

Animal welfare, etológia és tartástechnológia



Animal welfare, ethology and housing systems

Volume 14

Issue 1

Gödöllő
2018



Tartalomjegyzék

<i>Ákos Bodnár, Adél Hajzser, István Egerszegi, Péter Póti, Jan Kuchtik, Ferenc Pajor: A2 milk and its importance in dairy production and global market</i>	1-7
<i>Erdős Adél Dorottya, Szöllősi László: A tojástermelés és -fogyasztás nemzetközi és magyarországi helyzete, főbb tendenciái</i>	8-14
<i>Fábián Renáta, Pintér Tímea, Magyar Andrea, Bodó Szilárd: Egy-sejt pcr beállítása sertésen preimplantációs genetikai diagnózis céljából</i>	15-21
<i>Fodor István, Ózsvári László: Early pregnancy diagnosis on large dairy farms and its role in improving profitability. Literature review</i>	22-36
<i>Molnár Szilvia, Szöllősi László: A pecsenyekacsa hizlalás üzemi eredményei adott telep példáján keresztül</i>	37-44
<i>Nagy Dávid, Lambertné Meretei Anikó, Zsom Tamás, Zsomné Muha Viktoria: A húsiparban alkalmazott ultrahangos kezelések áttekintése</i>	45-52
<i>Szöllősi László, Molnár Szilvia: Az étkezési tojástermelés gazdasági helyzete Magyarországon</i>	53-62



Table of contents

<i>Ákos Bodnár, Adél Hajzser, István Egerszegi, Péter Póti, Jan Kuchtik, Ferenc Pajor:</i> A2 milk and its importance in dairy production and global market	1-7
<i>Erdős Adél Dorottya, Szöllősi László:</i> The international and Hungarian situation and main tendencies of the egg production and consumption	8-14
<i>Fábián Renáta, Pintér Tímea, Magyar Andrea, Bodó Szilárd:</i> Pig sex determination using single-cell PCR for preimplantation genetic diagnosis	15-21
<i>Fodor István, Ózsvári László:</i> Early pregnancy diagnosis on large dairy farms and its role in improving profitability. Literature review	22-36
<i>Molnár Szilvia, Szöllősi László:</i> Results of broiler duck production in the example of a given farm	37-44
<i>Nagy Dávid, Lambertné Meretei Anikó, Zsom Tamás, Zsomné Muha Viktoria:</i> Review on applications of ultrasonic treatments in meat industry	45-52
<i>Szöllősi László, Molnár Szilvia:</i> Economic situation of table egg production in Hungary	53-62



A2 MILK AND ITS IMPORTANCE IN DAIRY PRODUCTION AND GLOBAL MARKET

*Ákos Bodnár¹, Adél Hajzser¹, István Egerszegi¹, Péter Póti¹, Jan Kuchtik²,
Ferenc Pajor¹*

¹Institute of Animal Husbandry Sciences, Szent Istvan University,
Páter Károly 1., 2100 Gödöllő, Hungary

² Department of Animal Breeding, Mendel University in Brno,
Zemědělska 1, 613 00 Brno, Czech Republic
Bodnar.Akos@mkk.szie.hu

Received – Érkezett: 02. 05. 2018.
Accepted – Elfogadva: 02. 09. 2018.

Abstract

Hot topic in the dairy industry today is the growing popularity of A2 beta-casein milk among consumers and dairy farmers. Milk consists of water, lactose, fat, milk proteins, minerals and miscellaneous. The main milk proteins are caseins. The main types of caseins are *alpha*-casein, *beta*-casein, *kappa*-casein and moreover, the milk protein contains amino acids, peptides. The A1 and A2 beta casein variants are differ only in one amino acid because of a mutation in the 67th position. In preliminary research, A1 and A2 milk proteins have been shown to behave differently during the digestive process due to an amino acid variation. The A1 β -casein amino acid chain is susceptible to breakdown during normal enzymatic digestion, the peptide it breaks down to is a bioactive opioids; beta-casomorphins (BCM), one of peptides, BCM7 has been widely studied. A2 β -casein's amino acid chain is not as likely to experience this breakdown into BCM7 (Clarke, 2014). This study is a short summary about the previous researches and basic information about A2 milk production. In Hungary, there is a farm with 200 dairy cattle and good genetic background. This dairy farm have started to select and test their animals for A2 milk production.

Key words: A2 milk, BCM7, cattle breeds

Introduction

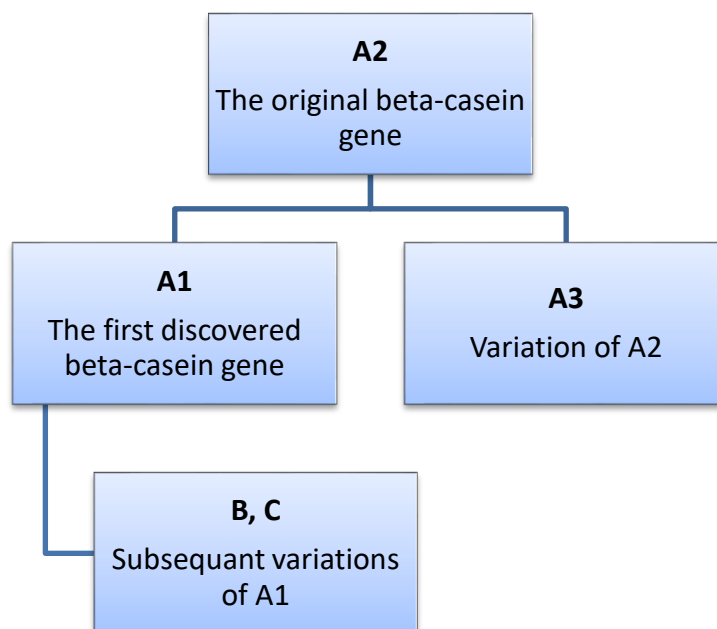
Humans first started to consume milk of other mammals regularly following the domestication of animals. Milk is composed of several solid components including minerals, lactose, fat and protein. There are three notable casein milk proteins: alpha, kappa, and beta-casein (Zoetis, 2015). There are several variants of the beta-casein protein with the most common ones being the recognizable A1 and A2 variants, as well as a B variant and some other rare variants (Pal, 2015).

Altogether we have 15 variants for beta-casein. The most important are shown at *Figure 1*. Research suggests that all cattle carried the A2 variant historically, but the A1 variant arose due to a mutation in European herds a few thousand years ago. *B*-casein is 209 amino acids long. Because of the mutation in the 67 position had changed the proline to histidine created A1 beta-casein. This difference allows



the formation of beta-casomorphin 7 (BCM7) via digestion. Beta-casomorphin 7 (BCM7) is a heptapeptide with opioid characteristics and a strong affinity for mu-opioid receptors (Givens et al., 2013).

Figure 1: Different types of beta-casein milk protein
(Cattel and Nelson, 2010)



The A1 variant is most commonly found in breeds with European ancestry, however, it has been introduced in some non-European cattle populations through crossbreeding (Pal, 2015). In the Holstein population, the A1 and A2 variants are estimated to appear in approximately equal amounts. In Jersey, the A2 allele is slightly more prevalent (Woodford, 2007). Human milk, goat milk, sheep milk and other species are ‘A2-like’ with proline at the equivalent position. Milk in which more than 99% of the beta-casein is the A2 variant is known as ‘A2 milk’. What we can buy in a supermarket is known as A1 (regular or ordinary) milk (Cattel and Nelson, 2010).

Beta-casein protein production is controlled by the combination of any two of A1 and A2 variants as all cows carry two alleles. These alleles are co-dominant, meaning that cows that carry two different variants (heterozygous) will produce equal amounts of each protein that they carry, while cows that carry two copies of the same allele (homozygous) will produce only that protein (Woodford, 2007). This makes achieving a homozygous A2 herd exclusively through genetic selection a possibility for dairy producers (Versteeg, 2016).

Dairy animals possess a genotype expressed as either A1A1, A1A2 or A2A2, with each copy of the beta casein allele leading to the production of the corresponding type of beta casein. A2A2 cows are the only ones that can be considered producers of A2 milk while A1A2 cows will produce milk with a mixture of A1 and A2 beta casein. Genotype of an animal can only be determined via genetic testing. Possible offspring combinations when beta casein genotypes of both parents are known are illustrated in Table 1 (Beavers and Van Doormaal, 2016).



Comparing each cattle species the highest A2 beta-casein rate is in the Guernsey, after that in descending order: Brown Swiss, Ayrshire, Jersey, Milking Shorthorn and Holstein.

Table 1: Possible combinations when mating animals of various beta casein genotypes
(Beavers and Van Doormaal, 2016)

Parent 2	Parent 1			Parent 2	Parent 1			Parent 2	Parent 1		
	A1	A2			A1	A2			A2	A2	
A1	A1A1	A1A2		A2	A1A2	A2A2		A1	A1A1	A1A2	
A1	A1A1	A1A2		A2	A1A2	A2A2		A2	A1A2	A2A2	
50% A1A1 50% A1A2				50% A1A2 50% A2A2				25% A1A1 25% A2A2 50% A1A2			
								100% A1A2			

Historical background of A2 milk

The original evidence implicating A1 beta-casein came from Prof. Bob Elliott from Auckland University. He noted that Samoan children brought up in Samoa had a minimal level of Type 1 diabetes whereas children of Samoan ethnicity in New Zealand are vulnerable. He looked for differences in lifestyle, and identified exposure to cow milk as a possibility. Subsequently working with Dr. Murray Laugesen, he suggested that across the developed world more than 80% of the between-country variations in Type 1 diabetes could be explained by per capita intake of A1 beta-casein (Laugesen and Elliott, 2003). Nevertheless, the background of Type 1 diabetes is not unequivocal. Type 1 diabetes is caused by an autoimmune process, but some different factors, including genetics and some viruses and less known environment factors influences the development of Type 1 diabetes (Kawasaki, 2014). Corran McLachlan showed similar correlations between intake of A1 beta-casein and heart disease.

Some ecological studies have suggested that BCM7 and related compounds may be involved in the aetiology of a range of chronic diseases, including Type 1 diabetes, ischaemic heart disease, autism and schizophrenia. At-risk children and adults are those who, for any of a range of reasons, have a 'leaky gut'. This may be associated with conditions such as stomach ulcers, ulcerative colitis, Crohn's disease and Coeliac disease. Antibiotic treatment and viruses may also affect this permeability (Woodford, 2011). Epidemiological evidence suggests the peptide BCM7 is a risk factor for development of human diseases, including increased risk of Type 1 diabetes and cardiovascular diseases but this has not been thoroughly substantiated by research studies. In addition, BCMs (includes BCM7) may be formed in all fermented dairy products, cheese, and yoghurt, but may be degraded during processing so as not detectable in the product as consumed. So, the different processing factors, such as heat treatment, fermentation, ripening, and cold storage might affect the formation and/or degradation of BCMs (Nguyen et al., 2015).

Present situation of A2 milk on global market

Back in 2000, the a2 Milk Company™ was founded in New Zealand by Dr. Corran McLachlan after the scientific discovery. The a2 Milk Company™ is the biggest Australian owned milk brand. There are 28 certified a2 Milk™ dairy farms that produce pure and natural A2 Milk™



from specially selected cows right across Australia. Each cow on these farms has been selected to produce only the A2 protein. The a2 Milk Company Limited had about 8% market share of the milk products market in Australia in the year 2014 (Adams, 2014) (Figure 2.).

Figure 2: A2 milk products on the market
(Internet1)



In August 2003, ‘The a2 Milk Company’ exclusively licensed patent and trademark rights to US-based Ideasphere Incorporated (ISI) to market a2 Milk products in North America (A2 Corporation, 2004).

The a2 Milk Company’ formed a joint venture with a major British milk supplier, Müller Wiseman Dairies, in November 2011 to process, market and sell its a2 Milk products in Britain and Ireland (Ooi, 2011). In June 2014, ‘The a2 Milk Company’ reported it had 20 dedicated farms supplying milk for processing in the UK (Our farmers, 2014). In its first year, the milk recorded £1 million in sales through 1000 stores.

The first consignments of ,The a2 Milk Company‘ infant formula - a2 Platinum were sent to China in 2013 (Adams, 2014).

The a2 Milk Company’ asked the European Food Safety Authority (EFSA) to undertake a review that A1 milk might be harmful. EFSA report, released in 2009, found that "a cause and effect relationship is not established between the dietary intake of BCM7 (beta-casomorphin-7), related peptides or their possible protein precursors and non-communicable diseases” (EFSA, 2009).

Potential A2 milk producing breeds

Different cattle breeds have different rate of A2 beta-casein in the milk. Comparing some important dairy cattle breeds based on genetic testing, the highest A2 beta-casein rate is in the milk of Guernsey, after that in descending order: Brown Swiss, Ayrshire, Jersey, Milking Shorthorn and Holstein (Woodford, 2011).

Holstein Friesian cattle is known as the world’s highest-producing dairy breed. Holsteins have distinctive markings, usually black and white or red and white in colour. In 2016 (Hungary) the average milking production was 9-10 thousands kg during a lactation with 3.5 – 4 % fat and 2.8 – 3.5 % protein content (Holló et al, 2016). Because of its significant yield, Holstein Friesian



breed is getting more widespread in the World. Although, if you want to produce A2 milk, you should reflect that this breed has the less A2 beta-casein genes but with the highest proceeds (Woodford, 2011).

Jersey cattle is adaptable to a wide range of climatic and geographical condition. Jersey produces more kilogram of milk per kilogram of body weight than any other breed. Jerseys naturally produce the highest quality milk for human consumption. The reason is there is more protein, Calcium and other non-fat solids in its milk compared to other breeds (Béri, 2013). Finally yet importantly, it has a high range of possess A2 beta-casein genes (Kaminski et al, 2007).

We should mention a species that has a fair chance to produce A2 milk and it started to come into general use. The zebu, sometimes known as humped cattle (*Bos indicus*) is a species or subspecies of domestic cattle originating in South Asia. Zebu have humps on the withers, large dewlaps, and droopy ears. They are adapted to the harsh environment of the tropics (Bodnár et al, 2012). Zebu is also used as dairy cattle in spite of *Bos indicus* cows commonly have lower production level then modern cattle breeds.

Findings and conclusions

Farmers in many regions of the world are being incentivised to produce A2 milk to meet the growing demand in what is considered to be a healthier alternative to conventional dairy (Zoetis, 2015). In Hungary, there is a local goal to establish an A2 milk dairy farm in Hajdúdorog. This family farm have 200 producing dairy Holstein Friesian cattle with good genetic background. In this year, they started to test and select their animals for A2 beta casein genes. Helping for the local initiations, we can conclude the potentials and possibilities of producing A2 milk, analysing and summarizing the regional and international market and consumption needs (Table 2.).

Table 2: SWOT analysis of A2 milk production possibilities

Strengths	Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> - health protection - new research area - potential investment - no need of technological changes <ul style="list-style-type: none"> - originality - low market risks 	<ul style="list-style-type: none"> - capital needs - selection costs - special breeds - long term profitability - no additional subventions
Opportunities	Treats
<ul style="list-style-type: none"> - market possibilities <ul style="list-style-type: none"> - higher price - new organizations (research institutes, farms, associations etc.) - spread of information <ul style="list-style-type: none"> - foreign markets - innovation 	<ul style="list-style-type: none"> - no marketing strategy - lack of consumer knowledge <ul style="list-style-type: none"> - no local markets - no outlets - disinterested farmers



Based on the SWOT analysis one can tell that one of the most important question is the marketing strategy and the consumers' needs. Secondly, more information is necessary for the consumers about A2 milk and milk products. Local consumption of A2 milk should be increased by spreading of proper knowledge about the special effects of these products on human health.

Acknowledgements

This work is supported by the EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 project. The project is co-financed by the European Union and the European Social Fund.

References

- A2 Corporation* (2004): A2 Corporation 2004 Annual Report
- Adams, C.* (2014). Lion relaunch a bid to slow A2 growth. *The New Zealand Herald*. Auckland. 7th June 2014.
- Beavers, L. and Van Doormaal, B.* (2016): Beta casein, A2 milk and genetics. *Canadian Dairy Network* (<https://www.cdn.ca/document.php?id=461>)
- Béri B.* (2013): A koncentrált tej termelésének lehetősége és helyzete. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 62, 4, 374-383.
- Bodnár Á., Prágai A., Kovács A.* (2012): A zebu (*Bos indicus*) és keresztezési lehetőségei: a santa gertrudis kialakulása és használata egyes helyi fajták javításában. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 8, 1, 118-126.
- Cattell, M.B., Nelson, A.J.* (2010): Beta-Casomorphin-7 and A1, A2 Milk – The devil's in the details. Windsor Dairy, LLC, presentation
- Clarke, A., Trivedi, M.* (2014): Bovine Beta Casein Variants: Implications to Human Nutrition and Health. International Conference on Food Security and Nutrition. Singapore
- EFSA* (2009): Review of the potential health impact of β -casomorphins and related peptides". European Food Safety Authority report, *EFSA Journal*, 231. pp. 1-107
- Givens, I., Aikman, P., Gibson, T., Brown, R.* (2013): Proportions of A1, A2, B and C b-casein protein variants in retail milk in the UK. *Food Chemistry*, 139, 1-4, 549-552
- Holló I., Szabó F.* (2016): Szarvasmarhatenyésztés, pp. 73 – 79.
- Kaminski S., Cieslinska A., Kostyra E.* (2007): Polymorphism of bovine beta casein and its potential effect on human health. *Journal of Applied Genetics*, 48, 3, 189-98.
- Kawasaki, E.* (2014): Type 1 Diabetes and Autoimmunity. *Clin Pediatr Endocrinol.*, 23, 4, 99-105.
- Laugesen, M., Elliott, R.* (2003): Ischaemic heart disease, Type 1 diabetes, and cow milk A1 beta-casein. *The New Zealand Medical Journal*, 116, 1168:U295
- Nguyen, D.D., Johnson, S.K., Buseti, F., Solah, V.A.* (2015): Formation and degradation of Betacasomorphins in Dairy Processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55, 1955-1967.
- Ooi, T.* (2011): A2 deal has milk pouring into UK. *The Australian*, 16 November 2011. p. 41.
- Our farmers* (2014): a2 Milk Company (<https://a2milk.co.uk/Our-Farmers/>)
- Pal, S., Woodford, K., Kukuljan, S., Ho, S.* (2015): Milk Intolerance, Beta-Casein and Lactose. *Nutrients*, 7, 9, 7285-7297.



- Versteeg, B.* (2016): A2 milk popularity on the rise. Semex Genetics, USA (<http://www.semexusa.com/i?page=a2-article>)
- White, A.* (2013). 'Allergy-free' milk firm reaches £1m sales. The Telegraph. London. 29 October 2013.
- Woodford, K.* (2007): A2 Milk, Farmer Decisions, and Risk Management. 16th International Farm Management Association. University College. Cork, Ireland
- Woodford, K.* (2011): Milk proteins and human health: A1 versus A2 Beta-casein. General Practitioners Conference, Sydney, 22 May 2011
- Zoetis Genetics* (2013): Identifying Milk Proteins in one Step with Clarifide ZoetisUS.com. 2013. Web Jan. 2016.

Internet:

Internet 1: <https://thea2milkcompany>

Internet 2: Koncentrált Tejű Fajták Egyesűlete: <http://koncentraltteju.hu/main.htm>



A TOJÁSTERMELÉS ÉS -FOGYASZTÁS NEMZETKÖZI ÉS MAGYARORSZÁGI HELYZETE, FŐBB TENDENCIÁI

Erdős Adél Dorottya, Szöllősi László

Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Gazdálkodástudományi Intézet,
 Üzemtani és Vállalati Tervezés Tanszék
 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
 erdos.adel@gmail.com

Received – Érkezett: 23. 02. 2018.
 Accepted – Elfogadva: 02.07. 2018.

Összefoglalás

A tojás a legolcsóbb állati eredetű fehérje, amely alapvető népelelmezési cikknek számít. Emellett kiváló funkcionális élelmiszer és jelentős egészségvédő, betegségmegelőző szerepe is van. A tanulmány célja a tojástermelés és -fogyasztás nemzetközi és magyarországi helyzetének, valamint főbb tendenciáinak bemutatása és értékelése. A világ tojástermelése 1990 és 2013 között közel kétszeresére, 68,3 millió tonnára növekedett, s az elkövetkezendő két évtizedre évente 2% körüli bővülés prognosztizálható. Ezzel együtt a világ éves egy főre jutó tojásfogyasztása 9,2 kg-ra emelkedett. Az EU tojástermelése 2015-ben közel 7,6 millió tonna volt, ami 2005-höz képest 3,7%-kal több, s további növekedés várható. A nemzetközi tendenciával ellentétben Magyarországon 2001-2016 között drasztikus mértékben, mintegy 30%-kal csökkent a tojóállomány és ezzel együtt a tojástermelés is. Tojásfogyasztásunk 2013-ban 214 db/fő/év volt, ami 45%-kal kevesebb, mint 1990-ben. Hazánk önellátottsági szintje jelenleg 70-75%, és ezzel együtt jelentős mennyiségű import termék van a hazai piacon, ami alapvetően versenyképességi problémákra vezethető vissza. **Kulcsszavak:** tojás, tendencia, termelés, fogyasztás, nemzetközi, hazai

The international and Hungarian situation and main tendencies of the egg production and consumption

Abstract

The egg is the cheapest animal protein that is considered as basic human nutritional goods. In addition, the egg is excellent functional food and it has also a role in health and prevention of diseases. The objective of the study is to introduce and to assess the international and Hungarian situation and main tendencies of table egg production and consumption. The egg production has doubled to 68.3 million tonnes between 1990 and 2013 in the world. Furthermore, the expected production will grow by 2% per year in the following two decades. At the same time, the annual egg consumption of the world has increased to 9.2 kg per person. The egg production of the EU was 7.6 million tonnes in 2015, which is more by 3.7% than in 2005 and further increase is expected. Contrary to the international tendency the layer flock and egg production have decreased dramatically by 30% between 2001-2016 in Hungary. Hungarian annual egg consumption was 214 pieces per person in 2013 which is lower by 45% than in 1990. At present the self-sufficiency rate



of Hungary is between 70-75%. At the same time huge amount of eggs are imported into the domestic markets, which is resulted by competitiveness problems.

Keywords: egg, trend, production, consumption, international, domestic

Bevezetés

Napjainkban a Föld népessége folyamatosan növekszik, ezzel együtt pedig az élelmiszerigény is. A mezőgazdaság számára tehát jelentős kihívást jelent a folyamatosan növekvő élelmiszerigény biztosítása. Az étkezési tojás ilyen szempontból kedvezőnek tekinthető, ugyanis egyrészt a legkisebb környezeti terhelés mellett állítható elő, másrészt a tojással fedezhető az emberi szervezet napi állatifehérje-szükséglete a legolcsóbban, harmadrészt pedig nemcsak alapvető népelelmezési cikk, de kiváló funkcionális élelmiszer és jelentős egészségvédő, betegségmegelőző szerepe is van (Szöllősi és mtsai, 2017). Éppen ezért indokolt az étkezési tojás ágazat ökonómiai kérdéseivel foglalkozni. A tanulmány célja a tojástermelés és -fogyasztás nemzetközi és magyarországi helyzetének, valamint főbb tendenciáinak bemutatása és értékelése.

Anyag és módszer

A tanulmányhoz szükséges adatokat és információkat elsősorban szekunder forrásokból gyűjtöttük, úgy, mint ágazati szakanyagok, szakcikkek, valamint hazai és nemzetközi adatbázisok (KSH, BTT; NÉBIH, FAO, EEPA). Az adatgyűjtés a termelési, a fogyasztási, a kereskedelmi és a tartástechnológiai adatokra terjedt ki az elmúlt 10-15 évre és a jövőbeli prognózisokra vonatkozóan. Az adatok feldolgozása során leíró statisztikai módszereket és viszonyszámokat alkalmaztunk. Ezen túl a hazai tojóágazat aktuális problémáinak rendszerezéséhez és az ok-okozati összefüggések feltárásához problémafa-elemzést végeztünk.

Eredmények és azok értékelése

A világ tojástermelése 2014-ben mintegy 69,8 millió tonna volt, ami 26%-kal magasabb 2004-hez képest. Az elkövetkezendő két évtizedre évente 2% körüli bővülés prognosztizálható. A világ top-3 tojástermelője – Kína, USA és India – a világon megtermelt tojásmennyiségnek mintegy felét állítja elő. Amíg Kína 35,3%-kal, addig az USA 8,6%-kal és India pedig 5,7%-kal részesedik a világon megtermelt étkezési tojás volumenéből. 2004 és 2014 között India termelése bővült a legnagyobb mértékben (+58%), Kína 22%-kal, míg az USA 13%-kal tudta növelni kibocsátását (FAO, 2017). A világ éves egy főre jutó tojásfogyasztása 2013-ban elérte a 9,2 kilogrammot, amely közel 11%-kal magasabb a 2003-as adathoz (8,3 kg/fő/év) képest.

A nemzetközi kereskedelemben kerülő tojás mennyisége 2003-ról 2013-ra megduplázódott, emellett az exportőr országok rangsora is átalakult (1. táblázat). Hollandia 2003-ban és 2013-ban is a legnagyobb mennyiségű tojást értékesítő ország volt, exportvolumenét ezen időszak alatt közel 2,5-szeresére növelte. Amíg 2003-ban Spanyolország volt a második legtöbb tojást exportáló ország, addig 2013-ban már Törökország lett, amely az adott időszakban 7,6 ezer tonnáról 281 ezer tonnára növelte tojásexportjának volumenét. Továbbá 2013-ra sem Kína, sem Belgium nem tudott lépést tartani a többi ország nemzetközi értékesítésével. Így a legnagyobbak közé Lengyelország és az USA is bekerült. Lengyelország tojásexportja jelentős mértékben, csaknem nyolcszorosára növekedett a vizsgált évtizedben. Németország stabilan az ötödik legtöbb tojást értékesítő ország



maradt ezen időszak alatt. 2013-ban Hollandia, Törökország és Lengyelország együttesen a nemzetközi kereskedelemben kerülő étkezési tojás mennyiségének közel felét adta.

A világ főbb importőr országait tekintve, Németország emelhető ki az első helyen (2. táblázat). A vizsgált időszakban 51%-kal bővült a Németországba szállított mennyiség. Szintén jelentős mennyiséget importált 2013-ban Irak is, ahol ez a mennyiség 2003-ban még mindössze 21,1 ezer tonna volt. Nagymértékben növelte az import volumenét Hollandia (+122%), Olaszország (közel hatszorosára), Mexikó és Oroszország is. A 2013-ban nemzetközi kereskedelemben kerülő étkezési tojás mennyiségének 50%-a Németországba, Irakba, Hollandiába és Kínába került.

1. táblázat: A világ főbb tojásexportőr országai 2003-ban és 2013-ban

S.sz. (1)	2003			2013		
	Országok (2)	Mennyiség (tonna) (3)	Megoszlás (%) (4)	Országok (2)	Mennyiség (tonna) (3)	Megoszlás (%) (4)
1.	Hollandia (5)	192 165	19,05	Hollandia (5)	470 149	23,80
2.	Spanyolország (6)	99 646	9,88	Törökország (11)	281 370	14,24
3.	Kína (7)	92 896	9,21	Lengyelország (12)	213 561	10,81
4.	Belgium (8)	81 601	8,09	USA (13)	144 795	7,33
5.	Németország (9)	60 899	6,04	Németország (9)	121 655	6,16
-
-	Összesen (10)	1 008 689	100,00	Összesen (10)	1 975 520	100,00

Forrás: FAO, 2017

Table 1: The main exporter countries in the world in 2003 and 2013

(1)number; (2)countries; (3)quantity (ton); (4)share; (5)Netherland; (6)Spain; (7)China; (8)Belgium; (9)Germany; (10)total (11)Turkey; (12)Poland; (13)USA

2. táblázat: A világ főbb tojásimportőr országai 2003-ban és 2013-ban

S.sz. (1)	2003			2013		
	Országok (2)	Mennyiség (tonna) (3)	Megoszlás (%) (4)	Országok (2)	Mennyiség (tonna) (3)	Megoszlás (%) (4)
1.	Németország (5)	245 799	24,91	Németország (5)	370 979	19,26
2.	Hollandia (6)	94 970	9,63	Irak (11)	294 299	15,28
3.	Kína (7)	83 519	8,47	Hollandia (6)	210 441	10,92
4.	Franciaország (8)	81 768	8,29	Kína (7)	105 776	5,49
5.	Szingapúr (9)	45 753	4,64	Olaszország (12)	92 156	4,78
-
-	Összesen (10)	986 581	100,00	Összesen (10)	1 926 626	100,00

Forrás: FAO, 2017

Table 2: The main importer countries in the world in 2003 and 2013

(1)number; (2)countries; (3)quantity (ton); (4)share; (5)Germany; (6)Netherland; (7)China; (8)France; (9)Singapore; (10)total; (11)Iraq; (12)Italy



A tojástermelés tartástechnológiái között megkülönböztetünk ketreces és alternatív tartásmódokat, utóbbi magában foglalja a mélyalmos, a szabadtartásos és az ökológiai (bio) technológiákat. Ezen tartásmódok aránya eltérő a világ egyes részein. Amíg Közel-Keleten, Dél-Kelet Ázsiában, Oroszországban és Kínában a ketreces tartást részesítik előnyben, addig Új-Zélandon és Ausztráliában egyre több helyen térnek át az alternatív tartástechnológiára. 2015-ben az Európai Unió tojóállományának 56%-a ketreces, míg 44%-a valamilyen alternatív tartástechnológiában (26% mélyalmos, 14% szabadtartásos, 4% bio) termelt. Néhány országban kiemelkedően magas az alternatív technológia aránya, Ausztriában 98%, Németországban 90%, Svédországban 83% és Hollandiában 81% (EEPA, 2017).

Az Európai Unió tojástermelése 2006 és 2016 között több mint 700 ezer tonnával növekedett, amely évi átlagos 1%-os bővülésnek felel meg. Az előrejelzések szerint 2026-ra az előállított tojásmennyiség meghaladhatja a 8,2 millió tonnát is, amely éves szinten átlagosan 0,6%-os növekedést jelent. Az EU tojástermelésének 75-80%-a az EU-15 országokból származik, azonban e tagállamokban kisebb mértékben nő a termelés, mint az EU-N13-ban (3. táblázat).

3. táblázat: Az Európai Unió tojástermelése, -fogyasztása, és kereskedelme (2006-2026)

Megnevezés (1)	2006	2011	2016	2021	2026	Évenkénti változás (%) (2)	
						2006-2016	2016-2026
Termelés* (ezer tonna) (3)	7 006	7 333	7 742	7 972	8 224	1,0	0,6
EU-15	5 467	5 498	5 970	6 098	6 229	0,9	0,4
EU-N13	1 539	1 835	1 772	1 874	1 995	1,4	1,2
Fogyasztás (ezer tonna) (4)	6 844	7 097	7 379	7 585	7 798	0,8	0,6
EU-15	5 336	5 751	5 926	6 084	6 261	1,1	0,6
EU-N13	1 508	1 346	1 453	1 502	1 537	-0,4	0,6
Fogyasztás (kg/fő/év)** (5)	12,7	12,7	12,7	12,9	13,2	0,0	0,4
EU-15	12,6	13,1	12,7	12,9	13,2	0,1	0,4
EU-N13	12,8	11,4	12,6	12,8	13,0	-0,2	0,3
Import (ezer tonna) (6)	41	23	24	24	24	-5,2	0,0
Export (ezer tonna) (7)	203	259	387	411	450	6,7	1,5

*beleértve a fogyasztásra alkalmas, illetve a keltezőtojást is (8)

**csak a fogyasztásra szánt tojást tartalmazza (9)

Forrás: European Commission, 2016

Table 3: The egg production, consumption and trade of the EU

(1)description; (2)annual change; (3)production (thousands tons); (4)total use (thousands tons); (5)consumption (kg/person/year); (6)import; (7)export; (8)includes eggs for consumption and hatching eggs; (9)includes only eggs for consumption

A tojásfogyasztás az elmúlt 10 évben 7,8%-kal nőtt, amelyet az EU-15 tagországainak fogyasztása generált. Az elkövetkezendő 10 évben 5,7%-os emelkedés várható, amely mind az EU-15, mind az EU-N13 tagországaiban azonos mértékű lesz. Az egy főre jutó éves fogyasztás az elmúlt években stagnált, ugyanakkor a prognózisok 2026-ig 4%-os növekedést mutatnak.

Az EU tojáskereskedelme az elmúlt években jelentős mértékben változott. Az import mennyisége 41%-kal 24 ezer tonnára csökkent, amely a jövőben stagnálni fog. Ezzel ellentétben



az export volumene 90%-os bővülést mutatott az elmúlt évtizedben, s a következő 10 évben – ugyan kisebb mértékű – további 16%-os növekedés prognosztizálható.

A nemzetközi tendenciával ellentétben a magyar tojáságazat sajnos uniós csatlakozásunk vesztese lett. Annak ellenére, hogy a '90-es években a magyar tojáságazat több mint 4,5 milliárd darab étkezési tojást állított elő, s az önellátottság mellett 100-150 millió darabos exportot realizált, 2001-2016 között drasztikus mértékben, mintegy 34%-kal csökkent a tojóállomány és ezzel együtt 30%-kal a tojástermelés is. Hazánkban a jércetelepítés 2006-ig folyamatosan esett. Míg 2001-ben 5,9 millió jerce került kihelyezésre évente, addig 2006-ban ez mindössze 3,6 millió volt. Azóta az állomány létszáma 3-3,9 millió egyed között ingadozott, az utóbbi néhány évben mérsékelt növekedést mutatva. A keltetés az utóbbi három évben 6,2 millióról 8 millió darabra emelkedett, így a belföldi telepítések mellett a naposcsibe-kivitel is jelentős. Amíg a nagyüzemi előállítás volumene 2001-ben még 1,5 milliárd darab tojás volt, addig 2011-re az a felére csökkent. Ezt követően kismértékű növekvő tendencia figyelhető meg, 2016-ban elérve az 1,1 milliárd darab tojást. A regisztrált termelés mellett jelentős az ún. háztáji termelés is, ami mintegy 700-800 millió darab tojásra tehető (BTT, 2017). A hazai termelést erősen befolyásolja, hogy milyen az EU-ban a telepítési kedv, mennyire jellemzi az uniós piacot túltermelés. Kínálati piac esetén az Unió tagállamaiban jelentkező felesleg azonnal megjelenik a magyar piacon, jellemzően dömping áron, amely nemcsak a hazai árakat törli le, hanem a következő év telepítési kedvére is erősen kihat.

Az elmúlt 15 évben visszaeső termeléssel párhuzamosan – a hazai vásárlóerő gyengülése és az ágazati marketing hiánya miatt – jelentős mértékben csökkent a hazai tojásfogyasztás is. A mélypont 2013-ban volt, 214 db éves egy főre jutó fogyasztással, ami 45%-kal kevesebb, mint 1990-ben (389 db/fő/év), s 25%-kal alacsonyabb, mint 2001-ben (284 db/fő/év) volt. Tény, hogy ma kevesebb tojást eszünk, mint 1970-ben. Ez sajnálatos, mert igen komoly népegészségügyi kockázatot jelent (Szöllősi és mtsai, 2017).

Hazánk étkezési tojás külkereskedelmében is számottevő változás figyelhető meg. Magyarország tojás és tojástermékek kivitele 42 millió euró volt 2016-ban. Ennek 88%-át a keltetésre szánt tojások adták, de jelentősebb mennyiségű étkezési tojást exportáltunk például Ausztriába, Németországba és Horvátországba. Ugyanakkor a jelenleg megtermelt 1-1,1 milliárd darab étkezési tojásból mintegy 40-45 millió darab (csupán 4-5%) kerül kivitelre. Az importunk ezzel szemben drasztikusan növekedett a csatlakozásunkat követő időszakban, aminek eredményeként hazánk nettó importórrá vált az adott termékkör tekintetében. A BTT kalkulációi (4. táblázat) és a NÉBIH adatai szerint jelenleg ez 500-600 millió darab tojás, ami a hazai szükséglet kb. 25-28%-át jelenti (BTT, 2015). Sajnos a statisztikailag felmérhetetlen szürke- és feketegazdaság miatt a KSH által közölt importadatok alulbecsülik a valóságot. Hazánk önellátottsági szintje ennek megfelelően jelenleg 70-75%, ami alapvetően versenyképességi problémákra hívja fel a figyelmet.



4. táblázat: Eladóhelyi tojáskészlet* felmérése alapján a tojásimport aránya és mértéke

Év (1)	Üzletek száma (db) (2)	Magyar tojás (db) (3)	Import tojás (db) (4)	Import arány (%) (5)	Becsült import (millió db) (6)
2013	56	89 438	38 620	30,2	454
2014	51	89 528	77 960	46,5	700
2015	86	199 483	105 461	34,7	522

*A magyarországi kiskereskedelmet reprezentáló üzletek teljes polckínálatának felmérése alapján. (7)

Forrás: BTT, 2015

Table 4: Proportion and rate of the imported egg based on commercial egg stock

(1)year; (2)number of shops; (3)Hungarian egg; (4)imported egg; (5)share of import; (6)estimated import (million eggs) (7)Based on the total egg stock in shops which represent the Hungarian retail sector.

Az országba nagy mennyiségben érkező, jellemzően (70%) S-es méretű olcsó importtojás igen komoly piacszavaró tényező, a hazai fogyasztók árérzékenységét kihasználva erős árletörő hatású. Az Agrárgazdasági Kutató Intézet 2016. decemberi felmérése (Stummer, 2016) szerint a nagy áruházláncok értékesítésük jelentős hányadát (átlagosan 38 százalékát, de egyesek akár 50-60 százalékot is) importból szerzik be. Amíg a magyar tojás átlagára 45,7 Ft/db, addig az import terméké 35,5 Ft/db volt a felmérés idején. Ebből kifolyólag a hazai termelők importtal szembeni versenyképességének javítása érdekében olyan eszközöket szükséges alkalmazni, amelyekkel az abszolút értékben ugyan olcsóbb, de relatíve drágább S-es méretű importtojások aránya a piacon visszaszorítható. A kormányzat által e célok megvalósítására bevezetett intézkedések közül ki kell emelnünk a kilós ár feltüntetését és az árak betűnagyságának egységesítését, valamint az EKÁER rendszer és az 5%-os áfa bevezetését.

A 2012-es kötelező ketreccsere miatt hazánkban több – elsősorban kis (közepes) – termelő felhagyott tevékenységével. Ugyan a férőhelyek száma – köszönhetően a beruházási támogatásoknak (ÁTK 3.) – nem csökkent, azonban elindult egy koncentráció és megváltoztak a technológiai arányok. A NÉBIH (2017) adatai alapján a 350 tojótyúk feletti férőhellyel rendelkező telepek esetében a férőhelyek közel 84%-ában feljavított ketreces tartásmód áll rendelkezésre. Ezzel szemben a mélyalmos technológia mindössze 15%-ot, míg a szabadtartás alig több mint 1%-ot, az ökológiai tartásmód pedig 0,5%-ot tesz ki.

A hazai tojóágazat aktuális problémáit vizsgálva, megállapítható, hogy a magyar tojásszektor összetett – azok között ok-okozati összefüggésekkel jellemezhető – problémákkal áll szemben. A központi problémaként az ágazat alacsony versenyképessége fogalmazható meg, aminek közvetlen hatása a csökkenő termelés, a kapacitások kihasználatlanságának növekedése, a vállalkozások bezárása, a munkahelyek megszűnése, az adóbefizetések csökkenése stb. Az ágazat alacsony versenyképessége számos tényezőre vezethető vissza: uniós túltermelés, alacsony értékesítési árak, magas takarmányárak, jövedelmezőségi problémák, technológiai színvonalban megnyilvánuló hiányosságok, hatékonysági problémák, olcsó import beáramlása, ágazaton belüli összefogás és közösségi marketing hiánya, hazai fogyasztás csökkenése stb. A problémák egy részére az ágazat szereplőinek nincs ráhatása, viszont amelyeket befolyásolni tudnak, azok kiküszöbölése, megoldása pozitívan hat az ágazat versenyképességére, csökkentve ezáltal a negatív hatásokat is.



Következtetések és javaslatok

A nemzetközi adatok és prognózisok alátámasztják, hogy a tojás és tojástermékek népszerűsége és fogyasztása folyamatosan nő, így a tojástermelés a jövőben is meghatározó jelentőségű lesz az állati termék előállításban. Ugyanakkor az ágazatnak, különösen az Európai Unión belül, a jövőben kihívást jelentenek az ingadozó takarmányárak, az egyre szigorúbb élelmiszerbiztonsági előírások, a fogyasztói igény változásai, illetve az EU szigorodó állatjóléti előírásai. A nemzetközi tendenciával ellentétben az elmúlt 10-15 évben a magyar tojáságazat gyors erodálódása volt jellemző, aminek megállítása és a trend megfordítása ágazati és nemzetgazdasági érdek. Úgy véljük, hogy az ágazat fő célkitűzése középtávon a versenyképesség javítása kell, hogy legyen. A gazdasági és piaci környezet kedvezőtlen változásai a termelők és az ágazati irányítás számára egyaránt kiemelten fontossá és szükségessé teszik a magyar tojáságazat versenyképességét befolyásoló tényezők vizsgálatát és a tartalékok feltárását. Meglátásunk szerint az ágazat számára középtávon reális elvárás a hazai egy főre jutó éves tojásfogyasztás jelenlegi 214 darabról 240 darabra történő emelkedése (2008-ig e fölött volt a fogyasztásunk) és ezzel párhuzamosan az import tojás mennyiségének jelentős csökkenése, ami hosszabb távon a hazai önellátottság 100%-ra történő emelkedését is lehetővé teheti.

Irodalomjegyzék

- BTT* (2015): Baromfi Termék Tanács adatbázisa.
BTT (2017): Baromfi Termék Tanács adatbázisa.
FAO (2017): Food and Agriculture Organization of The United Nations' database. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>
EEPA (2017): European Egg Processors Association. Laying hens by way of keeping. URL: <http://www.eepa.info/Statistics.aspx> (2017.11.14.)
European Commission (2016): Agricultural Outlook. Prospect for the EU agricultural markets and income 2016-2026. URL: https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/markets-and-prices/medium-term-outlook/2016/2016-fullrep_en.pdf (2017. 10.21.)
KSH (2017): Központi Statisztikai Hivatal adatbázisa. URL: <http://www.ksh.hu/>
NÉBIH (2017): Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal adatbázisa. URL: <http://portal.nebih.gov.hu/web/guest/-/nyilvantartott-tojotyuk-tarto-telepek>
Stummer I. (2016): Tojáspiaci körkép 2016. december, Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest.
Szöllősi L., Molnár Sz., Molnár Gy., Horn P., Sütő Z. (2017): A tojás mint alapvető és funkcionális élelmiszer táplálkozás-élettani jelentősége. Táplálkozásmarketing. 4: (1-2) 7-22.



EGY-SEJT PCR BEÁLLÍTÁSA SERTÉSEN PREIMPLANTÁCIÓS GENETIKAI DIAGNÓZIS CÉLJÁBÓL

Fábián Renáta^{1,2}, Pintér Tímea¹, Magyar Andrea^{1,2,3}, Bodó Szilárd^{1,2,3}

¹ Szent István Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter Károly út 1.

²NAIK, Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet, 2100. Gödöllő, Szent-Györgyi Albert u.4.

³NAIK, Állattenyésztési, Takarmányozási és Húsipari Kutatóintézet, 2053. Herceghalom, Gesztenyés út 1.

fabian.renata@abc.naik.hu

Received – Érkezett: 14. 02. 2018.

Accepted – Elfogadva: 02.07. 2018.

Összefoglalás

Az utóbbi évtizedben az új reprodukciós technikák fejlesztésének és alkalmazásának hatására jelentősen megemelkedett a sertés ágazat termelékenysége. A preimplantációs genetikai diagnózis (PGD) és embriótranszfer segítségével meghatározott ivarú utódokból álló almok állíthatók elő. Az embriókon végzett biopszia révén kinyert sejtek ivarának meghatározása után a kívánt nemű embriók ültethetők recipiens állatokba. Kísérleteinkben egy sertés PGD módszert kívántunk kifejleszteni *in vitro* létrehozott embriókból embrióbiopsziával kinyert sejteken.

Munkánk során az ivarspecifikus PCR-hez pozitív kontrollként a mindkét nemre jellemző sertés mitokondriális 12S rRNS génszekvenciát választottuk, míg az Y kromoszóma kimutatására a sertés hím-specifikus ismétlődő szekvenciát alkalmaztuk a duplex PCR során. Vágóhídról származó petefészkekből kinyert petesejteket használtunk a PCR beállításához, hogy elérjük az embrió ivarának meghatározáshoz szükséges detektálási érzékenységet (6pg/μl DNS). A keletkezett PCR termékek 2%-os agaróz gélen futtatva jól elkülöníthetőek: nőtény esetében egy, hímekek esetében két sáv detektálható. A sikeres beállítást követően a PGD módszereként *in vitro* fertilizációval előállított 8-sejtes embriókat biopsziáztunk és egy-sejt PCR segítségével megállapítottuk a nemüket.

Kulcsszavak: PGD, ivarmeghatározás, egy-sejt PCR

Pig sex determination using single-cell PCR for preimplantation genetic diagnosis

Abstract

In the last decades productivity of pig breeding has increased significantly, due to the development and application of new reproductive technologies. Sex preselection of livestock progeny can be created by using preimplantation genetic diagnosis (PGD) and embryo transfer. After determining the sex of the blastomeres with a single-cell analysis obtained by embryo biopsy, the sexed embryos could be transfer into recipient females. The aim of our experiments was to develop a pig PGD from a single-cell obtained by embryo biopsy from *in vitro* produced embryos.

In our study a duplex PCR for amplification of both sexes was applied. Two different specific primer sets were used, one as a positive control common to both sexes the pig mitochondrial 12S rRNA multicopy gene sequence and the other was a pig male-specific repeat sequence to detect the

presence of Y chromosome. The PCR was developed using oocytes recovered from the ovaries to reach the necessary sensitivity of determine embryo sex from a single cell (6pg/ μ l DNA). The PCR products were easily distinguishable using agarose gel electrophoresis. At the samples originated from females a single band and at the males samples double bands were detectable. After the successful sets of the single-cell PCR as a method of PGD we biopsied 8-cell embryos, which were produced by in vitro fertilization and the sex of the embryos were determined.

Keywords: PGD, sex determination, single-cell PCR

Irodalmi áttekintés

Meghatározott ivarú utódok létrehozása az állattenyésztés számára egy hasznos módszer lehet a termelékenység növelése érdekében. Jelenleg két megbízható módszer áll rendelkezésre az utódok ivarának befolyásolására. Az egyik az áramlásos citometria segítségével történő sperma szexálás (Johnson és mtsai, 2005), a másik az embrióbiopsziával kinyert sejteken történő embrió szexálás egy-sejt PCR segítségével (Tavares és mtsai, 2016). Az áramlásos citometriával történő spermaszelektálásnak, bár a gyakorlat számára könnyebben kivitelezhető és szarvasmarha tenyésztésben már elterjedt, manapság több korlátja is ismert (Torner és mtsai, 2013; Pozzi és mtsai, 2014). Többek között az eljárás időigényes (óránként kevés sejt szelektálható), a szelektált spermiumok alacsonyabb termékenységet mutatnak és a fejlődő embriók esetében korai embrióelhalást gyakrabban figyeltek meg. Ezzel szemben a preimplantációs genetikai diagnózis módszere (hatékony egy-sejt PCR technikával alkalmazva az embrió ivarmeghatározására) egy megbízhatóbb és egyéb preimplantációs diagnosztikával egy időben végezhető, de embrióültetést igénylő beavatkozás.

A preimplantációs genetikai diagnózis (PGD) a prenatalis diagnosztika legkorábbi formája, melyre a termékenyüléstől a blasztociszta állapotig van lehetőség. A PGD-t a humán asszisztált reprodukciós eljárások során genetikai rendellenességek szűrésére alkalmazzák. Haszonállatoknál az embrionális sejt mintavétel az ivar meghatározás mellett alkalmazható teljes genom alapú szelekcióra és embrió transzfert megelőző prognosztizált tenyészérték meghatározásra (Habib és mtsai, 2014). A módszer lényege, hogy a beágyazódás előtti embrióból biopsziával történik mintavétel, ezen elvégzik a genetikai vizsgálatot, majd az embriókat szelektálják az eredmény alapján és *in vitro* tenyésztik visszaültetésig, vagy lefagyasztják. A PGD három embriófejlődési állapotban hajtható végre. A legkorábbi a petesejt poláris test biopsziája, melynek hátránya, hogy csak az anyai genetikai állományról kapunk információkat. Blasztomer biopsziánál egy 8-16-sejtes embrió egy-két sejtjét, blasztomerjét távolítják el, ez a blasztomer alkalmazható a további analízishez. A trofektoderma biopsziánál a blasztociszta fejlődési stádiumú embrióból történik 4-10 sejt mintavétele, így előnye, hogy már több sejt áll a rendelkezésre a további vizsgálatokhoz (Kahraman és mtsai, 2015). A kinyert minta többféleképpen is vizsgálható, kromoszóma festéssel, FISH-sel vagy egy-sejt PCR-rel. A gyorsaság, költséghatékonyság, érzékenység és specifitás miatt a PCR alapú technikák rutinszerű használata terjedt el a gyakorlatban (Bredbacka, 2001). Az egy-sejtből történő analízisnél korlátozott mennyiségű (7-8 pg) templát DNS áll rendelkezésre a diagnosztikához, így általában egy megnövelt érzékenységű, nested, illetve az ivar kimutatására gyakran multiplex PCR eljárást alkalmaznak. Előbbinél két egymást követő PCR ciklusban az érzékenység és a specifikusság is növelhető, így felerősítve a target szekvenciákat, utóbbinál egyszerre több, lókuszt-specifikus primer párt használva amplifikálható a kívánt szekvencia. (Fu és mtsai, 2007).

Vizsgálataink során sertés embriók nemének meghatározására alkalmas PGD módszert dolgoztunk ki. Kísérleteinkben embrióbiopsziát végeztünk *in vitro* fertilizációval előállított 8-sejtes sertés embriókon, beállítottunk egy megfelelő érzékenységgű egy-sejt multiplex PCR módszert, és igazoltuk, hogy a módszerünk megfelelő hatékonyságú a gyakorlati munka számára.

Anyag és módszer

DNS kinyerés

Vizsgálatainkhoz fenol-kloroformos extrakcióval izoláltunk vágóhídról származó nőstény petefészek és méh, valamint hím mellékhere mintákból genomi DNS-t. Ezt a DNS-t alkalmaztuk hígítási sor készítéséhez a PCR beállításakor és a későbbiekben kontroll mintaként. Szintén vágóhídról származó petefészekből nyertünk ki petesejteket hegyes végű szikepenge segítségével. A petesejteket a zona pellucida eltávolítását (savas vagy lézeres) követően arra használtuk, hogy az egy-sejtre jellemző DNS mennyiség vizsgálatához *in vivo* modellünk legyen. A petesejteket egyedileg számozott 2 µl PCR vizet tartalmazó PCR csövekbe helyeztük és a DNS-t két lépésben történő fagyasztással és 10 perces 98°C-on történő inkubálással tártuk fel. Ezt a DNS feltárási módot alkalmaztuk a nyolc-sejtes embriókból üvegkapillárisal izolált blasztomereknél, illetve a biopsziával kinyert sejteken is. A PCR reakciót is ugyanezekben a csövekben közvetlenül végeztük.

PCR amplifikáció

Az ivarmeghatározáshoz pozitív kontrollként a mindkét nemre jellemző sertés mitokondriális 12S génszekvenciát (SUS12S) választottuk, míg az Y kromoszóma kimutatására sertés hím-specifikus ismétlődő szekvenciát (SUSYb) alkalmaztunk a duplex PCR során (1. táblázat).

1. táblázat. Az ivarmeghatározás során felhasznált primerek

NÉV	SZEKVENCIA	HOSSZ
SUSYB F.	5'-GTGGCAATGGGATGGTTATC-3'	235 bp.
SUSYB R.	5'-AATCCTCCTCAGCCAAGGTT-3'	
SUS12S F.	5'-CCTCCTCAAGCATGTAGT-3'	75 bp.
SUS12S R.	5'-GTTACGACTTGTCTCTTCGTGCA-3'	

Table 1. Primers used for sex PCR

A PCR programnál a templát kezdeti denaturálása 94°C-on 15 percig tart, ezt 38 ciklus követi, a templát denaturáció 94°C-on 15 másodpercig, primer annealing 58°C-on 25 másodpercig, elongáció 72°C-on 20 másodpercig és a végső lánchosszabbítás 72°C-on 10 percig tart. A PCR terméket 2%-os agaróz gélen futtattuk.

In vitro embrió előállítás

A vágóhídról származó petefészekből M199 oldatban nyertük és válogattuk ki a petesejteket. A megfelelő minőségű petesejteket Nunc 4 lyukú tenyésztő edénybe, PMSG és hCG hormonkiegészítést tartalmazó NCSU37-IVM1 maturációs médiumba helyeztük 22 órára 38,5°C hőmérsékletű termosztátba, 5%-os CO₂ és 5%-os O₂ tartalom mellett. Az első 22 óra leteltével

NCSU37-IVM2 oldatba helyeztük át a petesejteket. A P-FM termékenyítő oldatban végzett fertilizációhoz mélyhűtött, mellékhere eredetű spermiumokat használtunk $1 \cdot 10^5$ /ml koncentrációban. A fertilizáció után a kumulusz sejteket pipettázással távolítottuk el, majd 2 napig NCSU37-PYR-LAC- IVC1 médiumban tenyésztettük *in vitro* az embriókat, $38,5^\circ\text{C}$ -on, 5% CO_2 és 5% O_2 mellett. Második napon a két illetve 4 -sejtes állapotot elérő embriókat NCSU37-GLU-IVC2 médiumba helyeztük és tovább tenyésztettük 8-sejtes állapotig, amikor elvégeztük az embrió blasztomerekre történő szétosztását illetve az embrió biopsziát.

Blasztomer izoláció

Az *in vitro* tenyésztett nyolc-sejtes embriókat a zona pellucida eltávolítása előtt Ca^{2+} és Mg^{2+} mentes PBS oldatban inkubáltuk annak érdekében, hogy fellazítsuk a kapcsolatot a blasztomerek között. Az inkubálást követően a zona pellucidát pronázos emésztéssel vagy lézerrel távolítottuk el az embriók körül. Petesejtek esetében nem szükséges Ca^{2+} és Mg^{2+} mentes PBS oldatban inkubálni, de az eredményes DNS feltárás érdekében a zona pellucidát a petesejtek körül is eltávolítottuk pronázos emésztéssel vagy lézerrel. Az embriókat kis átmérőjű üvegapplárisal történő fel-le mozgatással szedtük blasztomerekre, és egy-vagy két blasztomert helyeztünk a PCR csövekbe.

Embrióbiopszia

A 8-sejtes embriókat a sejt-sejt közötti kapcsolatok fellazítása érdekében Ca^{2+} és Mg^{2+} mentes PBS oldatban inkubáltuk a beavatkozást megelőzően 20 percen keresztül. A mikromanipuláció során a zona pellucidán egy XY Clone lézerberendezés segítségével létrehozott nyíláson keresztül, egy $30 \mu\text{m}$ átmérőjű üvegapillárisal távolítottuk el a blasztomereket egy holder kapillárisal rögzített embrióból Ca^{2+} és Mg^{2+} mentes PBS oldatban, Olympus IMT-2 inverz mikroszkópra szerelt Narishige illetve Eppendorf mikromanipulátorok segítségével.

Eredmények és értékelés

Az ivar meghatározására az Y kromoszóma-specifikus ismétlődő szekvenciát (235 bázispár) és az esetleges DNS mennyiségi és feltárásai hibák kiküszöbölésére a mindkét kromozómán megtalálható mitokondriális génszekvenciát (75 bázispár) választottuk. Első lépésként gradiens PCR-rel optimalizáltuk a primer tapadási hőmérsékletet (1. ábra), ez alapján az 58°C -os hőmérsékletet választottuk ki a további munka számára. Ezt követően nőstény és hím DNS hígítási soron (10 ng/ μl , 5 ng/ μl , 1 ng/ μl , 0,5 ng/ μl) csökkentettük a detektálási érzékenységet (2. ábra). A legkisebb, 0,5 ng/ μl hígításon is sikerült jelet detektálnunk nőstény és hím minta esetében is.

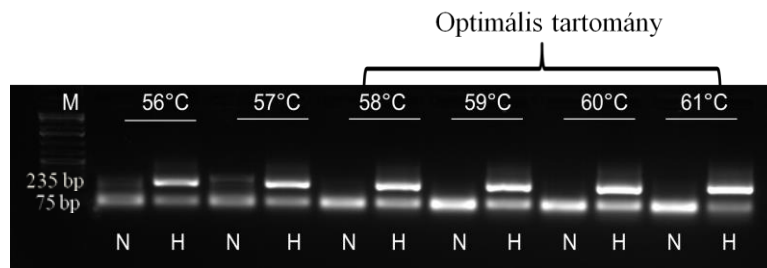
1. ábra: Gradiens PCR nőstény (N) és hím (H) mintákkal

Figure 1: Gradient PCR with female (N) and male (H) samples

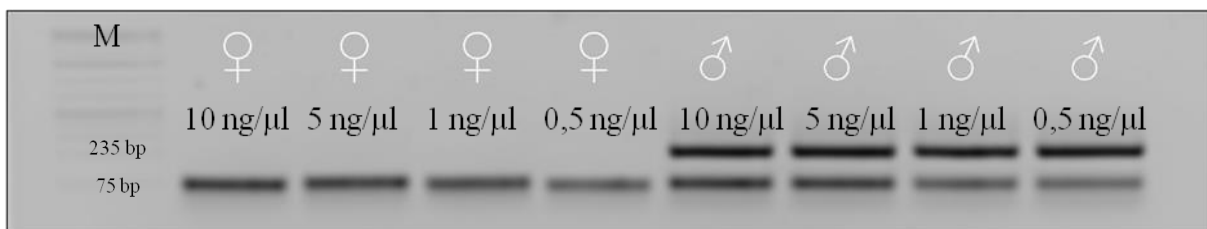
2. ábra: PCR hígítási soron

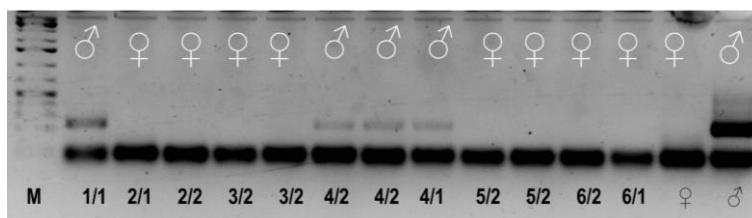
Figure 2: PCR with dilution line

Az egy-sejtre jellemző DNS mennyiség (7-8 pg) vizsgálatához az előzőleg 2 μ l PCR vízben a felhasználásig -20°C -on tárolt zona pellucida mentes petesejteket használtunk a PCR reakció során (3. ábra). A PCR során minden petesejtnél sikerült egyetlen, az X kromoszómára jellemző 75 bázispáros jelet kapnunk.

3. ábra: PCR petesejtekkel

Figure 3: PCR with oocytes

A petesejtekkel történő egy-sejt PCR beállítását követően az *in vitro* fertilizációval előállított embriókból származó blasztomerekkel teszteltük az egy-sejt PCR pontosságát (4. ábra). Hat embriókat osztottunk blasztomerekre, egy embrióból egy-vagy két blasztomert helyeztünk egyszerre egy PCR csőbe. Az egy embrióból származó blasztomereknél ugyanazt a nemet kaptuk és minden blasztomer esetében sikerült jelet detektálnunk.

4. ábra: PCR 8-sejtes embriókból származó blasztomerekkel

4. Figure PCR with blastomeres from 8-cell stage embryos

Ezt követően embrióbopsziával nyertünk ki egy-két blasztomert 23 darab 8-sejtes állapotig *in vitro* tenyésztett embrióból (5. ábra). A PCR eredménye alapján 5 nőstény és 17 hím embriót diagnosztizáltunk. Egy embrióból származó mintánál nem sikerült meghatározni a nemét.

5. ábra: PCR embrióból biopsziával izolált blasztomerekkel

5. Figure: PCR with blastomeres isolated from embryos by embryo biopsy

Következtetések és javaslatok

Munkánk során beállítottuk egy-sejt szintjén az ivarmeghatározást sertés embriókon. Az embrió biopszia révén izolált sejtekből 95%-os hatékonysággal sikerült ivart meghatározni. A PCR termék könnyen megkülönböztethető agaróz gélelektroforézis segítségével, nőstény mintánál egyetlen 75 bp-os termék detektálható, míg hím mintánál egy 75 bp és 235 bp méretű terméket kapunk.

Az embrió ivarának meghatározása mellett, az eljárás alkalmazható egyéb, a tenyésztő által meghatározott génszekvenciák és allélok kimutatására az általunk is alkalmazott preimplantációs genetikai diagnózis módszerét követve. A módszer hasznos eszköz lehet olyan kutatás során, amikor csak azonos nemű utódokból álló almokat kívánunk létrehozni.

Irodalomjegyzék

- Bredbacka, P.* (2001): Progress on methods of gene detection in preimplantation embryos. *Theriogenology*, 55: 23–34.
- Fu, Q., Zhang, M., Qin, W. S., Lu, Y. Q., Zheng, H. Y., Meng, B., Lu, S. S., Lu, K. H.* (2007): Cloning the swamp buffalo SRY gene for embryo sexing with multiplex-nested PCR. *Theriogenology*, 68: 1211–1218.
- Habib, A. S. S., Christian, V., Mehdi, S., Dominic, G., Éric, F., Béatrice, M., Jacques, C., Patrick, B., Claude, R.* (2014): Impact of whole-genome amplification on the reliability of pre-transfer cattle embryo breeding value estimates. *BMC Genomics*, 15:889.
- Johnson, L. A., Rath, D., Vazquez, J. M., Maxwell, W. M. C., Dobrinsky, J. R.* (2005): Preselection of sex of offspring in swine for production: current status of the process and its application. *Theriogenology*, 63: 615–624.
- Kahraman, S., Beyazyürek, Ç., Avni Taç, H., Pirkevi, C., Cetinkaya, M., Gülüm, N.* (2015): Recent advances in preimplantation genetic diagnosis. *Advances in Genomics and Genetics*, 5: 189-203.
- Pozzi, A., Previtali, C., Lukaj, A., Galli, A., Bongioni, G., Puglisi, R.* (2014): High-resolution melt analysis does not reveal mutagenic risk in sexed sperm and in vitro-derived bovine embryos. *Animal Genetics*, 45: 473–478.
- Tavares, K.C.S., Carneiro, I.S., Rios, D.B., Feltrin, C., Ribeiro, A.K.C., Gaudêncio-Neto, S., Martins, L.T., Aguiar, L.H., Lazzarotto, C.R., Calderón, C.E.M., Lopes, F.E.M., Teixeir, L.P.R., Bertolini, M., Bertolini, L.R.* (2016): A fast and simple method for the polymerase chain reaction-based sexing of livestock embryos. *Genet. Mol. Res.* 15 (1)
- Torner, E., Bussalleu, E., Briza, M. D., Gutierrez-Adan, A., Bonet S.* (2013): Sex determination of porcine embryos using a new developed duplex polymerase chain reaction procedure based on the amplification of repetitive sequences. *Reproduction, Fertility and Development*, 25: 417–425.

EARLY PREGNANCY DIAGNOSIS ON LARGE DAIRY FARMS AND ITS ROLE IN IMPROVING PROFITABILITY LITERATURE REVIEW

István Fodor, László Ózsvári

Department of Veterinary Forensics, Law and Economics, University of Veterinary Medicine
Budapest, H-1078 Budapest, István utca 2.
fodor.istvan@univet.hu

Received – Érkezett: 04. 04. 2018.
Accepted – Elfogadva: 02. 07. 2018.

Abstract

The authors reviewed the factors related to the accuracy of the early pregnancy diagnosis methods used on dairy farms, and summarized the results of the studies on the production and economic consequences of early pregnancy diagnosis. Transrectal ultrasonography and pregnancy-associated glycoprotein tests allow for accurate diagnosis about one week earlier than rectal palpation. Therefore, the breeding interval can be shortened and days open can be reduced. However, a drawback of the early diagnosis is that a larger proportion of the naturally occurring pregnancy losses is observed. Since iatrogenic pregnancy loss is more costly than the increase in the number of open days, it is important to use a diagnostic method with high sensitivity and negative predictive value. The economic advantage of early pregnancy diagnosis is higher in herds with poor reproductive performance. Higher cost per day open and larger herd size result in shorter payback time of the investments in early pregnancy diagnosis methods.

Keywords: pregnancy diagnosis, dairy cattle, economics

A nagy létszámú tejlő tehenészetekben alkalmazott korai vemhességvizsgáló módszerek és szerepük a termelés jövedelmezőségében. Irodalmi áttekintés

Összefoglalás

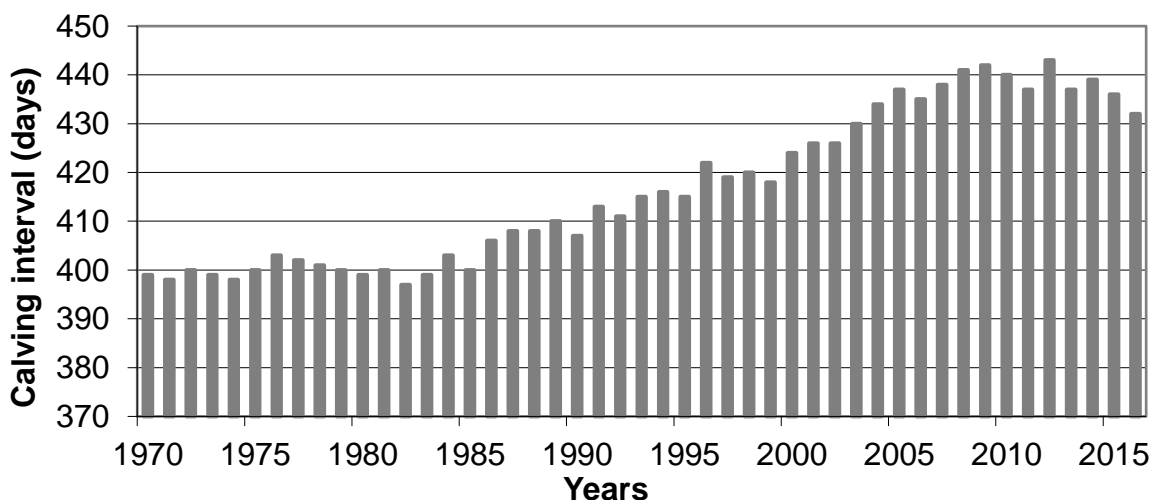
A szerzők ismertetik a tejlő tehenészetekben alkalmazott korai vemhességvizsgáló módszerek pontosságával összefüggő tényezőket, továbbá áttekintik a korai vemhességvizsgáló termelési és gazdasági következményeiről szóló kutatások eredményeit. Szaporodásbiológiai ultrahangvizsgálatok, ill. vemhességi fehérjevizsgálatok révén egy héttel hamarabb pontos diagnózishoz lehet jutni a rektális tapintással végzett vizsgálatokhoz képest. Ezáltal csökkenthető a két termékenyítés közötti és az elléstől újravemhesülésig eltelt idő. Ugyanakkor a korai vemhességvizsgáló hátránya, hogy nagyobb arányban figyeljük meg a természetes jelenségeként előforduló vehemvesztést. Mivel a iatrogén vehemvesztés nagyobb gazdasági kárt okoz, mint a késedelmes újravemhesülés, fontos, hogy magas szenzitivitással és negatív prediktív értékkel rendelkező diagnosztikai módszert használjanak a tehenészetekben. A korai vemhességvizsgáló által elérhető gazdasági előny nagyobb a gyengébb szaporodási eredményekkel rendelkező állományokban. Nagyobb üres naponkénti veszteség, ill. nagyobb állományméret esetén a korai vemhességvizsgáló módszerekbe történő befektetés gyorsabban megtérül.

Kulcsszavak: vemhességvizsgálat, tejelő szarvasmarha, jövedelmezőség

Introduction

Reproductive disorders are responsible for the largest economic losses among the herd-level animal health problems on the large Hungarian dairy farms (Ózsvári and Kerényi, 2004). The average calving interval increased gradually in the previous decades: it was about 420 days around the millennium, however, it extended to approximately 440 days in the 2010s (Kerényi et al., 2013). In the recent years, the increasing trend in calving interval has stopped (Figure 1) (Kerényi et al., 2013; National Food Chain Safety Office – Livestock Performance Testing Ltd., 2017). Reproductive parameters have been deteriorating for many decades worldwide, and e.g. in the US reproductive performance of dairy cattle started to improve. Ott et al. (2014) explained this beneficial change with the widespread use of reproductive biotechnology, improved management of high-yielding cows, and with the increasing importance of reproductive traits in genetic selection. Timely detection of those cows that remain open or experience embryonic/fetal mortality and their timely reinsemination is still challenging for farmers (Ott et al., 2014).

Figure 1: Calving interval in Hungarian dairy herds (1970-2016)



Source: National Food Chain Safety Office – Livestock Performance Testing Ltd., 2017

One method of finding those cows that remained open after insemination is to detect their return to estrus. However, not all open cows will show estrus signs, and many of those cows that are in estrus are not found, because of the poor efficiency of estrus detection. The other way of finding open cows after insemination is to perform early pregnancy diagnosis (actually non-pregnancy diagnosis), and to reinseminate those that did not conceive (Ferguson and Skidmore, 2013; Sheldon and Noakes, 2002; Turi, 1998).

In this article we review transrectal ultrasonography and pregnancy-associated glycoprotein (PAG) tests as means of pregnancy diagnosis. We discuss their usability and the main economic issues arising from their application.

The use of early pregnancy diagnosis methods in Hungary

Early pregnancy diagnosis is still not performed on many Hungarian dairy farms. A survey comprising 34 large dairies (25,672 cows, that was about 15% of the total Hungarian milk recorded dairy cow population) from every region of Hungary found that rectal palpation was performed exclusively on 29.4%, transrectal ultrasonography was applied on 64.7%, rectal palpation was combined with PAG tests on 2.9%, and transrectal ultrasonography was combined with PAG tests on 2.9% of the farms for pregnancy diagnosis (Fodor *et al.*, 2016a). On the contrary, a survey conducted in 2012 found that 72.1% of the responding herds performed rectal palpation, however, only 16.8% used transrectal ultrasonography for pregnancy diagnosis (Monostori, 2014). The difference between the results of the two surveys may be traced back to the large, more intensively managed herds being overrepresented in the 34-herd study.

The accuracy and usability of early pregnancy diagnosis methods, similarly to other diagnostic test, can be characterized by sensitivity (Se), specificity (Sp), positive predictive value (PPV) and negative predictive value (NPV) (Table 1) (Lang *et al.*, 2013; Szenci *et al.*, 1998a).

Table 1: Observed frequencies by the result of the pregnancy examination and the true pregnancy status

Result of pregnancy examination	True pregnancy status	
	Pregnant	Open
Pregnant	a (true pregnant)	b (false positive)
Open	c (false negative)	d (true open)

Sensitivity= $a/(a+c)$; Specificity= $d/(b+d)$; Positive predictive value= $a/(a+b)$; Negative predictive value= $d/(c+d)$. Source: own construction based on Szenci *et al.* (1998a)

Early pregnancy diagnosis with transrectal ultrasonography

Transrectal ultrasound devices can be used for many purposes in the reproductive management on dairy farms: in addition to the examination of ovarian status and uterine disorders, it is also suitable for early pregnancy diagnosis and for the detection of twin pregnancies (Descôteaux *et al.*, 2006; Fricke, 2002; Palgrave and Cezon, 2011; Szelényi *et al.*, 2012). Since pregnancy status can be determined with great accuracy 26-28 days after insemination, it is a suitable tool for improving the efficiency of reproductive management, and, therefore, profitability (Chaffaux *et al.*, 1986; Descôteaux *et al.*, 2006; Fricke, 2002; Romano *et al.*, 2006). The accuracy of transrectal ultrasonography examinations has been evaluated by many authors; their results are summarized in Table 2.

The accuracy of transrectal ultrasonography improves with the days after insemination during the early stages of pregnancy. The occurrence of false negative diagnoses during early pregnancy checks was more frequent in those cows that had a large uterus, far cranial from the pelvic inlet. This can lead to pregnancy loss following PGF_{2α} treatment (Romano *et al.*, 2006; Szenci *et al.*, 1995; Szenci *et al.*, 1998b). Inaccuracies in the results of pregnancy diagnoses are influenced by the criteria of pregnancy, as well: significantly more false negative and less false positive diagnoses were made when cows were regarded pregnant if an embryo proper with a beating heart was found, compared to using allantoic fluid as the criterion of pregnancy (Szenci *et al.*, 1998a). Maximum sensitivity and negative predictive value were reached three days earlier in heifers compared to cows, and pregnancy could be diagnosed earlier in heifers, as well (Romano *et al.*, 2006).

Table 2: Sensitivity (Se), specificity (Sp), positive (PPV) and negative predictive values (NPV) of transrectal ultrasound examinations according to different studies

	Days after AI	Se	Sp	PPV	NPV
<i>Karen et al., 2015</i>	28.	92.7	91.5	88.4	94.7
<i>Romano et al., 2006</i> ¹	24.	74.5	90.3	77.8	88.6
	28.	97.6	95.6	89.1	99.1
	30.	100.0	97.4	91.9	100.0
<i>Romano et al., 2006</i> ²	21.	50.0	87.5	80.0	63.6
	24.	91.6	96.5	95.6	93.3
	26.	100.0	96.7	94.4	100.0
<i>Silva et al., 2007</i>	27.	94.2-98.9	91.7-97.3	87.3-93.8	97.1-99.5
<i>Szenci et al., 1995</i> ³	24-26.	82.9	66.7	88.7	55.2
	27-29.	97.4	91.7	97.4	91.7
	31-33.	97.4	95.8	98.7	92.0
<i>Szenci et al., 1995</i> ⁴	27-32.	80.0	100.0	100.0	57.1
	34-38.	96.6	100.0	100.0	90.0
<i>Szenci et al., 1998a</i> ⁵	26-27.	45.3	98.6	96.6	67.5
	29-30.	76.1	97.9	97.9	83.1
	33-34.	90.0	100.0	100.0	92.5
	39-42.	94.5	100.0	100.0	95.3
<i>Szenci et al., 1998a</i> ⁶	26-27.	82.8	94.5	92.9	86.4
	29-30.	90.4	96.0	95.0	92.3
	33-34.	96.6	98.6	98.3	97.3
	39-42.	100.0	100.0	100.0	100.0
<i>Szelényi et al., 2012</i>	29-35.	100.0	88.9	79.6	100.0
	36-42.	100.0	90.7	85.9	100.0

¹cows; ²heifers; ³5 MHz sector transducer; ⁴7.5 MHz linear transducer; ⁵based on embryo with proper heartbeat; ⁶based on presence of allantoic fluid

Romano et al. (2006) suggested that each veterinarian should make a decision about the timing of pregnancy diagnosis based on their own experience, lactation number of the animals, the equipment and the accuracy of their previous diagnoses in order to distinguish between pregnant and open animals with sufficient accuracy.

Based on the analysis of the data of more than 14,700 heifers, *Fodor et al. (2018b)* found that the use of transrectal ultrasonography was not associated with better reproductive performance in heifers. They explained it with better heifer fertility, which diminishes the possible gain acquired by early pregnancy diagnosis, coupled with less frequent pregnancy checks compared to cows. In the same study it was found that recheck of pregnancy status tended to be associated with reduced first calving age, and was related to a larger probability of pregnancy at 20 months of age. In cows, the application of transrectal ultrasonography was associated with reduced days to first service, shorter breeding interval and higher probability of pregnancy at 200 days in milk (*Fodor et al., 2018a*).

Pregnancy-associated glycoprotein (PAG) tests

Pregnancy-associated glycoproteins (e.g. bPSPB, bPAG-1) are produced by the trophoblast cells of the ruminant placenta, and since these molecules are specific for placental tissue, their presence in the maternal circulation indicates pregnancy (Gábor *et al.*, 2007; Piechotta *et al.*, 2011; Sousa *et al.*, 2008).

PAG tests can be used with good accuracy from day 28 after insemination (Zoli *et al.*, 1992). PAG concentration reaches an early peak around day 32 of the pregnancy, which is followed by a decrease in PAG levels that lasts for 5-6 weeks, then, after day 67-74 the PAG concentration starts to increase again, and this increase continues until the end of gestation (Ricci *et al.*, 2015; Zoli *et al.*, 1992). The transient decrease in the PAG levels increases the occurrence of false negative and repeat examinations (Ricci *et al.*, 2015).

The usability of the tests is limited by the maximum of PAG levels at the end of gestation combined with its relatively long half-life (4.3-9 days). Thus, the tests can be used only about 90 days after the previous calving, because of the PAGs remaining in the maternal circulation from the previous gestation (Gábor *et al.*, 2004; Green *et al.*, 2005; Sasser *et al.*, 1986; Sousa *et al.*, 2008; Zoli *et al.*, 1992). Moreover, PAG concentration shows individual variations, as well (Zoli *et al.*, 1992). The accuracy of the results of the PAG tests is independent from the examiner, however, it is influenced by the order of sampling and sample transportation (e.g. exchange of samples) (Gábor *et al.*, 2004). The accuracy of the PAG tests according to different authors is summarized in Table 3.

Table 3. Sensitivity (Se), specificity (Sp), positive (PPV) and negative predictive values (NPV) of pregnancy associated glycoprotein tests according to different studies

	Method	Sample	Days after AI	Se	Sp	PPV	NPV
Gábor <i>et al.</i> , 2004 ¹	bPSPB ELISA	blood	30-36.	95.1	68.6	72.6	94.1
Gábor <i>et al.</i> , 2004 ²	bPSPB ELISA	blood	30-36.	100.0	89.1	88.4	100.0
Karen <i>et al.</i> , 2015	bPAG ELISA	blood	28.	90.2	98.3	97.4	93.7
	bPAG RIA			100	94.9	93.2	100
Lawson <i>et al.</i> , 2014	bPAG ELISA	milk	33-52.	100.0	97.9	98.5	100.0
LeBlanc, 2013	bPAG ELISA	milk	≥ 60.	99.2	95.5	99.8	80.8
Piechotta <i>et al.</i> , 2011	bPSPB ELISA	blood	26-58.	98.0	97.1	99.3	91.9
	bPAG ELISA			97.8	91.2	97.8	91.2
Ricci <i>et al.</i> , 2015	bPAG ELISA	blood	32.	100	87	84	100
		milk		98	83	79	99
Romano and Larson, 2010	bPSPB ELISA	blood	28.	93.9	95.5	94.7	94.7
			30.	96.0	93.9	92.2	96.8
			35.	97.2	93.6	92.0	97.8
Silva <i>et al.</i> , 2007	bPAG ELISA	blood	27.	93.5-96.3	91.7-96.8	89.7-92.6	96.9-97.7
Sinedino <i>et al.</i> , 2014	bPAG ELISA	blood	27.	94.6	89.9	86.6	96.0
			28-30.	96.1	90.7	89.2	96.7
			31-35.	98.7	88.1	83.7	99.1
			> 35.	94.4	85.2	94.2	85.6

¹ based on 23 dairy herds; ² based on a single dairy herd

Piechotta et al. (2011) could not detect any significant differences when comparing the accuracy of PSPB and bPAG-1 ELISA tests. Similarly, in the study of *Ricci et al.* (2015), blood and milk PAG ELISA tests proved to be equally accurate. In the same study, embryonic and fetal losses were detected 7-14 days later by PAG tests compared to transrectal ultrasonography due to the half-life of PAG. Twin pregnancies cannot be distinguished from the singleton ones before day 85 of the pregnancy by PAG tests, however, the method is promising (*Szelényi et al.*, 2015).

The ideal pregnancy test is able to distinguish between pregnant and open cows shortly after conception, non-invasive (i.e. does not cause embryonic or fetal mortality), cheap, not influenced by the examiner, and can be performed quickly and easily on site. That is, the ideal pregnancy test would be very similar to the hCG- (human choriongonadotropin) based tests available to humans (*Cain and Christiansen*, 2015). However, such a test is not available in bovine medicine yet. Rectal palpation, transrectal ultrasonography and PAG tests are compared in *Table 4* based on several practical aspects.

Table 4. Comparison of pregnancy examination procedures: rectal palpation, transrectal ultrasonography and pregnancy-associated glycoprotein (PAG) tests

	Rectal palpation	Transrectal ultrasonography	PAG tests
From which day after insemination can the technique be used accurately?	Day 35	Day 26-28	Day 28
Invasivity	minimal	minimal	milk: no blood: minimal
Cost of implementation and operation	minimal	large	large
Does accuracy depend on the examiner (sampler)?	yes	yes	no
How quick is the result available?	immediately	immediately	depends on the laboratory

The effect of early pregnancy diagnosis on reproductive performance and profitability

The profit-generating potential of high-yielding dairy herds improves along with improving reproductive performance. Income over feed cost (IOFC) increases, since a larger proportion of the herd is in the earlier stage of the lactation, when the feed conversion efficiency is better. Better reproduction results in more calves that can be either sold or raised to become replacements, thus, allowing for the optimization of the culling policy. When the reproductive performance of the herd is better, less cows will be culled involuntarily due to reproductive disorders, and the cost of reproduction will be relatively lower, as well (*Cabrera*, 2014; *Ózsvári and Kerényi*, 2004). Improving reproductive performance follows the law of diminishing returns, i.e. the return of a one-unit increase in reproductive performance is lower when the reproduction is better (*Cabrera*, 2014).

Relatively few research has been published about the economics of early pregnancy diagnosis to date. Different authors and research teams conducted their studies using different methods and aspects. Some authors based their calculations on the cost of open days (*Fodor et al.*, 2016b), while others ran computer simulations to investigate herd dynamics, and performed

economic calculations based on these results (Giordano *et al.*, 2013). It is important to note that the figures may differ by country, year and farm but the basic principles are the same.

Earlier diagnosis is economically more beneficial in herds with poorer reproductive results. In these herds, more cows are open at pregnancy diagnosis, which can benefit from the earlier diagnosis of non-pregnancy (de Vries *et al.*, 2005; Descôteaux *et al.*, 2006). On the other hand, each additional open day is more costly (increasing marginal cost), therefore, a one-unit improvement is more beneficial economically if the initial performance is poorer.

Several factors influence the profitability of early pregnancy diagnosis beyond the actual reproductive performance of the herd, including the time from insemination to pregnancy check, the accuracy of pregnancy diagnosis, pregnancy wastage and heat detection efficiency.

Interval from insemination to pregnancy diagnosis

Pregnancy status can be determined earlier by performing early pregnancy diagnosis, however, earlier diagnosis is only beneficial if open cows are involved in a strategy that leads to quick reinsemination and conception (Table 5.) (Fricke, 2002). Early identification of open cows enables quick reinsemination, therefore, breeding interval is shortened, more cows conceive in a given time period (pregnancy rate increases), the number of open days decreases, and reproductive performance improves (de Vries *et al.*, 2005; Fricke, 2002; Kranjec *et al.*, 2016). Studies conducted in Hungary found that the cost of an open day is 2.5 EUR (1 EUR = 300 HUF), on average, but in some herds it reached 6.5 EUR (Fodor *et al.*, 2016b, Ózsvári, 2013). Reducing breeding interval by one week (investigating breeding intervals of 28-56 days) yielded 37-47 USD return on an annual basis (Cabrera, 2014; Giordano *et al.*, 2013).

Table 5. Results on the economic consequences of early pregnancy diagnosis in several studies

Study	Methods compared	Economic outcome	Note
<i>DesCoteaux and Fetrow, 1998</i>	TRUS on day 27-32 vs. diagnosis at next visit	Loss avoided: 10.08 USD /cow/year	4 USD/open day
<i>Fodor et al., 2016b</i>	TRUS on day 30-36 vs. RP on day 40-46	Return: 45.36 EUR/cow/year	3.5 EUR loss/open day, in the TRUS group every reproductive examination performed via TRUS
<i>Giordano et al., 2013</i>	PAG test on day 31 vs. RP on day 39	Return: 8.77 USD/cow/year	PAG test Se: 98%, Sp: 98%, Rep.: 3.3%, 6.0% pregnancy loss between days 31 and 39, price of PAG test: 2.4 USD
<i>Tóth et al., 2006</i>	TRUS on day 28-42 and ovulation synchronization vs. RP and estrus observation	Return: 63,919 EUR /herd/ 3 years	2.5 EUR loss/open day, TRUS also for examination of ovaries 40-60 days postpartum

TRUS: transrectal ultrasonography, RP: rectal palpation, PAG test: pregnancy-associated glycoprotein test, Se: sensitivity, Sp: specificity, Rep.: repeated examination needed

Tóth *et al.* (2006) introduced ovulation synchronization and reproductive ultrasonography (for the examination of ovaries and for early pregnancy diagnosis) into a dairy herd, which resulted in a 20-day decrease in calving interval, and a concurrent 0.8-point decrease in services per conception, while the annual milk production increased by 600 kg in a three-year period. The losses avoided by reducing calving interval and semen usage were 70,257 EUR, whereas the cost of the program was 6,338 EUR only, so the profit amounted to 63,919 EUR during the three years of the experiment on herd-level. It means that the profit was 10 times the cost of this programme (return on investment, ROI = 10).

Fodor *et al.* (2016b) compared the reproductive performance of cows managed by performing reproductive ultrasonography (including ultrasonographic pregnancy diagnosis 30-36 days after insemination) with those managed by rectal palpation (including rectal palpation for pregnancy diagnosis 40-46 days after insemination). In this study the economic analysis of reproductive ultrasonography was also performed. Days to first service, breeding interval and calving to conception interval of the pregnant cows in the ultrasound group were reduced by 7, 29.6 and 12 days, respectively, compared to the pregnant cows in the palpation group. Altogether, reproductive ultrasonography generated 45.4 EUR profit compared to rectal palpation annually.

Early pregnancy diagnosis enables accurate diagnosis earlier than rectal palpation, thereby reducing breeding interval and days open.

Economic aspects of the accuracy of pregnancy diagnosis

Earlier pregnancy diagnosis reduces accuracy, which has an impact on the economic outcome. Giordano *et al.* (2013) compared the results of Ovsynch and estrus detection combined with PAG tests on day 31 after AI with rectal palpation on day 39. They found that sensitivity of the PAG test was the most important factor from an economic point of view, since a one percentage point improvement in sensitivity increased the net present value of the reproductive program by 5.3 USD/cow/year compared to the program that applied rectal palpation (*Figure 2*). The effect of the price of the test was negligible.

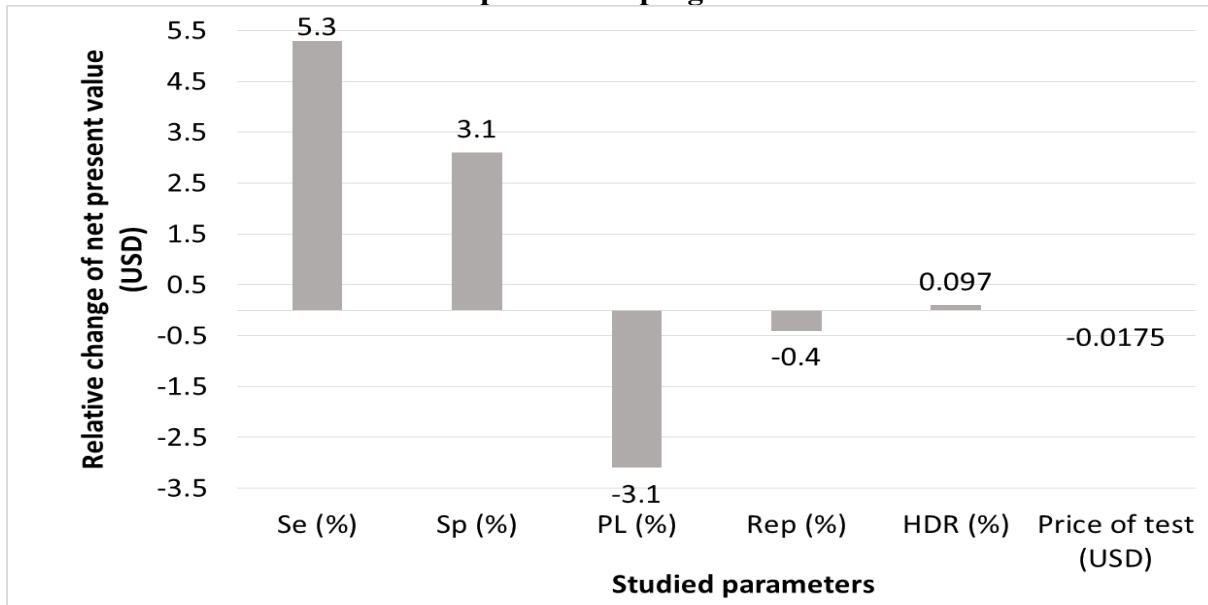
When the specificity of the pregnancy diagnosis is lower, more open cows will be diagnosed pregnant, i.e. the proportion of false positive diagnoses increases. This leads to delayed reinsemination of the open cows (increased breeding interval) and more open days. In case of PAG testing, breeding interval can also increase when repeat examination is required and the cow is actually open; in this case the cost of pregnancy testing increases, as well (Cabrerá, 2014; de Vries *et al.*, 2005). When the sensitivity of the diagnosis is lower, more pregnant cows will be diagnosed open, i.e. the proportion of false negative diagnoses increases. If these cows undergo PGF_{2α} treatment, iatrogenic pregnancy loss will occur.

Pregnancy wastage

By performing early pregnancy diagnosis, one can be either an observer or a cause of pregnancy loss. False negative diagnosis – and the resulting iatrogenic pregnancy loss – leads to larger economic loss than the false positive diagnosis and the resulting delayed reinsemination. Pregnancy loss at the end of the first month of gestation can lead to 649 USD loss per case depending on the level of milk production, lactation number and calving to conception interval (*Figure 3*) (de Vries, 2006).

Maximum sensitivity and negative predictive value of the pregnancy diagnosis method is required to exclude pregnancy of the animal with large confidence, thus, the majority of iatrogenic pregnancy losses can be avoided (de Vries *et al.*, 2005; Romano *et al.*, 2006).

Figure 2: The effect of one-unit change¹ in some parameters on the net present value of the reproduction programs

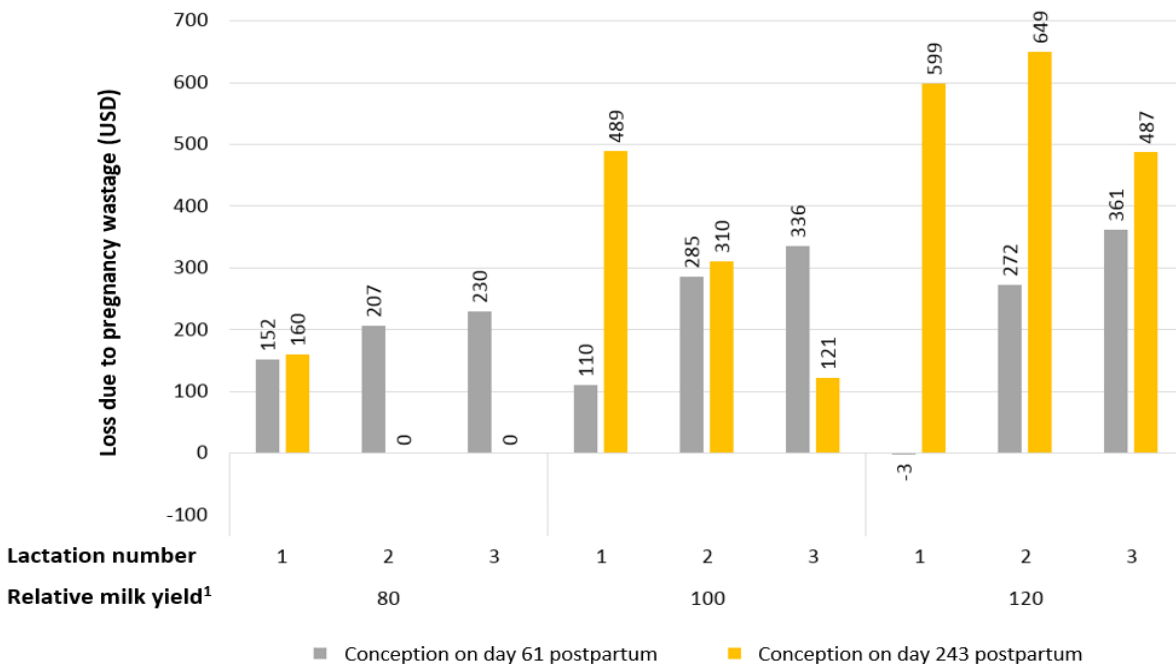


Se: sensitivity; Sp: specificity; PL: pregnancy loss; Rep: proportion of repeat examinations; HDR: heat detection rate

¹ one percentage point or 0.1 USD increase

Source: own construction based on *Giordano et al. (2013)*

Figure 3. Economic loss caused by pregnancy wastage at the end of the first month of pregnancy by relative milk yield and lactation number



¹ herd average: 100%

Source: own construction based on *de Vries (2006)*

Pregnancy wastage is a naturally occurring phenomenon, which is observed more often via early pregnancy diagnosis, because these examinations take place at the time when the probability of embryonic or fetal death is high. Therefore, a cow that was diagnosed pregnant correctly may become open later (*Descôteaux et al.*, 2006; *Ricci et al.*, 2015). The occurrence of pregnancy loss was 14.0-18.3% between days 30 and day 60 of pregnancy (*Gábor et al.*, 2008), 8.6% between days 26 to 58 (*Szenci et al.*, 1998a), and 16.8% from day 29-42 to the end of gestation (*Szelényi et al.*, 2012). Pregnancy loss leads to more false positive diagnoses (e.g. PAG tests will be positive a couple of days after embryonic/fetal mortality), which reduces test specificity (*Ferguson and Skidmore*, 2013).

Due to the large incidence of embryonic/fetal mortality after early pregnancy diagnosis, pregnancy recheck is required on day 60-70 in order to detect those cows that undergo pregnancy loss after the first pregnancy examination. Thereby, the loss due to open days can be effectively reduced (*de Vries et al.*, 2005; *Kovács et al.*, 2010; *LeBlanc*, 2013; *Szelényi et al.*, 2012).

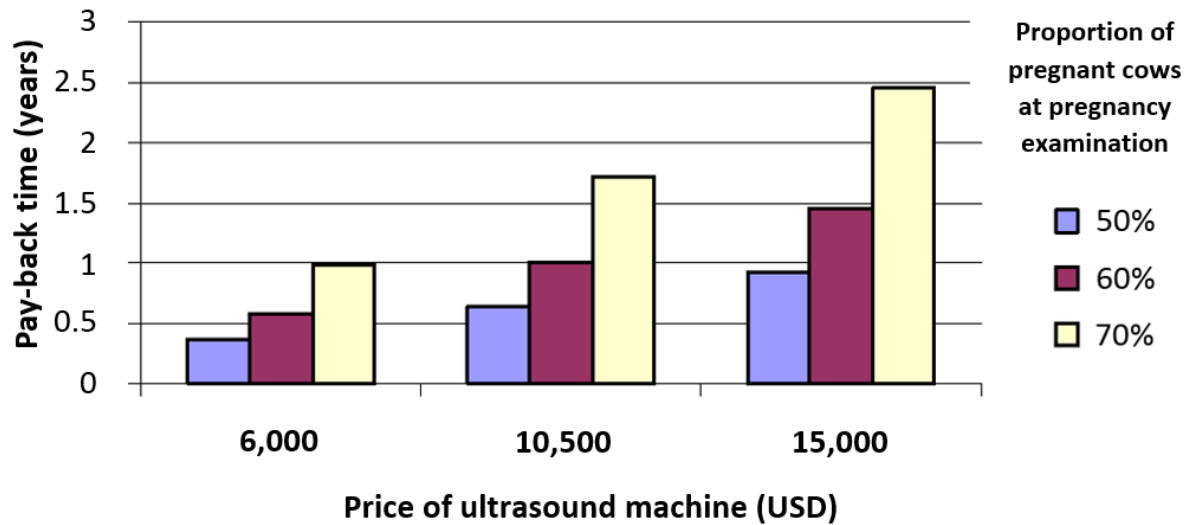
The effect of estrus detection efficiency

Estrus detection is combined with ovulation synchronization in approximately 80% of the Hungarian dairy herds (*Fodor et al.*, 2016a). In this case the benefit of early pregnancy diagnosis is influenced by the efficiency of detecting open cows after insemination. The return of those reproductive programmes that use ovulation synchronization in combination with estrus detection depends on the proportion of cows being inseminated to detected estrus, as well as the conception risk to detected estrus compared to that of timed AI (*Giordano et al.*, 2012). *Sinedino et al.* (2014) compared the efficiency of PAG ELISA on day 28 to rectal palpation on day 46, both followed by resynchronization based on the Ovsynch protocol in 972 cows. Besides, estrus detection was performed, as well, and those cows that exhibited estrus signs were inseminated. In the PAG group, breeding interval and calving to conception interval were significantly shorter (28.5 vs. 41.5 and 132 vs. 140 days, respectively), and a larger proportion of cows were pregnant 72 days after first AI (52.1 vs. 50.0%), however, the latter difference was not significant. They concluded that high estrus detection efficiency and the majority of open cows having a detected return to estrus prior to pregnancy examination decrease the advantage of early pregnancy diagnosis (*Sinedino et al.*, 2014). However, poor estrus detection efficiency is one of the most common problems on dairy farms, therefore, early pregnancy diagnosis and timed AI of open cows probably yield large economic benefit in the majority of herds.

Investment analysis of early pregnancy diagnosis methods

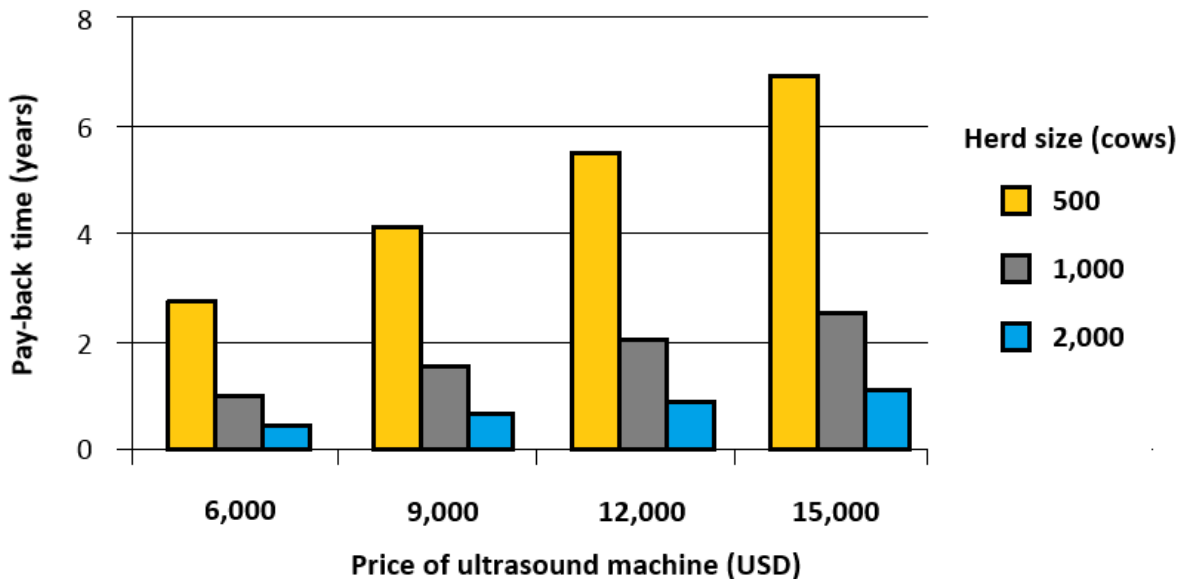
Early pregnancy diagnosis requires significant investment, which increases the cost of pregnancy checks. *De Vries et al.* (2005) analysed the pay-back time of purchasing an ultrasound machine in a 1000-cow herd at 3 USD/day loss due to days open and at varying percentages of cows being pregnant at pregnancy examination (*Figure 4*). An ultrasound equipment that cost 6,000 USD was paid back within a year when 70% of the cows were pregnant at the time of pregnancy check. Under these circumstances but only 50% of the cows being pregnant at the time of diagnosis, even a 10,500 USD ultrasound equipment was paid back in about half a year. In the same study, the pay-back time of a new ultrasound machine was analysed at different prices of the equipment and at different herd sizes, assuming that reproductive ultrasonography reduces calving to conception interval by 7 days (*Figure 5*) (*de Vries et al.*, 2005; *Rosenbaum and Warnick*, 2004). Lower ultrasound machine prices and larger herd sizes result in shorter pay-back time (*de Vries et al.*, 2005).

Figure 4. Payback time of the investment in a new ultrasound machine in a 1000-cow herd by purchase price and percentage of pregnant cows at pregnancy diagnosis



Source: *de Vries et al. (2005)*, edited

Figure 5. Payback time of the investment into an ultrasound machine by purchase price and herd size



Source: *de Vries et al. (2005)*, edited

Conclusions

Regarding the timing of pregnancy diagnosis one has to compromise between the earlier diagnosis (less open days) and more frequent pregnancy losses. Following early pregnancy diagnosis pregnancy recheck is suggested in order to detect those cows that experienced embryonic/fetal mortality as soon as possible. The introduction of early pregnancy diagnosis methods into reproductive management programmes – when implemented properly – has the potential to significantly improve profitability, however, their return on investment should be calculated for each individual farm, due to the different production level, economic environment, and management.

Acknowledgements

The Project was supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund (grant agreement no. EFOP-3.6.1-16-2016-00024, project title: Innovations for intelligent specialization on the University of Veterinary Science and the Faculty of Agricultural and Food Sciences of the Széchenyi István University cooperation).

References

- Cabrera, V. E.* (2014): Economics of fertility in high-yielding dairy cows on confined TMR systems. *Animal*, 8. (Suppl. 1.) 211–221.
- Cain, A. J., Christiansen, D.* (2015): Biochemical pregnancy diagnosis. In: *Hopper, R. M.* (ed.): *Bovine reproduction*. Wiley-Blackwell. Hoboken, 320–325.
- Chaffaux, S., Reddy, G. N. S., Valon, F., Thibier, M.* (1986): Transrectal real-time ultrasound scanning for diagnosing pregnancy and for monitoring embryonic mortality in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, 10. 193–200.
- de Vries, A., Bartolome, J., Broaddus, B.* (2005): What is early pregnancy diagnosis worth? In: *Proceedings 2nd Florida Dairy Road Show*, 31–41.
- de Vries, A.* (2006): Economic value of pregnancy in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 89. 3876–3885.
- DesCoteaux, L., Carrière, P. D., Durocher, J.* (2006): Ultrasonography of the reproductive system of the cow: basic principles, practical uses and economic aspects of this diagnostic tool in dairy production. XXIV. World Buiatrics Congress, Nice, France. URL: http://www.uesc.br/cursos/pos_graduacao/mestrado/animal/textos/genetica_reproducao_animal/ultrasonography.pdf
- DesCoteaux, L., Fetrow J.* (1998): Does it pay to use an ultrasound machine for early pregnancy diagnosis in dairy cows? In: *Proceedings 31st AABP Annual Meeting*, Spokane, Washington, USA. 172–174.
- Ferguson, J. D., Skidmore, A.* (2013): Reproductive performance in a select sample of dairy herds. *J. Dairy. Sci.*, 96. 1269–1289.
- Fodor I., Abonyi-Tóth Zs., Ózsvári L.* (2018a): Management practices associated with reproductive performance in Holstein cows on large commercial dairy farms. *Animal*, In Press. 1-6. DOI: 10.1017/S1751731118000101

- Fodor I., Baumgartner W., Abonyi-Tóth Zs., Lang Zs., Ózsvári L. (2018b): Associations between management practices and major reproductive parameters of Holstein-Friesian replacement heifers. *Anim. Reprod. Sci.*, 188. 114-122.
- Fodor I., Búza L., Ózsvári L. (2016a): Reproductive management and major fertility parameters of cows in large-scale Hungarian dairy herds. *Magy. Állatorv. Lapja*, 138. 653-662. (in Hungarian with English abstract)
- Fodor I., Cziger Zs., Ózsvári L. (2016b): Economic analysis of the application of reproductive ultrasound examinations on a large-scale dairy farm. *Magy. Állatorv. Lapja*, 138. 515-522. (in Hungarian with English abstract)
- Fricke, P. M. (2002): Scanning the future – Ultrasonography as a reproductive management tool for dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 85. 1918-1926.
- Gábor Gy., Tóth F., Ózsvári L., Abonyi-Tóth Zs., Sasser, R. G. (2007): Early detection of pregnancy and embryonic loss in dairy cattle by ELISA tests. *Reprod. Domest. Anim.*, 42. 633-636.
- Gábor Gy., Tóth F., Ózsvári L., Abonyi-Tóth Zs., Sasser, R. G. (2008): Factors influencing pregnancy rate and late embryonic loss in dairy cattle. *Reprod. Domest. Anim.*, 43. 53-58.
- Gábor Gy., Tóth F., Sasser, G., Szász F., Bárány I., Wölfling A., Völgyi-Csik J. (2004): Ways of decrease the period between calvings in dairy cows. 1. Early pregnancy detection by Biopryn ELISA-test. *Magy. Állatorv. Lapja*, 126. 459-464.
- Giordano, J. O., Fricke, P. M., Cabrera, V. E. (2013): Economics of resynchronization strategies including chemical tests to identify nonpregnant cows. *J. Dairy Sci.*, 96. 949-961.
- Giordano, J. O., Kalantari, A. S., Fricke, P. M., Wiltbank, M. C., Cabrera, V. E. (2012): A daily herd Markov-chain model to study the reproductive and economic impact of reproductive programs combining timed artificial insemination and estrus detection. *J. Dairy Sci.*, 95. 5442-5460.
- Green, J. A., Parks, T. E., Avalle, M. P., Telugu, B. P., McLain, A. L., Peterson, A. J., McMillan, W., Mathialagan, N., Hook, R. R., Xie, S., Roberts, R. M. (2005): The establishment of an ELISA for the detection of pregnancy-associated glycoproteins (PAGs) in the serum of pregnant cows and heifers. *Theriogenology*, 63. 1481-1503.
- Karen, A., Sousa, N. M., Beckers, J. F., Bajcsy Á. Cs., Tibold J., Mádl I., Szenci O. (2015): Comparison of a commercial bovine pregnancy-associated glycoprotein ELISA test and a pregnancy-associated glycoprotein radioimmunoassay test for early pregnancy in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, 159. 31-37.
- Kerényi J., Mészáros Gy., Szelényi Z. (2013): Tejttermelés, a szaporaság és az élettartam vizsgálata a hazai és külföldi tejtermelés ellenőrzött állományokban I. In: Szenci O., Brydl E., Jurkovich V. (eds.): 23rd International Congress of the Hungarian Association for Buiatrics. A/3 Ltd. Budapest, 145-152. (in Hungarian with English abstract)
- Kovács L., Szelényi Z., Szentléleki A., Tőzsér J., Szenci O. (2010): Role of environmental and other factors as the causes of embryonal and foetal mortality in dairy cattle. *Animal Welfare Ethology and Housing Systems*, 6. 154-176. (in Hungarian with English abstract)
- Kranjec F., Fodor I., Földi J., Ózsvári L. (2016): Comparative analysis of the reproductive performance of dairy herds based on standardized parameters in Hungary. *Magy. Állatorv. Lapja*, 138. 451-462. (in Hungarian with English abstract)
- Lang Zs., Földi J., Ózsvári L., Reiczigel J. (2013): Relationship between seropositivity and prevalence on the basis of epidemiological analysis of data of BHV-1 eradication program in Hungary. *Magy. Állatorv. Lapja*, 135. 525-534. (in Hungarian with English abstract)

- Lawson, B. C., Shahzad, A. H., Dolecheck, K. A., Martel, E. L., Velek, K. A., Ray, D. L., Lawrence, J. C., Silvia, W. J. (2014): A pregnancy detection assay using milk samples: evaluation and considerations. *J. Dairy Sci.*, 97. 6316–6325.
- LeBlanc, S. J. (2013): Field evaluation of a pregnancy confirmation test using milk samples in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 96. 2345–2348.
- Monostori A. (2014): Pregnancy detection from milk samples obtained for routine milk yield measurements – results and evaluation. In: Szenci O., Brydl E. (eds.): 24th International Congress of the Hungarian Association for Buiatrics. A/3 Ltd. Budapest, 129–137. (in Hungarian with English abstract)
- National Food Chain Safety Office, Livestock Performance Testing Ltd. (2017): Standard lactational milk yield 2016. National Cattle Database.
- Ott, T. L., Dechow, C., O'Connor, M. L. (2014): Advances in reproductive management: pregnancy diagnosis in ruminants. *Anim. Reprod.*, 11. 207–216.
- Ózsvári L., Kerényi J. (2004): Quantification of losses due to reproductive disorders on a large-scale Holstein-Friesian dairy farm. *Magy. Állatorv. Lapja*, 126. 523–531.
- Ózsvári L. (2013): A szarvasmarha állomány-egészségügy gazdasági kérdései. In: Winfried, H. (ed.): Gyakori szarvasmarha-betegségek. Mezőgazda Kiadó – Nemzeti Agrárgazdasági Kamara. Budapest, 211–236. (in Hungarian)
- Palgrave, K., Cezon, N. (2011): Improving bovine reproductive management with ultrasound. *Veterinary Ireland Journal*, 64. 44–47.
- Piechotta, M., Bollwein, J., Friedrich, M., Heilkenbrinker, T., Passavant, C., Branen, J., Sasser, G., Hoedemaker, M., Bollwein, H. (2011): Comparison of commercial ELISA blood tests for early pregnancy detection in dairy cows. *J. Reprod. Develop.*, 57. 72–75.
- Ricci, A., Carvalho, P. D. Amundson, M. C., Fourdraine, R. H., Vincenti, L., Fricke, P. M. (2015): Factors associated with pregnancy-associated glycoprotein (PAG) levels in plasma and milk of Holstein cows during early pregnancy and their effect on the accuracy of pregnancy diagnosis. *J. Dairy Sci.*, 98. 2502–2514.
- Romano, J. E., Larson, J. E. (2010): Accuracy of pregnancy specific protein-B test for early pregnancy diagnosis in dairy cattle. *Theriogenology*, 74. 932–939.
- Romano, J. E., Thompson, J. A., Forrest, D. W., Westhusin, M. E., Tomaszewski, M. E., Kraemer, D. C. (2006): Early pregnancy diagnosis by transrectal ultrasonography in dairy cattle. *Theriogenology*, 66. 1034–1041.
- Rosenbaum, A., Warnick, L. D. (2004): Pregnancy diagnosis in dairy cows by palpation or ultrasound: a survey of US veterinarians. *Proceedings 37th AABP Annual Meeting*, Fort Worth, TX, USA, 198.
- Sasser, R. G., Ruder, C. A., Ivani, K. A., Butler, J. E., Hamilton, W. C. (1986): Detection of pregnancy by radioimmunoassay of a novel pregnancy-specific protein in serum of cows and a profile of serum concentrations during gestation. *Biol. Reprod.*, 35. 936–942.
- Sheldon, M., Noakes, D. (2002): Pregnancy diagnosis in cattle. *In Practice*, 24. 310–317.
- Silva, E., Sterry, R. A., Kolb, D., Mathialagan, N., Mcgrath, M. F., Ballam, J. M., Fricke, P. M. (2007): Accuracy of a pregnancy-associated glycoprotein ELISA to determine pregnancy status of lactating dairy cows twenty-seven days after timed artificial insemination. *J. Dairy Sci.*, 4612–4622.
- Sinedino, L. D. P., Lima, F. S., Bisinotto, R. S., Cerri, R. L. A., Santos, J. E. P. (2014): Effect of early or late resynchronization based on different methods of pregnancy diagnosis on reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 97. 4932–4941.

- Sousa, N. M., Szenci O., Taverne, M. A. M., van der Weijden, B., Beckers, J. F.* (2008): Pregnancy-associated glycoproteins and their importance in monitoring the progress of bovine pregnancy. *Magy. Állatorv. Lapja*, 130. (Suppl. I.) 10–13.
- Szelényi Z., Kovács L., Bajcsy Á. Cs., Tőzsér J., Szenci O.* (2012): Evaluation of pregnancy diagnoses by ultrasonography in a dairy herd. *Magy. Állatorv. Lapja*, 134. 138–144. (in Hungarian with English abstract)
- Szelényi Z., Répási A., de Sousa, N. M., Beckers, J. F., Szenci O.* (2015): Accuracy of diagnosing double corpora lutea and twin pregnancy by measuring serum progesterone and bovine pregnancy-associated glycoprotein 1 in the first trimester of gestation in dairy cows. *Theriogenology*, 84. 76–81.
- Szenci O., Beckers, J. F., Humblot, P., Sulon, J., Sasser, G., Taverne, M. A. M., Varga J., Baltusen, R., Schekk Gy.* (1998a): Comparison of ultrasonography, bovine pregnancy-specific protein B, and bovine pregnancy-associated glycoprotein 1 tests for pregnancy detection in dairy cows. *Theriogenology*, 50. 77–88.
- Szenci O., Gyulai Gy., Nagy P., Kovács L., Varga J., Taverne, M. A. M.* (1995): Effect of uterus position relative to the pelvic inlet on the accuracy of early bovine pregnancy diagnosis by means of ultrasonography. *Vet. Quart.*, 17. 37–39.
- Szenci O., Taverne, M. A. M., Beckers, J. F., Sulon, J., Varga J., Börzsönyi L., Hanzen, C., Schekk Gy.* (1998b): Evaluation of false ultrasonographic diagnoses in cows by measuring plasma levels of bovine pregnancy-associated glycoprotein 1. *Vet. Rec.*, 142. 304–306.
- Tóth F., Gábor Gy., Mézes M., Váradi É., Ózsvári L., Sasser, R. G., Abonyi-Tóth Zs.* (2006): Improving the reproductive efficiency by zoo-technical methods at a dairy farm. *Reprod. Domest. Anim.*, 41. 184–188.
- Túri I.* (1998): A minőségi tejtermelés folyamatos fejlesztése Bólyban. In: *Sári E., Sándor Z.* (eds.): 10 000 literesek klubja. (A Holstein Genetika Kft. és a Magyar Mezőgazdaság melléklete). *Magyar Mezőgazdaság*, 53. 3-7. (in Hungarian)
- Zoli, A. P., Guilbault, L. A., Delahaut, P., Ortiz, W. B., Beckers, J. F.* (1992): Radioimmunoassay of a bovine pregnancy-associated glycoprotein in serum: its application for pregnancy diagnosis. *Biol. Reprod.*, 46. 83–92.

A PECSENYEKACSA HIZLALÁS ÜZEMI EREDMÉNYEI ADOTT TELEP PÉLDÁJÁN KERESZTÜL

Molnár Szilvia, Szöllősi László

Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Gazdálkodástudományi Intézet,
Üzemtani és Vállalati Tervezés Tanszék
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
molnar.szilvia@econ.unideb.hu

Received – Érkezett: 01. 11. 2017.
Accepted – Elfogadva: 02.07. 2018.

Összefoglalás

A magyar kacságazat vágóállat termelése megduplázódott az elmúlt évtizedben. A tanulmány célja a pecsenyekacsa hizlalás természetes hatékonyságának és gazdasági helyzetének vizsgálata adott, magyarországi telep példáján keresztül. Leíró statisztikai módszerekkel vizsgáltuk a telep 2014-2016 közötti termelési paramétereinek és költségadatainak alakulását, valamint feltártuk az egyes tényezők közötti összefüggéseket. A vizsgált telep esetében a pecsenyekacsa önköltsége 225-315 Ft/kg között alakult, átlagosan 270,6 Ft/kg volt, amelynek meghatározó részét a takarmány és a napos állat költsége jelentette. Ez idő alatt az értékesítési ár 350 Ft/kg-ról 305 Ft/kg-ra csökkent, ezáltal a tevékenység jövedelme is visszaesett, átlagosan 41,7 Ft/kg volt. Az eredmények alapján megállapítható továbbá, hogy az önköltség közepes kapcsolatban van a nevelési napok számával, a napi súlygyarapodással, az elhullással, valamint a fajlagos takarmányfelhasználással. Ezzel szemben az önköltség és az értékesítéskori átlagsúly között laza kapcsolat volt kimutatható.

Kulcsszavak: pecsenyekacsa termelés, természetes hatékonyság, gazdasági helyzet, összefüggésvizsgálat

Results of broiler duck production in the example of a given farm

Abstract

The production of animals for slaughter in the Hungarian duck sector has doubled over the past decade. The objective of the study is to examine the physical efficiency and economic situation in broiler duck fattening through the example of a Hungarian farm. We have analyzed the trends of production parameters and costs in 2014-2016 by descriptive statistical methods and revealed the correlations among some factors. In the case of the examined farm, the average broiler duck cost was between 225 and 315 HUF/kg, on average 270.6 HUF/kg, where the key element is the feed and chick cost. In the meantime, the sales price dropped from 350 HUF/kg to 305 HUF/kg, resulting income decrease of average 41.7 HUF/kg. The results show that there is a moderate relationship between average cost and rearing period, daily weight gain, mortality and feed conversion ratio. On the other hand, weak relationship can be verified between average cost and final bodyweight.

Keywords: broiler duck production, physical efficiency, economic situation, correlation and regression analysis

Irodalmi áttekintés

A magyar baromfiágazatot exportorientáltság és kiemelkedő önellátottsági szint jellemzi. A víziszárnyas ágazatok (kacsa és lúd) esetében az árbevétel 55-57%-a exportból származik, így nemzetgazdasági szempontból kiemelt jelentőségűek (Csorbai, 2015). A FAO (2017) adatai szerint Magyarország kacsahús kivitele 2003 és 2013 között 30 ezerről 37 ezer tonnára növekedett, így 2013-ban mintegy 14%-kal részesedett a globális exportból. Emellett a hazai kacsállóomány is jelentős mértékben, 2,7 milliőről 4 millióra növekedett az elmúlt közel egy évtizedben (KSH, 2017). Ennek megfelelően a kacsáágazat vágóállat-termelése is 51,4 ezer tonnáról 100,8 ezer tonnára, mintegy 90%-kal bővült az elmúlt években (Bábáné Demeter, 2017). A víziszárnyas termelésen belül folyamatosan nő a kacsáágazat aránya, 2015-ben a termelés mintegy háromnegyedét adta. Ezzel párhuzamosan Lengyelország pecsenyekacsa termelése is dinamikus növekedésnek indult. Annak ellenére, hogy a lengyel termelők 2014-ben még mintegy 5-7 millió kacsát vágtak le, a következő években jelentős konkurenciát jelenthetnek (Csorbai, 2015). A magyarországi vágókacsa termelésben főként húshasznosítású pecsenyekacsát állítanak elő, a hízott kacsa kisebb részarányt képvisel. Az elmúlt évtizedben a pecsenyekacsa a megtermelt mennyiség mintegy 86%-át tette ki a Baromfi Termék Tanács termelői körében, mely a hazai termelés mintegy kétharmadát fedi le.

Hazánkban az éves, egy főre jutó baromfihús-fogyasztás 26,46 kg/fő/év, ezen belül a kacsahús mértéke alacsony (2,43 kg/fő/év), így a megtermelt mennyiség jelentős része exportpiacokon kerül értékesítésre (Molnár és Látits, 2016). Miután a víziszárnyas termékek évtizedek óta keresettek Nyugat-Európa bizonyos országaiban (Németország, Franciaország), így 2016-ban a magyarországi kacsahús export 23%-a Németországban került értékesítésre. Emellett hazánk további felvevőpiacát jelentette Csehország, Szlovákia, Egyesült Királyság és Ausztria, valamint Franciaország, Belgium és Kína (Bogenfürst, 2008; Comtrade, 2017).

A kacsa esetében a kereslet és a kínálat jellemzően egyensúlyban van, a piacot folyamatos kereslet és kiegyenlített fogyasztás jellemzi, szemben a libahús esetében tapasztalható szezonalitással. A kacsahús fogyasztása szinte folyamatos, csaknem egész évben értékesíthető. Az elmúlt időszakban a fogyasztói szokások oly módon változtak, hogy a vevők a liba helyett egyre inkább a pecsenyekacsát, az egész kacsa helyett pedig a félkész vagy késztermékeket keresik. Ennek megfelelően változik a feldolgozás összetétele és minősége is. Míg néhány éve főként egész kacsát értékesítettek, addig napjainkban folyamatosan növekszik a kényelmi termékek aránya, s az eladott mennyiségnek már csak 40-50%-a az egész kacsa (Dunn, 2008; Avar, 2015).

Az elmúlt időszakban a Cherry Valley volt az egyik legelterjedtebb fajta a hazai pecsenyekacsa termelésben (Kozák és Szász, 2016). A Cherry Valley tenyésztő tevékenysége révén olyan nagyüzemi hibrideket állított elő, amelyek életképessége jó és takarmányfelhasználása hatékony normál, nagyüzemi körülmények között. A takarmányköltség teszi ki a termelési költség meghatározó részét, így a fajlagos takarmányfelhasználás javítása jelentős mértékben befolyásolja a tevékenység jövedelemtermelő képességét. Ezen túl a keletkező trágya mennyisége is csökkenthető a takarmányfelhasználás csökkentése által (Rae, 2014).

A tanulmány célja a pecsenyekacsa hizlalás természetes hatékonyságának és gazdasági helyzetének vizsgálata adott, magyarországi telep példáján keresztül.

Anyag és módszer

A primer adatgyűjtést egy hazai, víziszármazás termelésben meghatározó vállalkozás adott telepének 96 turnusára, 2014 és 2016 közötti időszakra vonatkozóan végeztük el. A kapott eredmények a vizsgált telepre vonatkoznak, azonban bizonyos kérdésekben általánosíthatóak. Az adatgyűjtés során ökonómiai adatok és különböző termelési paraméterek begyűjtésére került sor. A begyűjtött technológiai paraméterekből származtatott, a baromfiágazatra jellemző természetes hatékonysági mutatókat képeztünk. A primer adatok és a származtatott mutatók feldolgozását leíró statisztikai módszerekkel végeztük. A származtatott mutatókat turnusonként számítottuk, majd a teljes időszak átlagát határoztuk meg. A begyűjtött ökonómiai alapadatokat szintén leíró statisztikai módszerekkel dolgoztuk fel. Ezt követően korreláció- és regresszió analízist alkalmazva, megvizsgáltuk a különböző termelési paraméterek, valamint az önköltség közötti összefüggéseket. A kapcsolatok szorosságának megítéléséhez a Pearson-féle korrelációs együttható alapján a következő irányszámokat alkalmaztuk: 0,0-0,4 között laza, 0,4-0,7 között közepes, 0,7-0,9 között szoros, míg 0,9 feletti korreláció igen szorost összefüggést jelent (Sváb, 1967 cit. Mészáros, 1981).

Eredmények és értékelés

A vizsgált telepen az adott időszakban 12, egyenként 1 000 m² alapterületű istállóban forgatásos rendszerben történt a termelés, amely azt jelenti, hogy a madarakat magasabb telepítési sűrűség mellett egy előnevelő istállóba telepítik, majd két hét elteltével a kacsák áttelepítésre kerülnek három utónevelő istállóba. Ezáltal az egyes turnusok felneveléséhez összesen 4 000 m² hasznos istállófelületre van szükség. Az istállóban az etetés és az itatás korszerű, automata rendszerben, Chore Time technológiával történik, az épületek szellőztetését keresztzellőzéssel, a fűtését pedig műanyagokkal oldják meg. Az alkalmazott fajta a Cherry Valley.

Az 1. táblázatban a telepre jellemző termelési mutatók alakulását foglaltuk össze, az adott időszakra vonatkozóan. Az elő- és utónevelés során eltér a telepítési sűrűség. Az előnevelés során átlagosan 20,8 db/m² volt, az egyes rotációk esetében azonban 19,2 és 24,3 db/m² között változott. Ez az érték a hazai üzemi teljesítményvizsgálatban (Czinder és Meleg, 2012) alkalmazott sűrűségnél (8 db/m²) lényegesen magasabb. Adatok hiányában azt feltételeztük, hogy a teljes hizlalási időre vonatkozó elhullás 50%-a az előnevelés során jelentkezett, s az utónevelőbe áttelepített állománylétszámot ez alapján becsültük. A telepítési sűrűség az utónevelés során 6,3 és 8,0 db/m² között alakult, átlagosan 6,6 db kacsát telepítettek négyzetméterenként, amely szintén magasabb a kísérleti adatokban (Czinder és Meleg, 2012) bemutatottnál (4 db/m²).

A vizsgált időszakban az elhullás a telepen átlagosan 3,4% volt, amely az üzemi teljesítményvizsgálat során dokumentáltak (Czinder és Meleg, 2012) közel kétszerese. A 96 rotáció esetében a teljes adatsort vizsgálva megállapítható, hogy az elhullás mintaterjedelme (5,4%) és relatív szórása (30,4%) magas, az elhullás az esetek 67%-ban 2-3,5% közé esett. Az adott időszakban 4 rotáció esetén tapasztaltak 6% feletti elhullást, mely a nyári telepítéskor tapasztalható változó időjárási körülményekre vezethető vissza.

Az értékesítéskori átlagsúly átlagosan 3,09 kg/db volt, mely 6,6%-kal marad el az üzemi vizsgálatok eredményeitől (Czinder és Meleg, 2012). A vizsgált telepen a turnusok 35%-a esetében 3 és 3,1 kg/db közé esett az átlagsúly értéke, míg a rotációk további 21%-ban 3,1 és 3,2 kg/db közötti súlyra hizlalták a madarakat. Viszonylag magasnak tekinthető a mutató mintaterjedelme (0,85 kg/db), a relatív szórás értéke azonban alacsony (5,2%). A telep esetében a nevelési napok száma jellemzően 42 nap, aminek a relatív szórása alacsony (5,7%). A nevelési napok száma a

rotációk 26%-nál 42, míg 20%-nál 43 nap volt. A telepen az átlagos napi súlygyarapodás 72,8 g/nap volt, ami 6 grammal alacsonyabb, mint az üzemi teljesítményvizsgálat (*Czinder és Meleg, 2012*) adatai alapján számított érték (78,8 g/nap).

A fajlagos takarmányfelhasználás (Feed Conversion Ratio, FCR) értéke a turnusok 63%-ban 2,1 és 2,3 kg/kg között alakult, átlagosan 2,24 kg/kg volt. A mutató mintaterjedelme 0,76 kg/kg, míg a relatív szórás értéke 6,1%. Az üzemi teljesítményvizsgálat (*Czinder és Meleg, 2012*) eredményeitől mindössze 0,08 kg/kg-mal marad el a telepi FCR érték.

A termelés hatékonysága kifejezhető egy komplex mutatóban (European Production Efficiency Factor, EPEF) is, amely az értékesítéskori átlagsúlyt, az FCR értékét és a nevelési napok számát is figyelembe veszi (*Nabizadeh, 2012; Lückstädt, 2014; Szöllősi és Szűcs, 2014*). A mutatót a különböző telepek, istállók és turnusok természetes hatékonyságának összehasonlítására használják a vágócsirke termelésben, azonban mivel a pecsenyekacsa előállítása hasonlóan intenzív, zárt technológiában történik, így a mutatót a vizsgálataink során is alkalmaztuk. A 96 rotáció esetében az EPEF értéke 245 és 382 közé esett, átlagosan 316 volt, s a turnusok több, mint felénél 301 és 340 között változott. A *Czinder és Meleg (2012)* által közölt adatok alapján kalkulálva, az EPEF értéke 358, ami 12%-kal kedvezőbb, mint a vizsgált telep esetében. A mutató azonban nem számol az istálló kihasználtságával (egy m²-ről értékesített élősúly), amely csökkenti az önköltséget, a fajlagos állandó költségeken keresztül. A telepen egy m² istállófelületen mintegy 15,5 kg élősúlyt állítottak elő, amely az üzemi vizsgálatok (*Czinder és Meleg, 2012*) alapján kalkulált értéknél 2,5 kilogrammal magasabb.

1. táblázat: A pecsenyekacsa előállítás természetes hatékonysági mutatói (n=96)

Megnevezés (1)	Me. (2)	Átlag (3)	Szórás (4)	Relatív szórás (%) (5)	Min. (6)	Max. (7)
Telepítési sűrűség az előnevelésben ¹ (8)	db/m ²	20,8	0,9	4,4	19,2	24,3
Telepítési sűrűség az utónevelésben ² (9)	db/m ²	6,6	0,3	4,5	6,3	8,0
Nevelési idő (10)	nap	42,4	2,4	5,7	37,0	49,0
Értékesítéskori átlagsúly (11)	kg/db	3,09	0,16	5,2	2,72	3,57
Átlagos napi súlygyarapodás (12)	g/nap	72,8	4,2	5,7	61,3	82,5
Fajlagos takarmányfelhasználás (13)	kg/kg	2,24	0,14	6,1	2,00	2,76
Elhullás (14)	%	3,4	1,0	30,4	1,5	6,9
Értékesített élősúly ³ (15)	kg/m ²	15,5	1,1	7,2	13,1	18,5
EPEF ⁴ (16)	-	315,9	29,8	9,4	245,1	382,4

¹Előnevelő istállófelület: 1 000 m² (17), ²Utónevelő istállófelület: 3 000 m² (18), ³Vetítési alap: 4 000 m² (elő- és utónevelő istálló) (19), ⁴EPEF = ((100 – elhullás) × átlagsúly) / (FCR × nevelési napok száma) × 100 (20)

Table 1: Production indexes of broiler duck production (n=96)

(1)description; (2)units; (3)mean; (4)standard deviation; (5)relative standard deviation; (6)minimum; (7)maximum; (8)stocking density – nursery; (9)stocking density – rearing; (10)rearing period; (11)final bodyweight; (12)average daily weight gain; (13)feed conversion ratio; (14)mortality rate; (15)sold live weight; (16)European Production Efficiency Factor; (17)nursery barn: 1 000 m²; (18)rearing barn: 3 000 m²; (19) Projection base: 4000 m² (nursery and rearing barns); (20)EPEF = ((100 – mortality rate) × final bodyweight) / (FCR × number of rearing days) × 100

A vizsgált telep 96 rotációjának átlagos, fajlagos költség- és jövedelemviszonyait mutatja be a 2. táblázat. A pecsényekacsa előállításának költsége átlagosan 270,6 Ft/kg volt az adott időszakban, s a legrosszabb esetben 315,2 Ft/kg, míg a legjobb esetben 225,2 Ft/kg volt. A termelési költség meghatározó részét (86-91%) az anyagjellegű költségek jelentik, melynek a takarmány (52-63%) és a napos állat (24-19%) költsége teszi ki a legnagyobb részét. Az állatgyógyszer és az alomanyag költsége kevésbé jelentős költségtételek, azonban relatív szórás értékük (59,5% és 26%) magasnak tekinthető. Utóbbi változására főként a szellőztetés és az időjárás változása van hatással, melyek jelentős mértékben befolyásolják a felhasznált alomanyag mennyiségét. A személyi jellegű költségek a termelési költség 6-8, míg az értékcsökkenési leírás a 2-3%-át jelenti. Az általános költségek (biztosítási, hatósági díjak és igazgatási költségek stb.) és a segédüzemági költségek aránya a termelési költségben jellemzően 1-2%.

2. táblázat: A pecsényekacsa előállítás költsége és jövedelme (2014-2016; n=96)

Me.: Ft/kg (1)

Megnevezés (2)	Átlag (3)	Szórás (4)	Relatív szórás (%) (5)	Min. ¹ (6)	Max. ¹ (7)
Anyagjellegű költségek (8)	239,7	12,8	5,4	194,8	277,5
Napos állat (9)	42,9	2,6	6,1	3,7	49,7
Takarmány (10)	156,6	10,9	6,9	117,9	183,5
Energia (11)	14,1	2,5	17,4	11,2	19,2
Alomanyag (12)	11,2	2,9	26,0	4,1	27,0
Állatgyógyszer (13)	2,0	1,3	64,1	0,6	6,8
Igénybevett szolgáltatások ² (14)	10,5	1,5	14,6	6,8	15,2
Egyéb ³ (15)	2,3	0,4	16,2	1,6	3,3
Személyi jellegű költségek (16)	18,4	1,7	9,5	15,8	22,2
Értékcsökkenési leírás (17)	6,0	0,4	6,7	5,4	7,4
Segédüzemági költség (18)	4,2	2,2	53,7	0,8	6,6
Általános költségek (19)	2,4	0,7	28,3	1,5	5,7
Termelési költségek összesen (20)	270,6	13,4	5,0	225,2	315,2
Értékesítési ár (21)	312,3	11,4	3,7	305,0	350,0
Nettó jövedelem (22)	41,4	17,0	40,8	-10,2	79,8
Jövedelmezőség (%) (23)	15,7	6,7	42,7	-3,2	35,4

¹Az egyes értékek nem adhatóak össze. (24)

²állategészségügyi- és állattenyésztési szolgáltatások, hulladékmegsemmisítés, szállítás, rakodás költsége, egyéb igénybe vett szolgáltatások stb. (25)

³alkatrészek, javítás és karbantartás, munkaruha, tisztítószerek stb. (26)

Table 2: Cost and income relations of broiler duck production (2014-2016; n=96)

(1)unit: HUF/kg; (2)description; (3)mean; (4)standard deviation; (5)relative standard deviation; (6)minimum; (7)maximum; (8)material costs; (9)day-old duckling; (10)feed; (11)energy; (12)litter; (13)veterinary medicine; (14)services used; (15)other; (16)labour costs; (17)depreciation; (18)machinery costs; (19)overheads; (20)total production costs; (21)sales price; (22)net income; (23)profitability (%); (24)values shall not be summed up; (25) animal health and animal husbandry services, waste disposal, transport, loading, other services etc.; (26)parts, repair and maintenance, work clothes, cleaning agents etc.

A vállalkozás esetében a kacsa értékesítési ára átlagosan 312,3 Ft/kg volt, 305 és 350 Ft/kg között alakult a vizsgált időszakban. Az árak a KSH (2017) által közölt vágókacsa felvásárlási

árainak alakulását követik, azonban mintegy 10 forinttal elmaradnak attól. 2014 és 2016 között csaknem 14%-kal csökkent a vágókacsa hazai felvásárlási ára, s átlagosan 322 Ft/kg volt. A vállalkozás értékesítési árai mellett a tevékenység jövedelme a legrosszabb esetben -10,2, míg a legjobb esetben 79,8 Ft/kg volt, átlagosan 41,4 Ft/kg volt. A mutató relatív szórás értéke (40,8%) igen magasnak tekinthető. A vizsgált időszakban a tevékenység jövedelemtermelő képessége összességében csökkent, melyet az értékesítési árak csökkenése okoz. A költségarányos jövedelmezőség átlagosan mintegy 16% volt, értéke -3 és 35% között változott.

Az egy négyzetméterre számított termelési költség alapján megállapítható, hogy a telepen egy rotáció felnevelése négyzetméterenként 3 702 forintba került. Ezzel szemben a realizálható árbevétel átlagosan 4 827 Ft/m² volt, amely 4 121 és 5 649 Ft/m² között változott. Így a négyzetméterenként elérhető jövedelem -141 és 1 284 Ft/m² között alakult.

A termelési paraméterek és az önköltség közötti összefüggésvizsgálat eredményeit a 3. táblázatban foglaltuk össze. Az önköltség és az értékesítéskori átlagsúly között laza ($r=0,227$) kapcsolat mutatható ki, s megállapítható, hogy 1,9 forinttal csökkenti az önköltséget az átlagsúly 0,1 kg-mal történő növelése. A lineáris modell azonban csak 5%-ban magyarázza az önköltséget. Ezzel szemben közepes kapcsolat mutatható ki az önköltség és a nevelési napok száma, a napi súlygyarapodás, az elhullás és a fajlagos takarmányfelhasználás között. Megállapítható, hogy míg az 1 nappal hosszabb nevelési idő 2,6 forinttal növeli, addig az átlagos napi súlygyarapodás 1 grammal történő növelése 2,1 forinttal csökkenti az önköltséget. Az elhullás mértékének 1%-pontos emelkedése 6,7 forinttal, míg a fajlagos takarmányfelhasználás 0,1 kilogrammal történő romlása 6,6 forinttal növeli az önköltséget.

3. táblázat: A termelési paraméterek és az önköltség közötti összefüggések (n=96)

Függő változó (1)	Független változó (x_1) (2)	r	R ²	p	Lineáris regressziós modell (3)
Önköltség (Ft/kg) (4)	Értékesítéskori átlagsúly (kg/db) (5)	0,227	0,051	0,026	$y=-19,000x+239,242$
Önköltség (Ft/kg) (4)	Nevelési nap (nap) (6)	0,469	0,220	0,000	$y=2,602x+160,174$
Önköltség (Ft/kg) (4)	Napi súlygyarapodás (g/nap) (7)	0,657	0,431	0,000	$y=-2,109x+424,215$
Önköltség (Ft/kg) (4)	Elhullás (%) (8)	0,521	0,271	0,000	$y=6,722x+245,576$
Önköltség (Ft/kg) (4)	FCR (kg/kg) (9)	0,668	0,446	0,000	$y=66,183x+122,619$
Önköltség (Ft/kg) (4)	EPEF	0,861	0,742	0,000	$y=-0,388x+393,28$
Önköltség (Ft/kg) (4)	Értékesített élőtömeg (kg/m ²) (10)	0,348	0,121	0,001	$y=-4,232x+335,968$
Értékesített élőtömeg (kg/m ²) (9)	Takarmányfelhasználás (kg/m ²) (11)	0,780	0,608	0,000	$y=0,256x+6,597$
Értékesítéskori átlagsúly (kg/db) (5)	Takarmányfelhasználás (kg/db) (11)	0,750	0,562	0,000	$y=0,197x+1,728$

Table 3: Correlations between production parameters and average cost (n=96)

(1)dependent variable; (2)independent variable (x_1); (3)linear regression model; (4)average cost; (5)final bodyweight; (6)rearing period (days); (7)daily weight gain; (8)mortality; (9)feed conversion ratio; (10)sold live weight; (11)feed use

A nevelési nap esetében 22%-ban, a napi súlygyarapodás esetében 43%-ban, az elhullásnál 27%-ban, míg a fajlagos takarmányfelhasználás esetében 45%-ban magyarázzák a lineáris

modellek az önköltséget. Emellett azt tapasztaltuk, hogy az EPEF és az önköltség között erős, pozitív ($r=0,861$) kapcsolat mutatható ki, s a felírható lineáris regressziós modell 74%-ban magyarázza az önköltséget. Megállapítható továbbá, hogy amennyiben az EPEF értéke 10 egységgel javul, úgy az önköltség 3,9 forinttal csökken. Szintén szoros kapcsolat mutatható ki az 1 m^2 -ről értékesített élőtömeg és a négyzetméterenként felhasznált takarmány ($r=0,780$), valamint az értékesítéskori átlagsúly és az egy madár felneveléséhez felhasznált összes takarmány mennyisége ($r=0,750$) között. Az előzőekkel ellentétben az önköltség és az 1 m^2 -ről értékesített élőtömeg között laza/gyenge ($r=0,348$) kapcsolat mutatható ki, a lineáris regressziós modell – amely mindössze 12%-ban magyarázza az önköltség alakulását – alapján megállapítható, hogy amennyiben az 1 m^2 -ről értékesített élőtömeg mennyisége 1 kg-mal nő, az önköltség 4,2 forinttal csökken.

Következtetések és javaslatok

A vizsgált telep technológiai színvonala függvényében, a pecsenyekacsa előállítás során 42 napos nevelési időszak mellett 3,0-3,2 kg/db átlagsúly érhető el, 2-4%-os elhullás, átlagosan 2,1-2,3 kg/kg fajlagos takarmányfelhasználás, és az utónevelés során átlagosan 6,6 db/ m^2 telepítési sűrűség mellett. A pecsenyakacsa előállítás termelési költségének meghatározó részét a takarmány és a napos állat költsége adja. A vizsgált telep esetében az önköltség 225 és 315 Ft/kg között alakult, átlagosan 271 Ft/kg volt 2014-2016 között. Az értékesítési árak jellemzően magasabbak voltak, mint a termelési költség, s ezáltal a termelés átlagosan jövedelmező volt (16%), azonban összességében a tevékenység jövedelemtermelő képessége csökkent a vizsgált időszakban.

A termelési paraméterek és az önköltség közötti összefüggések alapján kijelenthető, hogy az önköltség kapcsolatát az értékesítéskori átlagsúllyal, valamint az 1 m^2 -ről értékesített élőtömeggel statisztikailag igazolható laza kapcsolat jellemzi. Ezzel szemben az önköltség és a nevelési napok száma, a napi súlygyarapodás, az elhullás és a fajlagos takarmányfelhasználás közötti kapcsolat közepes. Emellett szignifikánsan szoros kapcsolat mutatható ki az önköltség és az EPEF, az 1 m^2 -ről értékesített élőtömeg és a négyzetméterenként felhasznált takarmány mennyisége, valamint az értékesítéskori átlagsúly és az egy madár felneveléséhez felhasznált takarmány mennyisége között. A kapott eredmények alátámasztják, hogy a jövőben tervezett fejlesztések alapvetően a hatékonyság növelésére kell irányuljanak, hiszen ezáltal csökkenthető az önköltség és javítható a jövedelemtermelő képesség.

Irodalomjegyzék

- Avar L. (2015): Jobb a kacsa, mint a liba. Magyar Mezőgazdaság 70, 14-15.
- Bábáné Demeter E. (szerk.) (2017): Statisztikai jelentések – Vágóhidak élőállat-vágása. 10: (2) Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest, 12. URL: [https://www.aki.gov.hu/publikaciok/dokumentum/f:96702/2017.+I-III.+h%C3%B3+\(2017.+2.+sz%C3%A1m\)](https://www.aki.gov.hu/publikaciok/dokumentum/f:96702/2017.+I-III.+h%C3%B3+2017.+2.+sz%C3%A1m)
- Bogenfürst F. (2008): A víziszárnyas ágazat helyzete és jövőbeni kilátásai Magyarországon. Állattenyésztés és takarmányozás. 57: (5) 403-414.
- Czinder K., Meleg I. (2012): Cherry Valley SM3 Medium pecsenyekacsa üzemi teljesítményvizsgálatának eredményei 2012. 20 p. URL: <http://portal.nebih.gov.hu/>

- documents/10182/45539/Zarojelentes_Cherry_Valley_SM3_Medium__2013.01.28._vegl
egesdoc.pdf/4a900668-bef1-43b8-9192-6856b346f030
- Comtrade* (2017): UN Comtrade Database, URL: <http://comtrade.un.org/>
- Csorbai A.* (2015): A magyar baromfiipar és az ágazatok helyzete, lehetőségei, versenyképessége, avagy előre vagy hátra? Baromfi Hírmondó – Az Agrofeed Kft. baromfi hírlevele. 22: (3) 5-7.
- Dunn, N.* (2008): Wisenhof's single-source secret to success. *Poultry International* 47: 10-13.
- FAO* (2017): Food and Agriculture Organization of the United Nations' database. URL: <http://www.fao.org/statistics/en/>
- KSH* (2017): Statisztikai tükör, 2017.03.06. Állatállomány, 2016.12.01. Központi Statisztikai Hivatal. 4 p. URL: <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/allat/allat1612.pdf>
- Kozák J., Szász S.* (2016): Mai irányok a víziszárnyas-tenyésztésben. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 65: (4) 47-73.
- Lückstad, C.* (2014): A strategic approach to salmonella control in poultry. *International Hatchery Practice*. 24: (5) 15-17.
- Mészáros S.* (1981): Összefüggés-vizsgálatok. In: *Alapismeretek az operációkutatáshoz* (szerk.: Csáki Cs., Mészáros S.). Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 42.
- Molnár Gy., Látits M.* (2016): A lúd ágazat eredményei és aktuális feladatai. XVIII. Kiskunfélegyházi Libafesztivál – Szakmai Konferencia. 2016. szeptember 9. Baromfi Termék Tanács
- Nabizadeh, A.* (2012): The effect of inulin on broiler chicken intestinal microflora, gut morphology, and performance. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 21: 725-734.
- Rae, A.* (2014): Successful duck breeding – progress through technology. *International Hatchery Practice*. 28: (6) 6-9.
- Sváb J.* (1967): *Biometriai módszerek a mezőgazdasági kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Szöllősi L., Szűcs I.* (2014): An economic approach to broiler production: A case study from Hungary. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*. 16: (3) 275-281.



A HÚSIPARBAN ALKALMAZOTT ULTRAHANGOS KEZELÉSEK ÁTTEKINTÉSE

Nagy Dávid, Lambertné Meretei Anikó, Zsom Tamás, Zsomné Muha Viktoria

Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi kar, Fizika-Automatika Tanszék
1118, Budapest Somlói út 11-16
david097@freemail.hu

Received – Érkezett: 16. 11. 2017.
Accepted – Elfogadva: 02.07. 2018.

Összefoglalás

Társadalmunk lélekszámának növekedése egyre nagyobb kihívások elé állítja az élelmiszeripart, mivel a minőség biztosítása mellett egyre nagyobb mennyiségben, a környezetet leginkább megkímélve, gazdaságosan kell élelmiszert biztosítani fogyasztók számára. A húsfeldolgozó üzemek nagy hangsúlyt fektetnek a hústermékek fertőtlenítésére, csírátlánítására, textúrájára, színére és vízvisszatartására, valamint arra, hogy ezen tulajdonságok ne, illetve nagyon kis mértékben változzanak, nagyobb időtartamú tárolás során sem. Több kutatási eredmény is azt mutatta ki, hogy az ultrahangos kezelések önmagukban, illetve más feldolgozási vagy tartósítási módszerekkel kombinálva képes lehet ipari körülmények között javítani a hús általános minőségét, marinálását és lágyságát, valamint megelőzni a mikrobiális fertőzések kialakulását. A hús ultrahangos kezelése nem csak az ipar számára előnyös, hanem a fogyasztók számára is, mivel a kezelt termékek például kevesebb főzési, sütési időt és az ezekhez szükséges befektetett energiát igényelnek. Célunk, hogy áttekintést nyújtsunk az ultrahang ipari alkalmazásának lehetőségeire, előnyeire, és esetleges hátrányaira, valamint a hús szerkezetére, beltartalmi értékeire, illetve bakteriális flórájára gyakorolt hatásaira.

Kulcsszavak: ultrahang, hús, akusztikus kavitáció

Review on applications of ultrasonic treatments in meat industry

Abstract

The food industry is facing ever greater challenges by the increasing number of people in our society, since it has to provide, beside of quality, an increasing amount of safe and nourishing food using environmentally friendly and economic process. The meat industry is placing great emphasis on quality, rheological properties (such as texture and tenderness). They are also aware of the importance of decontamination, microbial inactivation and recontamination even during long-term storage. Many studies showed that the application of ultrasonic treatment alone or combined with other processing or preservation methods provides the potential to improve the general quality, marination and tenderness of meat, preventing microbial growth in meat and meat products. Using ultrasonic methods has many beneficial properties not just for the meat industry, but even for consumers, because these products need less time and less invested energy to be fried or cooked. Our main purpose with this article is to provide an overview about the possibilities and advantages

of the ultrasonic methods in industrial environment, the effect of these methods on texture, nutritional value and also the bacterial environment of the meat and meat products.

Keywords: Ultrasound, meat, acoustic cavitation

Akusztikus kavitáció

Ultrahangnak nevezzük az emberi hallástartomány felső határánál, a ~20kHz-nél nagyobb frekvenciájú mechanikai hullámokat. Az ultrahang frekvenciatartománya és intenzitása alapján az ultrahangos eljárások két nagy csoportba sorolhatók. Az első csoportban az alkalmazott ultrahang frekvenciája nagyobb, mint 100 kHz, ugyanakkor intenzitása kisebb, mint 1 W/cm^2 (10.000 W/m^2). Az élelmiszeriparban a minőségbiztosítás és a feldolgozási folyamatok során roncsolás-mentes anyagvizsgálatokra használják (pl. kemény sajtokban lévő törések, repedések kimutatása, vágóállatok minősítése, vagy a folyamatirányítás területén az ultrahangos áramlásmérők és tartálybeli folyadékszintmérők alkalmazása). A második csoportban az alkalmazott ultrahang 20-500 kHz közötti frekvenciájú és 1 W/cm^2 -nél nagyobb intenzitású. Használata a kezelt anyagban különböző változásokat idéz elő, ezért aktív ultrahangnak nevezik. Az aktív ultrahang módosíthatja az élelmiszerek fizikai, mechanikai vagy kémiai illetve biokémiai tulajdonságait, így ipari felhasználása egyre nagyobb figyelmet kap. Sikeresen alkalmazzák a hagyományos technológiák helyettesítéseként vagy kiegészítéseként pl. zsírok kristályosításánál a megfelelő állományjellemzők és mikrostruktúra kialakítására (szono-kristályosítás), emulziókészítésre, fermentorokban habtörésre, élelmiszerekben a fehérjék funkcionális tulajdonságainak módosítására, enzimaktivitás megszüntetésére vagy felgyorsítására (eltarthatóság meghosszabbítása), sejtek inaktiválására, fagyasztásra és felolvasztásra, fagyasztva szárításra és sűrítésre, szárításra és az élelmiszerekből a bioaktív komponensek kinyerésének megkönnyítésére is (Bilek és Turantas, 2013). Az aktív ultrahang alkalmazása során a kavitáció majdnem mindig jelentős szerepet játszik. Az akusztikus kavitáció összetett folyamat, inkompresszibilis közegekben általában hirtelen nyomásesés hatására pontokban létrejövő jelenség, melynek során a közegben annak lokális "szétszakadása" miatt többnyire mikroszkopikus, néhány vagy néhány száz mikrométer átmérőjű üregek (buborékok) képződnek (Gao és mtsai, 2017). A buborékok az oldat belsejében elmozdulva elindítanak egy folyamatot, melynek során sűrűsödési és ritkulási zónák alakulnak ki. A ritkulási zónában kialakuló negatív nyomás hatására a folyadékmolekulák eltávolodnak egymástól. Ha az eltávolodás mértéke meghaladja azt a távolságot, amelyen belül a folyadékmolekulák még összekapcsolódnak, akkor a folyadék ott összeomlik (szétszakad), és üregek képződnek benne. Az ismétlődő akusztikus ciklusok hatására ezek az üregek folyamatosan képződnek, belsejüket kis mennyiségű gőz tölti ki. Aktív ultrahang alkalmazása esetén több ezer ilyen buborék alakul ki a folyadékban.

Kavitáció alatt értjük tehát az ultrahangos erőternek kitett közegen belül gázzal, vagy gőzzel töltött buborékok keletkezését és aktivitását. Általában két típusú buborék aktivitást különböztetünk meg, a stabil kavitációt és az átmeneti (vagy összeeső, inerciális) kavitációt. A stabil kavitáció során a buborékok oszcillálnak (a buborék sugarához képest kis amplitúdójú oszcilláció) az ultrahangos erőterben. A buborékok sugara az egyensúlyi érték körül mozog, a buborékok számos (akár több ezer) akusztikus cikluson keresztül jelen vannak. Átmeneti kavitáció során a buborékok nem stabilak, méretük nagyon különböző. Néhány akusztikus cikluson keresztül



léteznek csak, gyorsan összeomlanak és apró buborékok tömegévé esnek szét. A kis buborékok aztán egyszerűen feloldódnak, a buborék tágulási szakaszában az anyagátadási határréteg vékonyabb és a fázisok közötti érintkezési felület nagyobb, mint a buborékok összeomlása során, ami azt eredményezi, hogy a kitágulás során több gőz vagy gáz kerül a buborék belsejébe, mint amennyi az összehúzódás során kijut onnan (*Lauterborn és Ohl, 1998; Leong és mtsai, 2011; Tiwari és Mason, 2012*). Az átmeneti kavitáció általában alacsonyabb frekvencia tartomány (20-100kHz) alkalmazása mellett alakul ki. A tranziens buborék gyors implóziójának (összeomlásának) eredménye a hőhatás, melynek során az összeomlás kis környezetében, néhány milliszekundum ideig akár 5500°C hőmérséklet is előállhat, a kialakuló nyomás pedig az 50.000 kPa-t is elérheti. Az így kialakuló lökeshullám elég nyíróerőt fejt ki ahhoz, hogy a sejtfalat és a membránszerkezeteket roncsolja. Elmondható tehát, hogy az ultrahang hatására létrejövő mikromechanikai sokkhatás képes a sejtek egyes alkotórészeit felbontani, így a sejt működését megzavarni, a sejtet elpusztítani (*Turantas, Kilic és Kilic, 2015*).

Porhanyósság

A húsok egyik legfőbb jellemzője a lágyság, „porhanyósság”, mely nagymértékben befolyásolja a fogyasztók elégedettségét. Az ipari feldolgozás során is komoly fejfájást okozhat a kemény, tömött szerkezetű hús (*Friedrich, 2008*). A húsok porhanyósságát két fő komponens határozza meg; az első a mikrofibrillumok, melyek az izom összehúzódásáért felelősek, a második a kötőszöveti háló (különösen a kollagén), mely a hús rágósságáért felelős (*Lawrie, 2006*). Mivel ez a tulajdonság meghatározó a húsfogyasztás élvezeténél, a kutatók mindig kitüntetett figyelmet fordítanak a tenderizálás folyamataira, elősegítve ezzel a húsok megfelelő minőségét (*Got és mtsai, 1999*). Leggyakrabban valamilyen mechanikai, vegyi, biokémiai vagy enzimatisz módszer alkalmaznak a húsfeldolgozó iparban a megfelelő porhanyósság elérése érdekében.

Az ultrahangos kezelés költséghatékony, nem invazív technológia, ezért előszeretettel alkalmazzák a húsok tulajdonságainak javítására (*Gallego-Juarez és mtsai, 2010; Turantas és mtsai, 2015*). A megfelelő intenzitású ultrahangos kezelés következtében (kavitáció) kialakult mikro-buborékok megváltoztatják a miofibrillumok kapcsolódását. (*Friedrich, 2008*).

Az ultrahang más módszerekkel való kombinációja hatékonynak bizonyult a húsok általános minőségének javítására, valamint a funkcionális tulajdonságok módosítására (*Turantas, Kilic és Kilic, 2015*).

Számos kutatás folyt a húsok porhanyósságának javítására, melyet az *1. táblázat* mutat be.

1. táblázat: Porhanyósság javítására irányuló kutatások

Termék	Alkalmazott kezelés	Ultrahang paraméterek	Kezelési idő	Referencia
<i>Longissimus lumborum</i>	Ultrahang+Papain enzim	20kHz, 400W	10, 20, 30 perc	(Barekat és Soltanizadeh, 2017)
Marhahús	PUS- Aktív ultrahang	20 kHz	30, 120 perc	(Kang és mtsai, 2017)
Csirkehús	PUS- Aktív ultrahang	20 kHz, 240W	0, 3, 6, 12, 15 perc	(Wang és mtsai, 2017)

Table 1: Research to improve tenderness

Ezek a kutatások kimutatták, hogy az ultrahang alkalmazása nagyban javítja a hús porhanyósságát, miközben a fehérje elsődleges szerkezetén nem változtatnak (Wang és mtsai, 2017). Az eredmények azt mutatják, hogy enzimkezeléssel kombinált nagy intenzitású ultrahangos kezelés nem csak a hús porhanyósságát javítja, hanem a proteolitikus enzimek aktivitását is növeli (Barekat és Soltanizadeh, 2017).

Szárítás

Az ultrahangos kezeléseknél hatással vannak az anyagátadási folyamatokra is. A kavitáció következtében létrejövő buborékok szabálytalan pulzással magukba zárják a szilárd anyagokat, majd a buborékok összenyomásával ezek az anyagok a húsok felületére kerülnek, így a határreteg megváltoztatásával befolyásolják az anyagátadást. A kezelés következtében a minták melegeknek, mely a termo-akusztikus hatásnak köszönhető. A hullámok mechanikai összenyomó hatása miatt mikro-járatok, kapillárisok jönnek létre (Muralidhara és mtsai, 1985).

Ezen hatások következtében gyorsíthatók az iparban az anyagátadáson alapuló folyamatok. Ilyen folyamatok például a szárítási folyamatok, ezen belül is a fagyasztva szárítás, az alacsony hőmérsékletű szárítás és a konvektív szárítás. Ezen a területen számos kutatás is folyt annak érdekében, hogy az ipari folyamatokat egyszerűbbé és költséghatékonyabbá tegyék (2. táblázat).

2. táblázat: Szárítási technológiákat segítő ultrahangos kezelések vizsgálata

Minta	Kezelés	Ultrahang paraméterei	Referencia
Marha és csirke	Ultrahang+vákuum	40 kHz	(Başlar és mtsai, 2014)
Marhahús	Ultrahang+Low-field nuclear magnetic resonance	25, 33, 45 kHz	(Ojha, Kerry és Tiwari, 2017)
Tilápia	Ultrahang+ozmotikus szárítás	200-500W	(Min és mtsai, 2017)

Table 2: Examination of ultrasonic treatments to assist drying technologies

A vizsgálatok azt mutatták, hogy az ultrahangos kezelés hatására rövidebb idő alatt megy végbe a szárítás folyamata, kevesebb energia befektetéssel.

Fertőtlenítés

Bár a legtöbb kutatás azt mutatja, hogy az ultrahangos kezelés önmagában csak bizonyos körülmények között hatásos fertőtlenítő kezelés, azonban az ezen a téren folytatott más vizsgálatok alapján ez a módszer potenciális előnyökkel járhat a húsok minőségének javítására, illetve a mikrobák elpusztítására irányuló kezelések elősegítésére (különösen 20-47 kHz között, 5-10 perces kezelés esetén).

Az ultrahangos kezelés hatékonysága nagyban múlik az alkalmazott frekvenciától, intenzitástól, a hőmérséklettől, az alkalmazás gyakoriságától és idejétől, a felépítéstől, a kezelési protokolltól, illetve a hús típusától (izom, bőr, stb.). Annak ellenére, hogy számos tényező befolyásolja hatékonyságát, a kutatók egyetértenek abban, hogy különböző közegben (mint például víz, tejsav oldat, esetleg vörösbor) szignifikáns csökkenést értek el a húsokban található bizonyos baktériumok esetében (Turantas, Kilic és Kilic, 2015). A 3. táblázat néhány, a fertőtlenítés elősegítésére irányuló kutatást tartalmaz.

3. táblázat: Húsok fertőtlenítésére irányuló vizsgálatok

Minta	Kezelés	Ultrahang paraméterek	Referencia
Csirkemell	Ultrahang	24 kHz, 12W/cm ²	(Xiong és mtsai, 2012)
Csirke bőr	Ultrahang+tejsav	40 kHz, 2.5 W/cm ²	(Kordowska-Wiater és Stasiak, 2011)
Disznóhús	Ultrahang+gőz	30-40 kHz	(Kordowska-Wiater és Stasiak, 2011)

Table 3: Examinations for meat disinfection

Ezen kísérletek során különböző baktériumokat vizsgáltak, melyek például *Salmonella enterica ssp. enterica sv. Anatum*, *Escherichia coli*, *Proteus sp.*, and *Pseudomonas fluorescens*. Gram-negatív baktériumok számottevő pusztulása volt megfigyelhető már 3 perces ultrahang kezelés hatására (1.0 log CFU/cm²). A legérzékenyebb baktériumoknak a *Pseudomonas fluorescens* és az *E. coli* bizonyultak (Kordowska-Wiater és Stasiak, 2011).

Pácolás

A húsok tartósítására széles körben alkalmaznak pácolási eljárásokat, mely során a húsokat áramoltatott páclébe helyezik. A folyamat során a hús víztartalma a páclébe vándorol, míg a páclé a húsba diffundál, így megváltozik a hús összetétele, rontva ezzel a mikroorganizmusok és enzimek aktivitását (Barat és mtsai, 2006). Ezeket a folyamatokat számos tényező befolyásolja (hús vízvisszatartása, hőmérséklet, stb.).

Az ultrahang anyagátadást elősegítő hatása miatt gyorsítja a diffúziót, továbbá egyenletesebb sóeloszlást tesz lehetővé, így kisebb koncentrációjú páclé is alkalmazható, így nincs

szükség nagy koncentrációkülönbségre a hús és a páclé között (Friedrich, 2008). Sózási, pácolási eljárások elősegítésére számos kutatás létezik, melyek közül néhányat a 4. táblázat tartalmaz.

4. táblázat: Sózási/pácolási ultrahangos vizsgálatok

Minta	Alkalmazott kezelés	Ultrahang paraméterek	Referencia
<i>Longissimus thoracis et lumborum</i>	Cirkuláló sózás	~19 W/cm ²	(McDonnell és mtsai, 2014)
Csirkemell	Marinálás	40 kHz, 22W/cm ²	(Leal-Ramos és mtsai, 2011)
<i>Longissimus dorsi</i>	Marinálás és porhanyosítás	40 kHz, 37.5 W/cm ²	(Ozuna és mtsai, 2013)
Sertés hús	Sózás	~56 W, 22-41 W/cm ²	(Inguglia és mtsai, 2017)

Table 4: Effect of ultrasound on salting and pickling

A vizsgálatok kimutatták, hogy ultrahang hatására bekövetkező változások nagyban gyorsítják a pácolás és sózás folyamatát, illetve egyenletesebb eloszlást biztosít (Ozuna és mtsai, 2013). Ez kedvező hatással lehet a húsfeldolgozásra, a termékek színének megőrzésére, illetve javítására, az eltarthatóságra (Leal-Ramos és mtsai, 2011).

Irodalomjegyzék

- Barat, J. M., R Grau, J Ibanez, M. J. Pagan, N. Flores, F. Toldra, P. Fito (2006): Accelerated Processing of Dry-Cured Ham. Part 1. Viability of the Use of Brine Thawing/salting Operation. *Meat Science* 72. 4. 757-765.
- Barekat, S., N. Soltanizadeh (2017): Improvement of Meat Tenderness by Simultaneous Application of High-Intensity Ultrasonic Radiation and Papain Treatment. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 39. 223-229.
- Başlar, M., M. Kılıçlı, O. S. Toker, O. Sağdıç, M. Arici (2014): Ultrasonic Vacuum Drying Technique as a Novel Process for Shortening the Drying Period for Beef and Chicken Meats. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 26. 182–90.
- Bilek, S. E., F. Turantas (2013): Decontamination Efficiency of High Power Ultrasound in the Fruit and Vegetable Industry, a Review. *International Journal Of Food Microbiology* 166. 1. 155-162.
- Friedrich László (2008): Ultrahang alkalmazása húskészítmények minősítésében és gyártástechnológiájában. Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi kar, Disszertáció
- Gallego-Juarez, J. A., G. Rodriguez, V. Acosta, E. Riera (2010): Power Ultrasonic Transducers with Extensive Radiators for Industrial Processing. *Ultrasonics Sonochemistry* 17. 6. 953-964.
- Gao, P., X. Zhou, B. Cheng, D. Zhang, G. Zhou (2017): Study on Heat and Mass Transfer of Droplet



- Cooling in Ultrasound Wave. *International Journal Of Heat And Mass Transfer* 107. 916-924.
- Got, F., J. Culioli, P. Berge, X. Vignon, T. Astruc, J. M. Quideau, M. Lethiecq (1999): Effects of High-Intensity High-Frequency Ultrasound on Ageing Rate, Ultrastructure and Some Physico-Chemical Properties of Beef. *Meat Science* 51. 1. 35–42.
- Inguglia, E. S., Z. Zhang, C. Burgess, J. P. Kerry, B. K. Tiwari (2017): Influence of Extrinsic Operational Parameters on Salt Diffusion during Ultrasound Assisted Meat Curing. *Ultrasonics* 83. 164-170.
- Kang, D., X. Gao, Q. Ge, G. Zhou, W. Zhang (2017): Effects of Ultrasound on the Beef Structure and Water Distribution during Curing through Protein Degradation and Modification. *Ultrasonics Sonochemistry* 38. 317–25.
- Kordowska-Wiater, M., D. M Stasiak (2011): Effect Of Ultrasound On Survival Of Gram-Negative Bacteria On Chicken Skin Surface. *Bulletin Of The Veterinary Institute In Pulawy* 55. 2. 207–210.
- Lauterborn, W., C. D. Ohl (1998): The Peculiar Dynamics of Cavitation Bubbles. *Applied Scientific Research* 58. 1–4. 63–76.
- Lawrie, R. A. (2006): Preface to Seventh Edition BT - Lawrie's Meat Science (Seventh Edition). Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition 13–14 Woodhead Publishing. 1-442.
- Leal-Ramos, M. Y., A. D. Alarcon-Rojo, T. J. Mason, L. Paniwnyk, M. Alarjah (2011): Ultrasound-Enhanced Mass Transfer in Halal Compared with Non-Halal Chicken. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture* 91.1. 130-133.
- Leong, T., M. Ashokkumar, S. Kentish (2011): The Fundamentals Of Power Ultrasound - A Review. *Acoustics Australia* 39. 2. 54–63.
- McDonnell, C. K., P. Allen, C. Morin, J. G. Lyng (2014): The Effect of Ultrasonic Salting on Protein and Water-Protein Interactions in Meat. *Food Chemistry* 147. 245–51.
- Min L., Biao Y., Zhiqiang G., Yunting G., Jun L., Chang-ming L. (2017): Impact of ultrasound-assisted osmotic dehydration as a pre-treatment on the quality of heat pump dried tilapia fillets. *Energy Procedia* 122. 243-255.
- Muralidhara, H. S., D. Ensminger, A. Putnam. (1985): Acoustic Dewatering And Drying (Low And High-Frequency) - State-Of-The-Art Review. *Drying Technology* 3. 4. 529-566.
- Ojha, K S., J. P Kerry, B. K Tiwari (2017): Investigating the Influence of Ultrasound Pre-Treatment on Drying Kinetics and Moisture Migration Measurement in *Lactobacillus Sakei* Cultured and Uncultured Beef Jerky. *Lwt-Food Science And Technology* 81. 42–49.
- Ozuna, C., A. Puig, J. V. Garcia-Perez, A. Mulet, J. A. Carcel (2013): Influence of High Intensity Ultrasound Application on Mass Transport, Microstructure and Textural Properties of Pork Meat (*Longissimus Dorsi*) Brined at Different NaCl Concentrations. *Journal Of Food Engineering* 119. 1. 84-93.
- Tiwari, B. K., T. J. Mason; P. J. Cullen, V. P. Valdramidis(szerk.) (2012): Chapter 6 - Ultrasound Processing of Fluid Foods. *Novel Thermal and Non-Thermal Technologies for Fluid Foods*. 135–65 San Diego: Academic Press.
- Turantas, F., G. B. Kilic, B. Kilic (2015): Ultrasound in the Meat Industry: General Applications and Decontamination Efficiency. *International Journal Of Food Microbiology* 198. 56-69.
- Wang, J.-Y., Y.-L. Yang, X.-Z. Tang, W.-X. Ni, L. Zhou (2017): Effects of Pulsed Ultrasound on Rheological and Structural Properties of Chicken Myofibrillar Protein. *Ultrasonics*



Sonochemistry 38. 225–33.

Xiong, G.-Y., L.-L. Z., W. Zhang, J. Wu (2012): Influence of Ultrasound and Proteolytic Enzyme Inhibitors on Muscle Degradation, Tenderness, and Cooking Loss of Hens During Aging. Czech Journal Of Food Sciences 30. 3. 195-205.

AZ ÉTKEZÉSI TOJÁSTERMELÉS GAZDASÁGI HELYZETE MAGYARORSZÁGON

Szöllősi László, Molnár Szilvia

Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Gazdálkodástudományi Intézet,
Üzemtani és Vállalati Tervezés Tanszék
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.
szollosi.laszlo@econ.unideb.hu

Received – Érkezett: 01. 11. 2017.
Accepted – Elfogadva: 02. 07. 2018.

Összefoglalás

Az étkezési tojástermelés meghatározó jelentőségű az állati termék előállításban, hiszen a tojás és tojástermékek fogyasztása és termelése folyamatosan nő a világon. Ezzel szemben az elmúlt 10-15 évben a magyar tojáságazat gyors erodálódása volt jellemző, aminek megállítása és a trend megfordítása ágazati és nemzetgazdasági érdek. Az ágazat alacsony versenyképessége számos tényezőre vezethető vissza, többek között hatékonysági, méretgazdaságossági és jövedelmezőségi problémákra. A tanulmány célja a magyarországi étkezési tojástermelés 2013-2017 közötti költség- és jövedelemviszonyának értékelése. Ehhez modellkalkulációt alkalmaztunk, vizsgálva a főbb input-output árak és termelési paraméterek változásának gazdasági mutatókra gyakorolt hatását.
Kulcsszavak: hatékonyság, takarmányár, értékesítési ár, költség, jövedelem

Economic situation of table egg production in Hungary

Abstract

Table egg production plays a significant role in the animal sector, as the consumption and production of eggs and egg products are constantly increasing in the world. In contrast, in the last 10-15 years the Hungarian egg sector has shown rapid erosion; stopping this process and turning the trend are recognized as sectoral and national economic interests. The low competitiveness of the sector can be attributed to a number of factors, including efficiency, economies of scale and profitability. The objective of this study is to evaluate the cost and income situation of the Hungarian table egg production in 2013-2017. Model calculation was used to examine the impact of the changes of the main input-output prices and the production parameters on economic indicators.

Keywords: efficiency, feed price, sales price, cost, income

Bevezetés

A világ népességének folyamatos növekedése, az átlagos életszínvonal emelkedése, és a változó fogyasztói preferenciák miatt, a következő évtizedekben közel duplájára nő az állati termékek iránti kereslet (Popp, 2013). Mindez jelentős többlettakarmány-igénnyel jár együtt. Emellett a világ állattenyésztésének egy egyre erősödő konkurens ágazat, a biomasszából üzemanyagot és energiahordozókat előállító szektor jelenlétével is számolnia kell. Ilyen feltételek mellett a jövőben döntő fontosságúvá válik az állati eredetű fehérje minél hatékonyabb előállítása. A tojástermelés esetén, a nagy teljesítményű tojótyúkokkal kiemelkedően hatékony a takarmányok átalakítása magas biológiai értékű állati terméké (Horn, 2008). A következő évtizedben tehát joggal számíthatunk a tojás- és baromfi-hústermelés volumenének növekedésére.

A magyar baromfiágazat fontos szerepet tölt be nemzetgazdasági szinten, hiszen a mezőgazdaság bruttó termelési értékének (2619 milliárd Ft) 12,6%-át (330 Mrd Ft), az állattenyésztésnek pedig közel 38,2%-át tette ki 2016-ban (KSH, 2017). Az ágazat bruttó termelési értékének a tojáságazat jelenleg kb. 9-10%-át adja.

A magyar tojáságazatot az utóbbi 10-15 évben főként két tényező határozta meg A. Az egyik Magyarország európai uniós csatlakozása, a másik pedig a külföldi áruházláncok térnyerése hazánkban. 2004 előtt a tojáságazat jellemzően belföldi piacra termelt, önellátottságunk közel 100% volt. A vámok gyakorlatilag megvédték a hazai termelőket és a piac egyensúlyban volt. A csatlakozással azonban megszűntek a vámok, az uniós termelés feleslege korlátozások nélkül áramolhatott a magyar piacra. Ezt a problémát fokozta a külföldi áruházláncok megjelenése és térnyerése, amelyek szívesebben vásároltak külföldi terméket, mint hazait (Szöllősi és mtsai, 2016). Ennek eredményeként az elmúlt 10-15 évben a magyar tojáságazatra a leépülés volt jellemző, aminek megállítása és a trend megfordítása ágazati és nemzetgazdasági érdek. Az ágazat errodalódása a versenyképességi problémákra vezethető vissza, amely többek között hatékonysági, méretgazdaságossági és jövedelmezőségi kérdésekkel magyarázható (Csorbai, 2017).

A tanulmány célja a hazai étkezési tojástermelés 2013 és 2017 közötti időszakra vonatkozó költség- és jövedelemhelyzetének értékelése, különösen a főbb input-output árak és termelési paraméterek különböző állapotai mellett.

Anyag és módszer

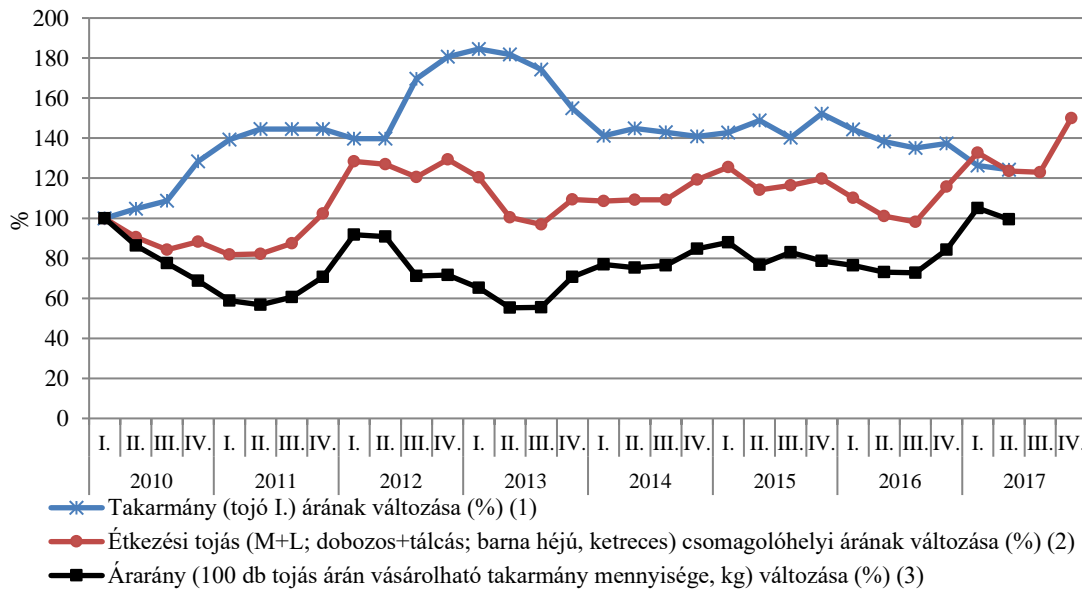
A vizsgálathoz szükséges adatokat és információkat olyan szekunder forrásokból gyűjtöttük, mint az ágazati szakanyagok, szakcikkek, valamint hazai adatbázisok (KSH, BTT, AKI PAIR, AKI Tesztüzemi adatok). Az adatgyűjtés az ágazat legfőbb input-output áaira és az AKI Tesztüzemi adatai alapján a meghatározó gazdaságokra számított költség-, jövedelemadatokra (Béládi és Kertész, 2009; 2012; Béládi és mtsai, 2017) terjedt ki, előbbi 2010-2017, utóbbi 2007-2015 közötti időszakra vonatkozóan. Az adatok feldolgozása során leíró statisztikai módszereket és viszonyszámokat alkalmaztunk. Vizsgáltuk továbbá az értékesítési ár és a takarmány ár, valamint a legfontosabb termelési paraméterek (takarmányfelhasználás, tojástermelés) változásának gazdasági mutatókra gyakorolt hatását. Ehhez egy olyan modellkalkulációt készítettünk, amelyben független (magyarázó) változónak a tojás értékesítési árát, a takarmány árát, az egy tyúkra jutó tojástermelést és a napi takarmányfelhasználást tekintettük. Ezen tényezőktől független fajlagos költségtételeket (állategészségügyi költség, egyéb közvetlen változó költség, személyi jellegű költség, eszközök és tenyészállatok értékcsökkenési leírása, és egyéb költségek) a vizsgálatban állandó költségnek tekintettük, amelyek értékét a Béládi és mtsai (2017) által közölt 2013-2015 évek átlagaként határoztunk meg. A függő változóként a tevékenység

legfőbb gazdasági mutatóit (egy tyúkra jutó jövedelem, önköltség, egy tojásra jutó jövedelem) vizsgáltuk. A kapott eredményeket keresztábrák formájában összesítettük.

Eredmények és azok értékelése

Az input-output árak a termelési mutatókon (hozam, ráfordítás) keresztül meghatározzák az elérhető árbevételt, a termelési értéket, a termelési költséget és a jövedelmet. Az árak alakulását számos tényező befolyásolja, melyek közül meghatározó a piac (kereslet-kínálat), amire a termelőknek gyakorlatilag nincs ráhatása. Ezzel szemben az olyan tényezőkre, mint például a termék jellemzői, a minőség, a tartástechnológia, a méret, a csomagolás, a volumen, vagy a kapcsolatrendszere, különböző mértékben tudnak hatni a termelők. Míg a tojás minőségi paraméterei rövid távon, a felhasznált ráfordítások színvonalával összefüggésben módosíthatók, addig a tartástechnológia, valamint a hozamok és ráfordítások volumene csak hosszabb távon az üzemméret függvényében változtatható.

Az étkezési tojás értékesítési ára és a legfontosabb költségtételt, a takarmányköltséget alakító takarmányárak tendenciájakat tekintve összességében kedvezőtlenül alakultak az elmúlt időszakban (*1. ábra*). A búza, a kukorica és a szója világpiacon árában megfigyelhető változás a takarmányárakban is nyomon követhető. Ezért az alapanyagok árainak jelentős volatilitása igen komoly bizonytalansági tényező a baromfiágazat számára. A tojótáp ára általában 30-50%-kal a gabonaárak felett mozog, követve azok áralakulását. A tojótáp éves átlagára 2010-hez képest (62,2 Ft/kg) 13,4%-kal volt magasabb 2017. első félévében (70,5 Ft/kg), azonban a gazdasági válság és néhány aszályos év miatt kialakuló takarmányár-robbanás következtében 2012 második felében megközelítette, majd 2013 első félévében meg is haladta kilogrammonként a 100 forintot. Az állati-termék előállítás szempontjából azonban kedvező, hogy a takarmány alapanyagok közgazdasági és piaci viszonyainak alakulása 2014 óta kiegyenlített, viszonylag nyugodt, stabil és kiszámítható helyzetet mutat. Sőt, 2016-tól csökkenő tendencia figyelhető meg, aminek eredményeként a takarmánykeverékek árai idén lényegesen (30%-kal) alacsonyabbak voltak, mint 2012 második és 2013 első felében. A prognózisok alapján a következő félévben minimális, 1-3%-os emelkedésre számíthatunk (*Kállay, 2017*).

I. ábra: Az étkezési tojás és a takarmány árváltozása (2010. I. negyedév = 100%)


Forrás: saját számítás AKI PÁIR (2017) és BTT (2017) adatok alapján

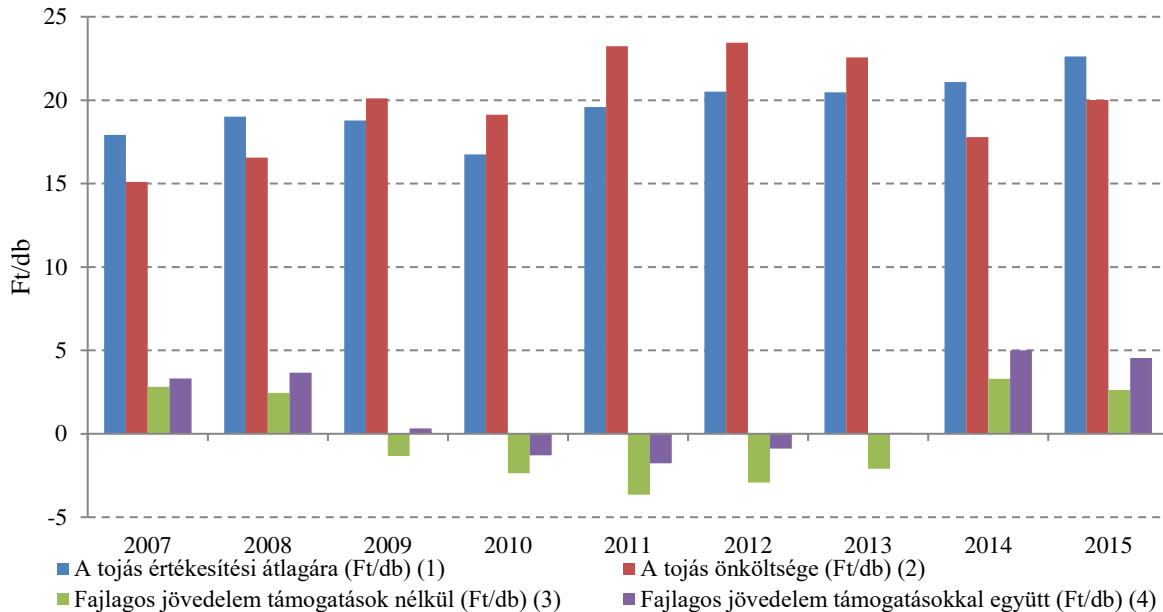
Figure 1: Change in table egg and feed prices (2010. I. quarter = 100%)

(1) change in feed (layer I.) price (%); (2) change in table egg (size M and L, in boxes and trays, brown-shelled, produced in cage) price (%); (3) change in price ratio (feed quantity can be purchased by value of 100 eggs, kg)

A vizsgált időszakban a tojás csomagolóhelyi éves átlagára 17,5 Ft/db-ról 25,4 Ft/db-ra, mintegy 45%-kal növekedett, azonban az egyes években eltérő irányban változott. 2012 januárjától jelentős növekedés figyelhető meg a korábbi évek adataihoz képest. 2012-ben az éves átlagár 24,3 Ft/db volt. Mindez az uniós technológiaváltás következtében visszaesett európai szintű kínálattal magyarázható. Ezt követően azonban, ahogy a technológiaváltás megtörtént, 2013-ban túltermelés alakult ki az EU-ban, aminek következtében az árak folyamatosan csökkenni kezdtek, s év közepére 20 Ft/db alá estek. A 2014-2015-ben tapasztalt kismértékű áremelkedés után 2016-ban ismét hasonló szintre csökkentek az árak. A 2016. év végi és 2017. év eleji európai madárinfluenzajárvány, valamint a 2017 nyarán bekövetkezett uniós fipronil tojásszennyezési ügy következtében visszaesett a termelés Európában. Ennek eredményeként jelenleg az EU-ban és Magyarországon is jelentősen emelkedik a tojás ára. Az AKI PÁIR (2017) adatai szerint a 45. héten – az előző év azonos időszakához képest 84%-kal magasabb – 38,35 Ft/db volt az étkezési tojás csomagolóhelyi ára, amely várhatóan év végéig folytatódik.

A takarmány és a tojás értékesítési ár alakulásának együttes vizsgálatához célszerű az arány alakulását követni. 100 tojás árán vásárolható takarmány átlagos mennyisége évről évre változott, tendenciájában előbb csökkent, majd növekedett a vizsgált időszakban. Míg 2010-ben 28,4 kg tojótápot tudtak vásárolni a termelők 100 darab tojás árán, addig 2011-ben és 2013-ban mindössze 21 kg-ot, majd 2015-ben ismét megközelítette a 28 kg-ot a cserearány értéke. 2017 első félévében az input-output árak kedvező tendenciájának eredményeként ez az arány megközelítette a 35 kg-ot, hasonlóan a 2010 első negyedévi értékhez.

2. ábra: Az étkezési tojástermelés költség-jövedelem helyzete a meghatározó árutermelő gazdaságokban (2007-2015)



Forrás: Béládi és Kertész (2009; 2012), valamint Béládi és mtsai (2017) adatai alapján

Figure 2: Cost and income situation of the table egg production in the determinant producer farms (2007-2015)

(1) average sales price of egg (HUF/egg); (2) unit cost of egg (HUF/egg); (3) unit income without subsidy (HUF/egg); (4) unit income with subsidy (HUF/egg)

A tojáságazat költség- és jövedelemviszonyait az Agrárgazdasági Kutató Intézet teszüzemi adatai alapján jellemezve (2. ábra) megállapítható, hogy amíg egy darab étkezési tojás előállítására 2007-ben 15,1 forintba, addig 2012-ben már 23,4 forintba került, amely 55%-os emelkedést jelent. Az önköltség növekedésének háttérében elsősorban a takarmányok árának emelkedése húzódik meg. A tojástermelés jövedelme 2007 és 2015 között eltérően alakult az egyes években. A vizsgált időszakban 2008-at követően jelentős mértékben visszaesett a tevékenység jövedelme, s csak 2013-ban kezdett ismét növekedni. A tojástermelés 2010 és 2012 között veszteséges volt. Ezt követően 2013-ban a költségek mérséklődése (-6%) következtében az ágazat jövedelmi helyzete javult, de az önköltség még így is magasabb volt az értékesítési áránál, támogatások nélkül veszteséges volt a tevékenység. 2014-ben a költségek további 15%-kal történő csökkenése miatt az ágazat jövedelmi helyzete jelentősen javult, aminek eredményeként tojásonként – támogatások nélkül – 3,3 forint jövedelem volt realizálható. 2015-ben növekedtek a költségek, ezzel együtt az értékesítési árak is, így a termelők támogatások nélkül átlagosan 2,6 Ft/tojás fajlagos jövedelmet értek el.

Azonban a tojástermelőkre is igaz az, hogy a technikai felszereltségben, a szakmai munka színvonalában, valamint ezek eredményeként a hatékonysági mutatókban, illetve az önköltség és a jövedelem alakulásában is jelentős különbségek mutathatók ki. A rosszabb hatékonysági mutatókkal rendelkező üzemek önköltsége akár 50-80%-kal is magasabb lehet, a jobb színvonalon termelőkhöz képest. A különbség oka jellemzően a takarmányokra és az alapanyagokra fordított kiadások, valamint az általános költségek eltérése, melynek háttérében a hatékonyságbeli különbségek állnak (Béládi és Kertész, 2012).

Az 1. táblázatban 2013-2015 közötti időszakra vonatkozóan mutatjuk be az egy tyúkra vetített átlagos költség- és jövedelemadatokat. A három év átlagában 5 795 forint volt a termelési költség tyúkonként és 20 forint tojásonként. Ennek meghatározó részét, 57%-át a takarmányköltség tette ki. Emellett az egyéb közvetlen változó költség 12%, a tenyészállatok értékcsökkenési leírása 10%, a személyi jellegű költség 8%, míg az egyéb költségtételek összesen 13% részarányt képviseltek. A három évben a termelési érték tyúkonként átlagosan 6 738 forint volt, amelynek közel 92%-a az étkezési tojás értékesítéséből származó árbevétel. Egyéb bevételként a támogatás, valamint a trágya és a letojt tyúkok értékesítéséből származó árbevétel jelenik meg. A vizsgált három évben kedvezően alakultak a tojáshozamok, átlagosan 289 db/tyúk érték mutatható ki, amely nagyságrendileg megfelel a Szöllősi (2014) által korábban közölt és modellezett átlagos technológiai színvonalú telep adatának. A termelők által realizálható tyúkonkénti jövedelem átlagosan 943 forint, míg annak fajlagos, egy tojásra jutó értéke 3,26 forint volt. A költségárányos jövedelmezőség (16,3%) alapján is kijelenthetjük, hogy a 2013-2015 közötti időszakban a magyar tojáságazat átlagosan kedvező gazdasági eredményeket realizált.

A modellkalkuláció eredményeként a 2. táblázatban megfigyelhetők a 2016. és 2017. évi értékesítési árak és takarmányárak (ceteris paribus) mellett realizálható gazdasági mutatók. A 2013-2015 közötti évek átlagához (1. táblázat) képest 2016-ban a termelési költség 0,7%-kal, míg a termelési érték 3,8%-kal csökkent. Ennek eredményeként a realizálható jövedelem tojásonként 2,5 forint. 2017-ben folytatódott a takarmányárak csökkenése, viszont a tojás értékesítési ára jelentősebb mértékben emelkedett. Így a termelési költség 6,2%-kal alacsonyabb a 2013-2015 átlagához képest, ezzel szemben a termelési érték 12%-os emelkedést mutat. Ebből adódóan igen jelentős, tojásonként 7,3 forint jövedelem realizálható, amely az ágazatban az elmúlt 20 évben nem volt tapasztalható (3. táblázat).

1. táblázat: Az étkezési tojástermelés költségszerkezete és jövedelme a meghatározó árutermelő gazdaságokban (2013-2015)

Megnevezés (1)	Mértékegység (2)	2013	2014	2015	2013-2015 átlaga (3)
Takarmányköltség (4)	Ft/tyúk (5)	3 400	3 291	3 260	3 317
Állategészségügyi költség (6)	Ft/tyúk	35	50	58	48
Egyéb közvetlen változó költség (7)	Ft/tyúk	1 287	105	754	715
Személyi jellegű költség (8)	Ft/tyúk	460	576	427	488
Eszközök ÉCS (9)	Ft/tyúk	227	319	361	302
Tenyészállatok ÉCS (10)	Ft/tyúk	426	662	618	569
Egyéb költségek (11)	Ft/tyúk	463	363	243	356
Termelési költség összesen (12)	Ft/tyúk	6 298	5 366	5 721	5 795
Tojás értékesítés árbevétele (13)	Ft/tyúk	5 711	6 366	6 472	6 183
Egyéb bevétel (támogatás, trágya, letojított tyúk) (14)	Ft/tyúk	604	512	549	555
Termelési érték összesen (15)	Ft/tyúk	6 315	6 878	7 021	6 738
Jövedelem (16)	Ft/tyúk	17	1 512	1 300	943
Tojástermelés (17)	db/tyúk (18)	279	302	286	289
Fajlagos jövedelem (19)	Ft/tojás (20)	0,06	5,01	4,55	3,26
Költségarányos jövedelmezőség (21)	%	0,27	28,18	22,72	16,27

Forrás: *Béldi és mtsai* (2017) adatai alapján

Table 1: Cost structure and income of the table egg production in the so-called “determinant producer farms” (2013-2015)

(1)description; (2)unit; (3)mean of 2013-2015; (4)feed cost; (5)HUF/hen; (6)cost of animal health; (7)other direct variable cost; (8)labour cost; (9)depreciation of equipments; (10)depreciation of hens; (11)other costs; (12)total production cost; (13)sales revenues of eggs; (14)other revenue (subsidy, manure, spent laying hen); (15)total production value; (16)income; (17)egg production; (18)eggs per hen; (19)unit income; (20)HUF/egg; (21)cost profitability

2. táblázat: Az étkezési tojástermelés költsége és jövedelme 2016-ban és 2017-ben

Megnevezés (1)	Mértékegység (12)	2016	2017
Tojástermelés (2)	db/tyúk (13)	289	
Takarmányfelhasználás (3)	g/tyúk/nap (14)	115	
Takarmány (tojó I.) ára (4)	Ft/kg (15)	78,1	70,5*
Étkezési tojás csomagolóhelyi értékesítési ára (5)	Ft/tojás (16)	20,5	24,2**
Termelési költség (6)	Ft/tyúk (17)	5 755	5 436
Termelési érték (7)	Ft/tyúk (17)	6 480	7 549
Jövedelem (8)	Ft/tyúk (17)	724	2 113
Önköltség (9)	Ft/tojás (16)	19,91	18,81
Fajlagos jövedelem (10)	Ft/tojás (16)	2,51	7,31
Költségarányos jövedelmezőség (11)	%	12,58	38,86

*2017. 1-6. hónap; **2017. 1-9. hónap

Forrás: saját számítás

Table 2: Cost and income of the table egg production in 2016 and 2017

(1)description; (2)egg production; (3)feed consumption (4)feed (layer I.) price; (5)price of table egg at packaging station; (6)production cost; (7)production value; (8)income; (9)unit cost; (10)unit income; (11) cost profitability; (12)unit; (13)egg/hen (14) g/hen/day; (15)HUF/kg; (16)HUF/egg; (17)HUF/hen

A termelési paraméterek (fajlagos hozam és takarmányfelhasználás) különböző állapotokban (ceteris paribus) kalkulálható önköltségek között tojásonként akár 5,6 forint különbség is kimutatható (4. táblázat). Egy magasabb színvonalú telep esetében az önköltség 18-19 Ft/db körül alakulhat, míg kedvezőtlenebb körülmények között a 22-23 Ft/db értéket is meghaladhatja. Utóbbi esetben veszteséges a termelés, vagy legfeljebb nullához közeli jövedelem realizálható (5. táblázat). Ha a napi takarmányfelhasználás tyúkonként 1 grammal nő, az önköltség és a jövedelem tojásonként 0,1 forinttal kedvezőtlenebb. A hozam oldaláról pedig minden egyes plusz tojás 0,07 forinttal csökkenti az önköltséget és emeli a jövedelmet.

3. táblázat: A fajlagos jövedelem alakulása az input-output árak függvényében

Fajlagos jövedelem (Ft/tojás) (1)		Étkezési tojás csomagolóhelyi értékesítési ára (Ft/db) (2)						
		18	20	22	24	26	28	30
Takarmány (tojó I.) ára (Ft/kg) (3)	65	1,91	3,91	5,91	7,91	9,91	11,91	13,91
	70	1,18	3,18	5,18	7,18	9,18	11,18	13,18
	75	0,46	2,46	4,46	6,46	8,46	10,46	12,46
	80	-0,27	1,73	3,73	5,73	7,73	9,73	11,73
	85	-1,00	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00	11,00
	90	-1,72	0,28	2,28	4,28	6,28	8,28	10,28
	95	-2,45	-0,45	1,55	3,55	5,55	7,55	9,55
	100	-3,17	-1,17	0,83	2,83	4,83	6,83	8,83

Forrás: saját számítás

Table 3: Development of the unit income depending on the input and output prices

(1)unit income (HUF/egg); (2)price of table egg at packaging station (HUF/egg); (3)feed (layer I.) price (HUF/kg)

4. táblázat: Az önköltség alakulása a termelési paraméterek függvényében

Önköltség (Ft/tojás) (1)		Tojástermelés (db/tyúk) (2)					
		260	270	280	290	300	310
Takarmány- felhasználás (g/tyúk/nap) (3)	110	21,46	20,67	19,93	19,24	18,60	18,00
	115	22,01	21,19	20,43	19,73	19,07	18,46
	120	22,55	21,71	20,94	20,22	19,54	18,91
	125	23,09	22,24	21,44	20,70	20,01	19,37
	130	23,63	22,76	21,95	21,19	20,48	19,82

Forrás: saját számítás

Table 4: Development of the unit cost depending on the production parameters

(1)unit cost (HUF/egg); (2) egg production (eggs/hen); (3)feed consumption (g/hen/day)

5. táblázat: A fajlagos jövedelem alakulása a termelési paraméterek függvényében

Fajlagos jövedelem (Ft/tojás) (1)		Tojástermelés (db/tyúk) (2)					
		260	270	280	290	300	310
Takarmány- felhasználás (g/tyúk/nap) (3)	110	1,17	1,89	2,55	3,17	3,75	4,29
	115	0,63	1,36	2,05	2,68	3,28	3,83
	120	0,09	0,84	1,54	2,20	2,81	3,38
	125	-0,46	0,32	1,04	1,71	2,34	2,92
	130	-1,00	-0,20	0,54	1,22	1,87	2,47

Forrás: saját számítás

Table 5: Development of the unit income depending on the production parameters

(1)unit cost (HUF/egg); (2) egg production (eggs/hen); (3)feed consumption (g/hen/day)

Következtetések és javaslatok

Az elmúlt 10-15 évben a hazai tojáságazatban jelentős visszaesés volt tapasztalható, amely alapvetően az ágazat versenyképességének csökkenésére vezethető vissza. A vizsgált időszakban az étkezési tojás ára és a takarmányár kedvezőtlenül alakult, amely bizonytalanságot jelent az ágazat számára, hiszen ezen tényezőket a termelők nem tudják befolyásolni. A tojástermelés jövedelme 2007-2015 között eltérően alakult az egyes években. A növekvő költségek miatt 2008-at követően jelentős mértékben visszaesett a tevékenység jövedelme, s csak 2013-ban kezdett ismét növekedni. A tojástermelés 2010 és 2012 között veszteséges volt, de támogatás nélkül 2009-ben és 2013-ban sem fedezte az értékesítési ár az önköltséget. 2014-től viszont a stabil, majd mérsékelten csökkenő takarmányár miatt kedvezően alakult az ágazat gazdasági helyzete, s a termelők által realizált jövedelem is megfelelőnek tekinthető. A modellkalkuláció eredményei alapján az is megállapítható, hogy a takarmányár egy forinttal történő növekedése tojásonként 0,15 forinttal növeli az önköltséget és csökkenti a fajlagos jövedelmet. Ahhoz, hogy a termelés a takarmányárak esetleges jövőbeli szélsőséges változásától függetlenül is jövedelmező legyen, legalább 22 Ft/db értékesítési árra van szükség. Ez a kritikus érték a különböző termelési színvonalú vállalkozások esetében azonban igen eltérően alakulhat, hiszen a termelési paraméterek (fajlagos hozam és takarmányfelhasználás) különböző értékei (ceteris paribus) mellett kalkulálható önköltségek között tojásonként akár 5-6 forint különbség is kimutatható.

Köszönetnyilvánítás

 EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTERIUMA

AZ EMBERI ERŐFORRÁSOK MINISZTERIUMA ÚNKP-17-4-III-DE-368 KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT

Irodalomjegyzék

- AKI PÁIR* (2017): Agrárgazdasági Kutató Intézet Piaci Árinformációs Rendszer. URL: https://pair.aki.gov.hu/web_public/general/home.do
- Béládi K., Kertész R.* (2009): A főbb mezőgazdasági ágazatok költség- és jövedelemhelyzete a testtüzemek adatai alapján 2008-ban. Agrárgazdasági Kutató Intézet. Budapest, pp. 146-147.
- Béládi K., Kertész R.* (2012): A főbb mezőgazdasági ágazatok költség- és jövedelemhelyzete, 2010. Agrárgazdasági Kutató Intézet. Budapest, pp. 126-127.
- Béládi K., Kertész R., Szili V.* (2017): A főbb mezőgazdasági ágazatok költség- és jövedelemhelyzete, 2013-2015. Agrárgazdasági Kutató Intézet. Budapest, p. 136. DOI: 10.7896/ai1704
- BTT* (2017): Baromfi Termék Tanács adatbázisa.
- Csorbai A.* (2017): A piacvezetők részvételi igénye jogos – Az ellentétek feloldására adódna lehetőség. In: Veszélka A. (szerk): Az egység hiánya zsákutca – Érdekelletétek feszülnek a tojásszektorban (körkérdés). Baromfiágazat. 17: (2) p. 60.
- Horn P.* (2008): Új helyzetben a világ élelmiszerellátása. Magyar Tudomány. 2008/09. p. 1108.
- Kállay B.* (2017): Körkép biztató jelekkel. Baromfiágazat. 17: (3) pp. 46-49.
- KSH* (2017): A mezőgazdaság szerepe a nemzetgazdaságban, 2016. Központi Statisztikai Hivatal. Budapest, 2017. május. p. 10. URL: <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mezo/mezoszerepe16.pdf>
- Popp J.* (2013): A baromfiágazat globális helyzete és kilátásai I. Baromfiágazat. 13: (4) pp. 4-11.
- Szöllősi L.* (2014): A hatékonyság szerepe a magyar étkezési tojástermelés jövedelmezőségében. Gazdálkodás. 58: (5) pp. 427-441.
- Szöllősi L., Molnár Sz., Molnár Gy., Horn P., Sütő Z.* (2016): A tojással és annak valódi biológiai értékével kapcsolatos információk disszeminációja avagy lehetőségek a magyar tojástermelők versenyképességének növelésére. Baromfi Termék Tanács. Budapest, p. 17.