*Stizostedion lucioperca* L.), larvae fed on formulated feeds. 154-156. In: Larvi '91. P.Lavens et al. (Eds) EAS Special Publication 15. Gent.
- Schlumberger, O., Proteau, J.P. (1991). Production de juvéniles de sandre (*Stizostedion lucioperca*). *Aqua Revue*, 36. 25-28.
- Tasnádi R. (1983). Haltakarmányozás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 247-248.
- Woynárovich, E. (1959). Erbrütung von Fischeiern in Sprühraum. *Arch. Fisch.-Wiss.*, 10. 179-189.
- Zakes, Z., Demska-Zakes, K. (1996). Effect of diets on growth and reproductive development of juvenile pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.), reared under intensive culture conditions. *Aquaculture-Research*, 11. 841-845.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Molnár Tamás

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
7401 Kaposvár, Pf. 16.

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science
H-7401 Kaposvár, P.O.Box 16.

Tel.: 36-82-314-155/292 Fax: 36-82-320-175
e-mail: molnart@mail.atk.u-kaposvar.hu



Artificial induction of sexual maturation in the European eel males (*Anguilla anguilla* L.) (Preliminary results)

T. ^{1,2}Müller, T. ²Binder, B. ²Váradi, P. ¹Horn, M. ²Bercsényi

¹ University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, H-7400 Kaposvár, Guba S. u.40.

² University of Veszprém, Georgikon Faculty of Agriculture, H-8360 Keszthely, Deák F. u. 16.

ABSTRACT

The aim of our present study was to induce sexual maturation and sperm release by hormone treatment in European eel males. Fish were kept in fresh water (temperature of $24\pm1^{\circ}\text{C}$) without feeding. Motile sperm was obtained from the 5th hCG injection. The volume of sperms stripped on the 7th week ranged between 0.1-1.9 cm³. Cell counts in Bürker chambers resulted 1 to 7 million spermia per mm³. The motility of sperms varied between 10 to 70%. This motility is lower than what can be found in other publications, however our results suggest that a simultaneous egg stripping and sperm release may contribute to solve the artificial propagation of European eel.

(Keywords: European eel, sexual maturation, hCG)

ÖSSZEFOLGLALÁS

Az európai angolna (*Anguilla anguilla* L.) híméinek ivarérés indukálása (Előzetes eredmények)

1,2 Müller T., ²Binder T., ²Váradi B., ¹Horn P., ²Bercsényi M.

¹Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

²Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, 8360 Keszthely, Deák F. u. 16.

Célunk hím angolnák hormonális ivarérés indukálása, illetve spermiaciója volt. A kísérleti állatokat édesvízben tartottuk (vízhőmérséklet $24\pm1^{\circ}\text{C}$) táplálás nélkül. A hCG kezelések hatására az 5. héttől mozgó spermát fejtünk. A 7. héten lefejt sperma mennyisége halanként 0,1-1,9 cm³ volt. A Bürker kamrás számlálás adatai a spermiumok koncentrációja 1-7 millió/mm³ közötti értékeket mutatott. Az angolnasperma motilitása 10-70% között alakult. Ez ugyan kisebb, mint az irodalmakban eddig közölt adatok, azonban ez az eredmény is biztató arra nézve, hogy egy azonos időben végrehajtott ikra és spermafejéssel sikeriül fog az angolna mesterséges szaporítása is.

(Kulcsszavak: angolna, ivarérés, hCG)

INTRODUCTION

An important element of fish farming is the artificial induction of reproduction. While Hungary has been in the forefront in developing technologies for the efficient propagation of several important farmed fish, such as carp and wels. The propagation of European eel has not been solved yet. Eel farms in Europe base their annual production on the capture of glass eels entering into river mouths in autumn and winter (Perez et al.,

2000). The artificial reproduction and nursing larvae to glass eels would be a great improvement in this industry.

There are several reports about the induction of sexual maturation of males in different eel species: in European eel *Anguilla anguilla* (Meske, 1973; Bieniarz & Epler, 1977; Boetius & Boetius, 1985; Dollerup & Graver, 1985; Perez et al., 2000) investigating the ultra-structures of spermatozoa (Billard & Ginsburg, 1973), describing of histology changes of brain during the maturation (Sokolowska et al., 1978), in Japanese eel *A. japonica* (Yamamoto & Yamauchi, 1974; Yamauchi et al., 1976; Ohta & Izawa, 1996; Ohta & Tanaka, 1997; Ohta et al., 1997; Okumara et al., 2000), in American eel *A. rostrata* (Sorensen & Winn, 1985) and in Austral eel species *A. dffenbachii* and *A. australis* (Lokman & Young, 2000).

Our long term goal is the artificial propagation, but the aim of the present study was simply to obtain motile sperm of eel males.

MATERIAL AND METHODS

Fourteen male eels (body weight 123.5 ± 23.9 g) were transported from Köröm eel farm in July 2001. They were selected from a 3-year-old group. The fish were kept in 400L volume tanks in circulated fresh water. The temperature was held at $24 \pm 1^\circ\text{C}$. Fish were not fed during the experimental period. The experimental stock was separated into two groups. 7 fishes were given 250 IU hCG and three weeks later 1000 IU hCG per fish. The other 7 fishes received 250 IU hCG every week per fish. The human chorion gonadotropin was injected in the abdomen. Before the hCG injections fish were anaesthetized by clove oil. The first injection took place on Aug/1, 2001. The last (7^{th}) hCG injection was made on Sept/12, 2001. Sperm collections followed injections 24 hours later by a gentle pressure of the abdomen. The collected sperms were diluted 1:500 with seawater (salinity 35 gl^{-1}) as activating solution for motility and were examined under microscope. Categories of motilities were used after Perez et al. (2000) where 0 represented no motile sperm, I. $\sim 25\%$, II. $\sim 25\text{-}50\%$, III. $\sim 50\text{-}75\%$, IV. $\sim 75\text{-}90\%$, and V. $\sim 90\text{-}100\%$ of the species were vigorously motile. We counted the spermatozoa number (dilute 1:500 freshwater) with Bürker chamber.

RESULTS

Spermiation of males and milt production

At the 5^{th} injections 2 of 10 males produced milt (some drops). At the 6^{th} treatment 6 males released sperm of 8 (Two of them died). We examined the quantities and qualities of the sperm at the 7^{th} injections (Table 1). 7 males of 8 ones gave sperm. Stripping of milt and fixed sperm can be seen in Figures 1 and 2.

Milt concentration

The concentration of sperm cells in the two experimental groups were as follows:

Group one $3.109 \pm 1.75 \times 10^6$ spermatozoa mm^{-3} and Group two $4.069 \pm 3.187 \times 10^6$ mm^{-3} .

Milt volume

There were big individual differences between the volumes of collected sperm. 4 individuals released $\leq 0.4 \text{ cm}^3$ and the other three animals gave $1.1\text{-}1.9 \text{ cm}^3$. The results were $0.51 \pm 0.46 \text{ ml}$ sperm per 100 g body weight in group one and $0.7 \pm 0.56 \text{ ml}$ sperm per 100 g body weight in group two.

Sperm motility

The motility of sperms varied between 10 to 70%. In our experiment only one individual produced sperm motility of stage III. (*Table 1*).

Table 1

Summary results of treated males

Number of fish (1)	Treatment (2)	Body weight (g) (3)	Volume (cm³) (4)	Concentration (millions per mm³) (5)	Motility (6)
Group 1	weakly hCG (7)	121	1,4	1.159	II
		152	0.2	4.185	II
		89	0.5	4.935	I
		126	0.3	2.16	II
Group 2	2 X hCG (8)	142	1.1	1.44	I
		154	1.9	3.1525	II
		98	0.1	7.615	III
		130	0	0	0

1. táblázat: Összesítő táblázat a kezelt hímekről

Halak sorszáma(1), Kezelés(2), Testtömeg(3), Mennyiség(4), Koncentráció(5), Mozgóképesség(6), Heti hCG(7), 2 hCG(8)

Mortality

Six fish died during the experiment all together due to an outbreak of infection of *dactylogyrosis*. Four and two died at the 5th and 6th treatment respectively.

DISCUSSION

We obtained motilable sperm of hCG treated male eels after the 5th treatment. The main body weight of the males by the time of the 7th week were 126,5±23,6 g, what is close to those ones used in the experiments of Meske, (1973); Bieniarz & Epler, (1976); Perez et al. (2000).

We examined the main parameters of the stripped milt. The concentration of spermatozoa ranged $(1.44\text{--}7.615)\times10^6$ cell per mm³. This is between the values found by Bieniarz & Epler (1977) $(3.68\text{--}11.7)\times10^6$ and Perez et al. (2000) $(1.0\text{--}1.4)\times10^6$ cell mm⁻³. Bieniarz & Epler (1977) used experimental fish from wild catch, while Perez et al. (2000) experimented on farmed fish similarly as we did.

Regarding the volumes of sperm stripped on the seventh week we got great individual variation. The milt volumes varied between 0.1-1.9 cm³. This is also in correspondence with the data of Bieniarz & Epler (1977).

Perez et al. (2000) reported a gradually increasing motility from the beginning of spermatogenesis until it reached the best motility category. It peaked 5 weeks later (ninth week of treatment) when 97.1% of the male showed motile sperm. At this time 47.1% showed classes of motility \geq II., and 29.4% showed classes of motility \geq IV. We got only one individual having sperm of motility stage III. on the 7th week (second stripping).

Although these results can be considered as preliminary ones, they are of great importance for there is hope that the males of European eel can be induced successfully in fresh water.

Figure 1

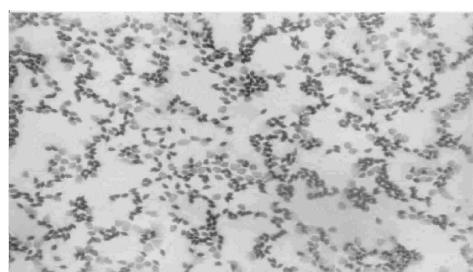
Sperm stripping



1. ábra: Sperma fejés

Figure 2

Fixed eel spermatozoa



2. ábra: Fixált angolnaspermium sejtek

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Mr. Tamás Gulyás, Mr. Tamás Koltai and Mr. Ferenc Velenczei for their generous supports and advice and Mr. Ákos Lukács and dr. István Moldvay, for providing the experimental fish from the Köröm eelfarm.

REFERENCES

- Bieniarz, K., Epler, P. (1977). Investigations on inducing sexual maturity in the male eel *Anguilla anguilla* L. Journal of Fish Biology, 10. 555-559.
- Billard, R., Ginsburg, S.A. (1973). La Spermogenese et le spermatozoide d' *Anguilla anguilla* L. Étude ultrastructurale. Ann. Biol. Amm. Bioch. Biophys, 4. 523-534.
- Boetius, I. Boetius, J. (1985). Experimental maturation of female silver eels, *Anguilla anguilla*. Estimates of fecundity and energy reserves for migration and spawning. Dana, 1. 1-28.
- Dollerup, J. Graver, C.M. (1985). Repeated induction of testicular maturation and spermiation, alternating with periods of feeding and growth in silver eels, *Anguilla anguilla* (L.) Dana, 4. 19-39.
- Lokman, P.H. Young, G. (2000). Induced spawning and early ontogeny of New Zealand freshwater eels (*Anguilla dieffenbachii* and *A. australis*). New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 34. 135-145.
- Meske, Ch. (1973). Experimentally induced sexual maturity in artificially reared male eels (*Anguilla anguilla* L.). In: Schröder, J.H. (Editor), Genetics and Mutagenesis of Fish. Berlin, Heidelberg, New-York. Springer-Verlag, 161-170.
- Ohta, H. Izawa, T. (1996). Diluent for cool storage of the Japanese eel (*Anguilla japonica*) spermatozoa. Aquaculture, 142. 107-118.

- Ohta, H. Tanaka, H. (1997). Relationship between serum levels of human chorionic gonadotropin (hCG) and 11-ketotestosterone after a single injection of hCG and induced maturity in the male Japanese eel, *Anguilla japonica*. Aquaculture, 139. 291-301.
- Ohta, H., Kagawa, H., Tanaka, H., Okuzawa, K. Hirose, K. (1997). Artificial induction of maturation and fertilization in the Japanese eel, *Anguilla japonica*. Fish Physiology and Biochemistry, 17. 163-169.
- Okamura, A., Zhang, H., Yamada, Y., Tanaka, S., Horie, N., Mikawa, N., Utoh, T. Oka, H. (2000). Re-examination of the spermatozoal ultrastructure of eels: Observation of the external morphology of spermatozoa in three species. Journal of Fish Biology, 57. 161-169.
- Perez, L., Asturiano, J.F., Tomás, A., Zegrari, S., Barrera, R., Espinos, F.J., Navarro, J.C. Jover, M. (2000). Induction of maturation and spermiation in the male European eel: assessment of sperm quality throughout treatment. Journal of Fish Biology, 57. 1448-1504.
- Sokolowska, M., Epler, P., Bieniarz, K. (1978). The histological picture of the hypothalamus (the nucleus preopticus) and hypophysis in male *Anguilla anguilla* L. treated with hormones. Journal of Fish Biology, 12. 1-4.
- Sorensen, P.W. Winn, H.E. (1984). The induction of maturation and ovulation in American eels, *Anguilla rostrata* (LeSueur), and the relevance of chemical and visual cues to male spawning behaviour. Journal of Fish Biology, 25. 261-268.
- Yamamoto, K., Yamauchi, K. (1974). Sexual maturation of Japanese eel and production of eel larvae in the aquarium. Nature, 251. 220-222.
- Yamauchi, K., Nakamura, M., Takahashi, H., Takano, K. (1976). Cultivation of larvae of Japanese eel. Nature, 263. 412.

Corresponding author (*levelezési cím*):

Tamás Müller

University of Veszprém, Georgikon Agriculture Faculty
H-8360 Keszthely, Deák F. u.16.

Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar,
8360 Keszthely, Deák F. u. 16.

Tel.: 36-83-312 330, Fax: 36-83-315 105

e-mail: muller-t@georgikon.hu, muller.t@freemail.hu

Rövidített útmutató a kéziratok elkészítéséhez

A folyóirat tárgyköre magában foglalja az állati termék előállítás teljes vertikumát, az állatok elhelyezésétől a nemesítésen, takarmányozáson, szaporításon és egészségvédelmen át az állati termékek feldolgozásáig, ill. értékesítéséig, beleértve e részterületek elméleti, alapozó vonatkozásait is, mint pl. az élettant, a mezőgazdasági kémiait, valamint vizsgálati módszereiket. Ezekben túlmenően helyet kapnak a növénytermesztés, az ökonómia, a környezetvédelem tárgykörét érintő közlemények is.

Az Acta Agraria Kaposváriensisben csak olyan írások közölhetők, melyek más kiadványban még nem jelentek meg -kvízével a kongresszusi előadásokat-, ill. amelyeknek nincs folyamatban publikálásuk. A kéziratot az alábbi címre kell eljuttatni.

Acta Agraria Kaposváriensis Szerkesztőbizottsága
Pannon Agrártudományi Egyetem, Állattenyésztési Kar
7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.
Tel.: 36-82-314-155, Fax: 36-82-320-175
e-mail: kutszerv@atk.kaposvar.pate.hu

A cikket 3 példányban, *dupla sorközzel*, Winword 6.0 (vagy hasonló és konvertálható) szövegszerkesztő programmal, *Times New Roman CE* betűvel (12-es nagyság) sorkizárt formában, A4-es méretben, a lapnak csak az egyik oldalára gépelve kérjük benyújtani. A kézirat ne haladja meg a 8000 szót, ami kb. 20 oldalnak felel meg, mely ábrákkal, összefoglalással és irodalomjegyzékkel együtt értendő. Kivételes esetben, a szerkesztőbizottság hosszabb cikkek elfogadására is javaslatot tehet. A cikkek nyelve magyar, vagy angol.

A cím legyen tömör, maximum 20 szóból álljon, 20-as nagyságú félkövér betűvel írva, középre igazítottan. Felette kérjük adja meg a fejléc szövegét is. A szerző(k) nevét 15-ös normál betűvel kérjük írni, középre illesztve. Magyar nyelvű cikknél pl. Kiss J., Martin, T.G., Tóth J., angolnál, J. Kiss, T.G. Martin, J. Tóth legyen az írásmód. A szerzők neve alá 10-es normál betűvel írják a munkahelyet, címmel együtt, középre rendezetten.

Az első összefoglaló a kézirat nyelvével megegyező, a második - angol közlemény esetén magyar, magyar cikk esetén angol legyen. Az összefoglalás szót középre illesztve, 15-ös döntött félkövér nagybetrűvel, szövegét 12-es normál döntöttel kérjük írni. Mindkét összefoglalót követően zárójelben adják meg a közlemény kulcsszavait, normál betűvel (max. 5 szó, vagy fogalom). Az összefoglalás ne haladja meg a 200-250 szót (egy oldal). A kézirat nyelvével ellentétes összefoglaló címét 12-es normál félkövér betűvel, szerzőinek nevét 12-es, munkahelyét 10-es normállal kell írni, középre igazítva.

Az egyes fejezetek (bevezetés stb.) címét középre illesztve 15-ös nagy, az alcímeket balra rendezetten 12-es normál félkövér betűvel kérjük írni. A bekezdések (kvízével a fejezet és alfejezet kezdőt, ill. a táblázat, ábra, kép, "francia jelzésű" (-) rész utáni elsőt), egy tabulátor jellel kezdődjenek. A kiemelendő szavak és mondatrészek jelölése dölt betűvel történjen.

A dolgozat tartalmáért írói felelnek. A beérkezett kéziratot a szerkesztőség lektoráltatja, majd visszaküldi a szerzőnek javításra, ha szükséges. A javított kéziratot két pld.-ban kinyomtatva ill. 3,5"-es mágneslemezen kérjük a szerkesztőséghoz eljuttatni.

A közlemény részei

Bevezetés

A szövegben a hivatkozást a szerző(k) családnevével (dőlt betűvel írva) és a mű megjelenésének évszámával (zárójelbe téve) kérjük megadni. A név kiemelésekor a zárójel elmarad.

Anyag és módszer

Eredmény és értékelés

A megjelenő cikkben, ebben a fejezetben nyernek majd elhelyezést a táblázatok, ábrák stb. A kéziratban, azonban csak azok tervezett helyét kérjük megjelölni. A jobb szerkesztethetőség érdekében a táblázatok és ábrák a cikk végén, külön-külön oldalon szerepeljenek. A szövegben hivatkozzon rájuk (a sorszám után a táblázat szót dőlt betűvel írva).

Következtetések

Köszönetnyilvánítás (ha szükséges)

Irodalom

Csak a közleményben idézett műveket tartalmazhatja. Ezeket sorszám nélkül, az első szerző családi neve szerint ABC sorrendben kell felsorolni. Hivatkozásonként, az összes szerzőt tüntesse fel, vesszővel elválasztva. Ezt, a megjelenés évszáma kövesse, zárójelbe téve, majd a mű címe, a folyóirat megnevezése (ha van, nemzetközileg elfogadott rövidítéssel), az évfolyam- és kötetszám, a szám, ill. a közlemény kezdő és befejező oldalszáma (kötőjellel) írandó. Könyv esetén a szerző(k) neve és az évszám után a könyv címe eredeti nyelven, a kiadó neve, székhelye és az oldalszám következzen. A publikáció második, ill. további sora egy tabulátor jellel kezdődjön, az első szerző kiemelése érdekében.

Levelezési cím (az első szerző posta, ill. e-mail címe, telefon- és faxszáma)

Táblázat, ábra, kép stb.

Elhelyezésüket a cikk végére kérjük, külön-külön oldalra. Fejezeten belül, csak azok tervezett helyét jelöljék. A táblázat, ábra... sorszámát balra rendezetten, címét középre illesztve, 12-es félkövér betűvel kell írni. A diagramokat Excelben javasoljuk megrajzolni. A táblázatokat a Winword táblázat szerkesztőjével készítsék, az ábrákat azonban - a konvertálhatóság miatt - ne a beépített rajzolójával alkossák meg, hanem használjanak helyette pl. Corel Draw, AutoCAD... programot. A táblázatok stb. alatt közöljék először a cím, majd a szöveges rész (zárójelben számozva) fordítását. A diagramok, rajzok... forrás fájljait is kérjük mellékelni. A fekete-fehér fotók hátoldalán a szerző(k) nevét és az ábra számát tüntessék fel. Az utóbbit, a hozzá tartozó címmel együtt listán szíveskedjék csatolni. (Részletes útmutatót a szerkesztőbizottság kérésre postán küld!)

Rövidített útmutató az áttekintő (review) cikk készítéséhez

Korlátozott számban a szerkesztőség elfogad un. áttekintő (review) közleményt is, amennyiben a feldolgozott téma szakmai aktualitásához nem fér kétség és az elmúlt 3 évben az adott témakörben nem jelent meg sem hazai, sem külföldi szakfolyóiratban hasonló témájú dolgozat. Az áttekintő cikk elkészítésének technikai követelményei (sortávolság, betűnagyság, szövegszerkesztő program stb.) és általános előírásai (terjedelem, a kézirat nyelve...) megegyeznek a korábban leírtakkal.

Az áttekintő cikknek az alábbi fontosabb fejezeteket kell tartalmaznia:

- összefoglalás
- bevezetés (célkitűzés)
- következtetések
- irodalom

Guidelines in brief for the preparation of manuscripts

The subject sphere encompassed by the journal covers the entire spectrum of the production of animal products, ranging from livestock accommodation, via breed improvement, nutrition, reproduction and the maintenance of health to the processing and marketing of animal products, including the respective theoretical, fundamental aspects of these subfields, such as physiology and agricultural chemistry, and also pertinent examination methods. In addition to these topics space in the journal is also devoted to publications relating to the fields of plant production, economics and environmental protection.

The Acta Agraria Kaposváriensis accepts only papers which have not appeared in other publications, the exception being congress presentation; nor should they be in the process of publication. Scripts should be submitted to following address:

Acta Agraria Kaposváriensis Editorial Board
Pannon University of Agriculture, Faculty of Animal Science
H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.
Tel.: 36-82-314-155. Fax: 36-82-320-175
e-mail: kutszerv@atk.kaposvar.pate.hu

Three copies of the paper should be submitted; these should be typed *double* spaced using Winword 6.0 (or a similar, convertible programme) in *Times New Roman CE* font, with 12 pt character size and in justified paragraph form. Copies should be printed on A4 paper, only one side to be used. Manuscript length should not exceed 8000 words, which corresponds approximately to 20 pages. This length of 20 pages is to include any tables and illustrations used, in addition to the abstract and references. In exceptional cases the editorial committee may recommend that longer articles be accepted. The language of articles should be Hungarian or English.

Titles should be concise, consisting of a maximum of 20 words, and should be typed in bold 20 pt size characters. Authors are requested to include the text for the running head above the title. Authors' names should be typed, centred, using normal 15 pt size characters. For articles written in Hungarian the form Kiss J., Martin, T.G., Tóth J. should be used; for articles written in English, J. Kiss, T.G. Martin, J. Tóth. The place of employment of each author and the address of the institution/company should be entered, centred, beneath the authors' names, using normal 10 pt size characters.

The first *abstract* is to be in the language of the paper; the second should be in Hungarian for articles written in English and vice versa. Authors are requested to ensure that the title of each abstract is written centred and in bold italic 15 pt upper case characters, while its text should be written in 12 pt size normal italics. At the end of each abstract the relevant keywords should be given in brackets, typed in normal characters (max. 5 words or concepts). The abstract should not exceed 200-250 words (one page) in length. The title of the abstract written in the language not used in the paper should be written, centred, in 12 pt normal bold characters, followed by the names of the authors in normal 12 pt characters, and subsequently the place of employment of each author in normal 10 pt characters.

Titles of the respective *sections* (introduction, etc.) should be written centred and in 15 pt size bold upper case characters. Subtitles are to appear aligned to the left in 12 pt size bold lower case. Paragraphs (with the exception of those beginning sections or subsections, and the first paragraph after table, diagram, illustration or text in French style layout (i.e., points beginning with dashes or bullets)) should begin with one tabulator space indentation. Authors are requested to mark in italics any words or phrases to be emphasised.

Constituent sections of the publication

Introduction

Authors are requested to bracket after each reference the surname of the author(s) (in italics) and the year of publication of the work to which reference is made. If the name is stressed as a component part of the text it should not be bracketed.

Material and method

Results and discussion

This section of any paper to be published should include table, diagrams, etc.. Authors are however requested simply to mark in the text positions allocated to such graphic items. In the interest of achieving better editability tables, diagrams, etc. should appear at the end of the paper, on separate pages, in the script submitted. Reference should be made in the text to such inclusions (in italics, the word *table* followed by its number).

Conclusions

Acknowledgements (if applicable).

References

These should include only works referred to in the publication. References should be listed without numbers, in alphabetical order of main author's surname. For each citation made the names of all authors contributing to article should be quoted, separated by commas. The year of publication should follow in brackets, and subsequently the title of the work, the title of the journal in which it appeared (where appropriate using internationally recognised abbreviations), the year of publication or volume number and the first and last page numbers (separated by a hyphen) in the publication of the relevant paper. Where books are cited, the name(s) of the author(s) and the year of publication should be followed by the original title of the book in its language of publication, the name of the publishing company and the town/city in which it is based, and the numbers of the pages cited. Authors are requested to ensure that the second and subsequent lines of each reference begin with one tabulator space indentation, to give prominence to the name of the main author.

Correspondence address

The postal and e-mail address of the main author, and telephone and fax numbers on which he/she may be contacted, should be included.

Tables, diagrams, illustrations, etc.

Authors are requested to position such inclusions at the end of the paper, on separate pages. The positions allocated to these should be marked within the appropriate section of the text. Numbers of tables, diagrams, etc. should be aligned to the left and their titles centred, both in 12 pt size bold characters. It is requested that Microsoft Excel be used for the composition of diagrams. Tables may be compiled with the Winword table facility; however, in the case of other figures, due to the need for convertibility, the drawing facility installed with Winword should not be used, but a separate programme such as Corel Draw or AutoCAD. Beneath each table etc. authors should include a translation into the language (English or Hungarian) not used in the paper of the title and the text components (with referring numbers in brackets). It is requested that source files for diagrams, illustrations etc. be enclosed with the submitted paper. Black and white photographs should be marked on the reverse side with the name(s) of the author(s) submitting them and their illustration number. Authors should include a list of illustration titles with their respective numbers.

(Detailed guidelines will be posted on request by the editorial board.)

Guidelines for the composition of review articles

The editorial board will also accept a limited number of review articles, should there be no doubt as to the professional topicality of the subject dealt with and providing that no paper on a similar topic within the given subject sphere has been published in the previous three years in any Hungarian or international journal. The technical stipulations for the composition of review articles (length, language used, etc.) correspond to those outlined above for the preparation of manuscripts.

Review articles should consist of the following:

- abstract
- introduction (objective)
- conclusions
- list of literature cited.

TARTALOM

<i>Holló G. - Csapó J. - Seregi J. - Tőzsér J. - Szűcs E. - Repa I.</i>	
A konjugált linolsav előfordulása, élettani hatása és mennyiségének növelési lehetőségei a húsból.....	1
<i>Kovách G.</i>	
A KA-HYB sertés nemesítése és teljesítmény-vizsgálati eredményei	17
<i>Kövér Gy. - Szakály Z. - Kovách G.</i>	
A tenyészsertés-piac termékfogalmának marketing szempontú elemzése	25
<i>Weber M. - Mézes M.</i>	
E-vitamin kiegészítés hatása növendék pulykák testsúlygyarapodására, antioxidáns státuszának változására és a hús oxidatív stabilitására	35
<i>Molnár T. - Hancz Cs. - Molnár M. - Stettner G.</i>	
Két eltérő takarmányváltási módszer hatásának vizsgálata az előnevelt süllő (<i>Stizostedion lucioperca L.</i>) növekedésére.....	45
<i>Müller T. - Binder T. - Váradi B. - Horn P. - Bercsényi M.</i>	
Az európai angolna (<i>Anguilla anguilla L.</i>) hímeknek ivarérés indukálása (Előzetes eredmények)	53
Útmutató a kéziratok elkészítéséhez	59

CONTENTS

<i>G. Holló - J. Csapó - J. Seregi - J. Tőzsér - E. Szűcs - I. Repa</i>	
The occurrence, physiological effect and possibilities of increasement of conjugated linoleic acid content of meat	1
<i>G. Kovách</i>	
KA-HYB swine breeding and its connection with the progeny testing.....	17
<i>Gy. Kövér - Z. Szakály - G. Kovách</i>	
The product on the breeding pig market in the point of view of marketing	25
<i>M. Weber - M. Mézes</i>	
Effect of vitamin E supplementation on the body weight gain, changes of antioxidant status and on the oxidative stability of meat in growing turkey	35
<i>T. Molnár - Cs. Hancz - M. Molnár - G. Stettner</i>	
Study on the effect of two different methods of diet change on the growth of pond reared pike-perch (<i>Stizostedion lucioperca L.</i>)	45
<i>T. Müller - T. Binder - B. Váradi - P. Horn - M. Bercsényi</i>	
Artificial induction of sexual maturation in the European eel males (<i>Anguilla anguilla L.</i>) (Preliminary results).....	53
Guide for the preparation of manuscripts	59