



Dominance effects in domestic populations

T. N. Nguyen, H. Nagyné Kiszlinger

Kaposvár University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ABSTRACT

The objective of this study was to provide an extensive discussion about background of the dominance effects connected to animal improvement. Because estimation of dominance effects requires large magnitude of full sibs they are mostly relevant in multipara species (pig, poultry and fish). Genetic evaluations taking into account dominance effects make more precise breeding value estimation possible. Besides, utilization of dominance effects is useful in developing mating schemes. The concept of dominance and its definition as an estimable parameter was introduced several decades ago. Yet because its application is complicated, until recently dominance was not in the central interest of animal breeders contrary to its important role in the genetic evaluation. However, since the software (SAS, PEST, VCE) used for genetic evaluation are extended with new procedures capable estimating this genetic component recent studies showed substantial dominance components for numerous traits justifying the relevance of dominance effects in animal breeding.

(Keywords: dominance, farm animals)

INTRODUCTION

Dominance variance is one of the main features whose properties determine genetic variance. Genetic evaluation in commercial programs nowadays is widely based on BLUP, ensuring unbiased estimates if the full relationship matrix and all data used in selection are included in the evaluation (*Blasco and Toro, 2014*). Selection efficiency also depends on the magnitude of the non-additive variances. An intensive research is now being developed in this area. However, including non-additive effects like dominance effect in the applied models produces further complications. Thus, understanding the basis of dominance effect plays a vital role in the genetic improvement of farm animals. In this article, the conception and research background of the dominance effects were summarized the strategies and methods were reviewed. The challenges and possible developments in future researches were also discussed.

A brief history

The concept of dominance, originally formulated by Gregor Mendel (*Bennett, 1965*) is fundamental to genetics. Though Mendel, "The Father of Genetics", first used the term in the 1860s, it was not widely known until the early twentieth century. The evolution of dominance was proposed initially by *Fisher (1928)* to explain the observed partial or complete dominance of wild-type alleles to the overwhelming majority of deleterious mutations. Nevertheless, *Wright (1929, 1934)* believed that the main explanation for dominance should be based on physiological factors, and selection for modifiers was not a primary force. The theoretical models and empirical experiments suggest that

substantial selection for dominance modifiers exists during the spread of adaptive alleles (Bourguet, 1999). According to Schlager (1974) genetic analysis yielded significant additive and dominance components in the inheritance of systolic blood pressure in mice. The estimates of non-additive components were highly variable but generally small compared to the additive genetic estimates in chicken populations (Silva *et al.*, 1976). Genetic variance estimated from twin data into additive and dominance variances was presented using Falconer's variance component model, which seems to be the least affected by fluctuations in the magnitudes of dominance and environmental variances (Kang *et al.*, 1977). Dominance components were two to four times the magnitude of additive components for dairy characters (Thomas *et al.*, 1985). Mixed models including additive and non-additive genetic effects have been developed (Henderson, 1988; Meyer, 1989; Hoeschele and VanRaden, 1991). Egg production is also influenced by dominance (Fairfull and Gowe, 1990). Dominance influences all genetic parameters related to cross-breeding (Wei *et al.*, 1991a, b). VanRaden (1989), Hoeschele (1991), and Tempelman and Burnside (1991) have reported such estimation of dominance variance for dairy cattle traits. The results on dominance were in good agreement with heterosis and inbreeding depression for these egg production traits and it was described by Ming *et al.* (1993). Varona *et al.* (1999) found that the largest changes after adding the dominance effect to the model were for animals with no own records and having many progenies by a single mate, e.g. dams of a single embryo-transfer batch in cattle. Non-additive genetic effects appear to be of sizeable magnitude for fertility traits and should be included in models intended for estimating additive genetic merit (Palucci *et al.*, 2007). The use of the complete dominance relationship matrix may improve the estimation of additive genetic variances and breeding values in pigs (Dufrasne *et al.*, 2014). Ignoring the dominance resulted in a slight overestimation of permanent environmental effects and these two effects showed partial confounding (Nagy *et al.*, 2014).

Definition

Non-additive genetic variation results from interactions between genes and the most important non-additive genetic effects are those of dominance (Gengler *et al.*, 1998). Dominance effects are caused by interactions of alleles at the same locus and are not directly transmitted from an animal to its progeny (Hoeschele and VanRaden, 1991). The prediction of additive and dominance genetic effects concurrently should allow for a more precise prediction of total genetic merit and breeding value and knowledge of the dominance effect may be beneficial for mate selection programs so that the genetic merit of the progeny can be maximized (Henderson, 1989). However, large populations are required to obtain acceptable accuracies for breeding values (Goddard and Hayes, 2009).

Genetic parameters

Cattle

The estimates of dominance effect and heritability for productive traits of cattle were generally different in magnitude and ranged from very low to moderate (Table 1).

Table 1. Additive and dominance components of reproductive traits in cattle

No.	References	Breed	Data size	Productive traits	Dominance effect	Heritability
1	<i>Allaire et al., 1965</i>	Holsteins	12,631	Milk yield	0.16	0.24
				Fat yield	0.24	0.23
2	<i>Tempelman et al., 1990</i>	Holsteins	60,892	Milk yield	0.06	0.4
				Fat yield	0.24	0.32
3	<i>Tempelman et al., 1991</i>	Holsteins	24,695	Milk yield	0.19	0.39
				Fat yield	0.34	0.43
4	<i>Lawlor et al., 1992</i>	Holsteins	55,641	Milk yield	0.12	0.32
5	<i>Fuerst et al., 1994</i>	SIM_PB_CB	375,093	MY1	0.08	0.18
		SIM_PB	322,166		0.09	0.20
		BVx BS	170,465		0.06	0.15
		SIM_PB_CB	254,441	MY2	0.07	0.15
		SIM_PB	217,310		0.07	0.16
		BVx BS	120,754		0.11	0.13
		SIM_PB_CB	168,744	MY3	0.05	0.17
		SIM_PB	143,865		0.04	0.18
		BVx BS	80,825		0.03	0.18
		SIM_PB_CB	208,857	LPL	0.21	0.13
		SIM_PB	198,483		0.19	0.13
		BVx BS	116,432		0.35	0.13
		SIM_PB_CB	208,857	LFCM	0.26	0.18
SIM_PB	198,483		0.25	0.19		
BVx BS	116,432		0.52	0.13		
6	<i>Miglior et al., 1995</i>	Holsteins	176916	LSCS	0.013	0.165

(5) SIM_PB_CB = Simmental including crossbreds, SIM_PB = pure bred Simmental, and BV x BS = population of Braunvieh and crossbreds of Braunvieh with Brown Swiss; MY1 = milk yield of lactation 1, MY2 = milk yield of lactation 2, MY3 = milk yield of lactation 3; LPL= length of productive life, and LFCM = lifetime production of fat corrected milk; (6) LSCS = lactation mean of somatic cell score for first lactation.

Allaire and Henderson (1965) presented the computed estimates of the dominance effects and heritabilities for first lactation records of milk and fat yields. With advances in the development of effective algorithms for large data sets, Tempelman and Burnside (1990, 1991) and Lawlor (1992) reported considerable dominance effects for the same traits in Holstein Friesian population. The lowest dominance and highest heritability values were found in the study which was based on the biggest dataset (Tempelman and Burnside, 1990). Thus, these significant differences can mainly be due to variances of the data size and an increasing frequency of families with non-additive relationships (three-quarter sibs, full sibs, and clones) and substantial improvement in the available hardware and software allowing the estimation of non-additive genetic variances from large files of field data (Fuerst and Sölkner, 1994).

For lactation traits, levels of dominance were quite constant through the tested breeds, except for the BV x BS data for second lactation, in which dominance was very high. Dominance and heritability estimates were highest (Table 1) in the first lactation among three lactations; estimating the second lactation were equal to or lower than that for third lactation and heritability decreased from first to third lactations (Strandberg, 1991).

Fuerst and Sölkner (1994) reported that dominance variance was important for most lifetime performance traits dominance was definitely higher than additive variance. Particularly, dominance variance was high for both traits and for all breeds especially for the population of Braunvieh and crossbreds of Braunvieh with Brown Swiss (BV x BS) data. Heritability estimates for LPL was unchanged over all breeds (Table 1). Estimates for LFCM for BV x BS were outside of parameter limits because of high standard errors (0.06-0.1) and possible correlations between the genetic variances (VanRaden *et al.*, 1992). McAllister *et al.*, 1990 found significant heterosis for most lifetime performance traits in a crossbred population of Holsteins. Heritability estimated by Miglior *et al.*, (1995) for lactational measures of somatic cell score for first lactation was almost twice as large as the dominance component, but, overall, non-additive genetic variance was low. Accurate estimation of dominance variances is difficult because proportions of variance shared by relatives maybe small and confounded with other genetic or environmental effects (Fuerst and Sölkner, 1994). Inclusion of dominance effects in genetic evaluation models can improve estimation of additive effects and should be considered in breeding programs.

The results of several studies examining fertility traits are presented in Table 2. Dominance variance was equal or larger than heritability for artificial insemination, days open (DO), service period (days between first and last insemination-SP) and service period with an upper bound of 91 days traits (SP91), excepting days open with an upper bound of 150 days trait (DO150) but dominance variance relied clearly on upper bounds. Dominance effect was negligible for DO and DO150, SP and SP91 although its value increased to double with upper bound days (Table 2). Heritability was equal levels for days open, service period and artificial insemination traits (Table 2). Alteration in female reproduction is owing to variations among cow in ability to conceive and that of the embryo to survive. Genetic variation in ability to conceive and in embryonic survival may have been reduced because all cows were fertile as heifers and were successful conceptions themselves (Hoeschele, 1991).

Table 2. Numerous estimates of dominance variance and heritability for reproductive trait of cattle

No.	References	Breed	Data size	Reproductive trait	Dominance effect	Heritability
1	<i>Hoeschele et al., 1990</i>	Holsteins	379,009	DO	0.023	0.02
				DO150	0.005	0.021
				SP	0.014	0.008
				SP91	0.028	0.008
2	<i>Hoeschele, 1991</i>	Holsteins	379,009	DO	0.02	0.02
				AI period	0.01	0.01
3	<i>DeStefano et al., 1992</i>	Cows	400	Mating strategy 1	0.05	0.05
				Mating strategy 2	0.1	0.15
				Mating strategy 3	0.15	0.25
4	<i>Fuerst et al., 1992</i>	Simmental	304,493	CI 1	0.04	0.02
			191,772	CI 2	0.02	0.02
			126,969	CI 3	0.00	0.03
5	<i>Fuerst et al., 1994</i>	SI(all)	354,247	CI1	0.04	0.02
		SI (pure)	304,493		0.04	0.02
		BVx BS	148,105		0.01	0.01
		SI(all)	224,130	CI2	0.02	0.01
		SI (pure)	191,772		0.02	0.02
		BVx BS	99,973		0	0.02
		SI(all)	149,017	CI3	0	0.03
		SI (pure)	126,969		0	0.03
		BVx BS	66,740		0	0.01
6	<i>VanRaden et al., 2006</i>	Cows	1,739,055	Embryo loss	0.028	0.01
7	<i>Palucci et al., 2007</i>	Cattle	486,012(heifers)	AFS	0.14-0.18	0.1-0.21
			507,315(cows)	NRR (heifers)	0.007- 0.019	0.005
				CTFS	0.062-0.073	0.1-0.11
				NRR (cows)	0.006-0.012	0.067-0.14

DO = Days open, DO150 = days open with an upper bound of 150 d, SP = service period (days between first and last insemination), SP91 = service period with an upper bound of 91day, AI = artificial insemination, CI 1 = Calving interval for lactations 1, CI 2= Calving interval for lactations 2, CI 3 = Calving interval for lactations 3; SI (all) =Simmental including crossbreds, SI (pure) =pure bred Simmental, and BV x BS = population of Braunvieh and crossbreds of Braunvieh with Brown Swiss; AFS = age at first service; NRR = non-return-rate; CTFS = interval from calving to first service

Turning to examine three mating strategies were shown by *DeStefano et al.*, (1992) such as mating strategy 1 allocated sires to cows based on predicted specific combining ability (PSCA) among service sires and sires of the cows such that average PSCA was maximized by linear programming, mating strategy 2 were ranked by sire x maternal grandsires (MGS) combination effect and chosen sequentially sequential allocation by specific combining ability (SEQ) and mating strategy 3 were the average PSCA calculated for each MGS over all 10 service sires, to simulate the increase in progeny performance, heritability and the ratio of dominance to phenotypic variance, both showed increasing trend from the first mating strategy to the third one relied on predicted specific combining abilities among sires and maternal grandsires through random mating to avoid inbreeding that do not use specific combining ability.

Fuerst and *Sölkner* (1994) reported about six inbred lines of Holsteins and their reciprocal crosses, the results for calving interval about estimates of heritability computed in the present studies were in agreement with others at three lactation periods. Except for the population of Braunvieh and crossbreds of Braunvieh with Brown Swiss (BV x BS), dominance effect was equal or larger than do heritability and interestingly, equals to zero in term of calving interval 3. Comparison of the three period of lactation, heritability estimates did not decrease except for BV x BS in the third period. However, it has to be noted that, the magnitude of heritability and dominance estimates were all close to zero.

Beckett et al., (1979) concluded that specific gene combinations and the way in which they were assembled can have an important influence on reproductive performance. Non-return rate (NR) at day 70 after first insemination was evaluated as a trait of the embryo loss, which is caused by lethal recessive genes. Heritability estimates for this trait is substantially smaller compared to dominance variance. Dominance genetic variances were greater than heritability for age to first service, heifer non return rate, and interval from calving to first service and found the agreement with the findings of *Miglior et al.*, (1995). *Table 2* showed the results of several models estimating several non-additive genetic variances including dominance (D), additive-by dominance (AD) and dominance-by-dominance (DD), together with the additive genetic variance (A) and the model including only additive genetic effect. Comparing genetic variance estimates between heifer and cow in non-return rate, non-additive genetic variance estimates were similar in value. On the contrary the additive component was much greater for cows than for heifers. The possible reason may be that non-return rate in cows is influenced by other factors that regulate ovarian activity and may have a heritability value greater than that of non-return rate (*Palucci et al.*, 2007). Heritability in the narrow sense (i.e. additive genetic variance to phenotypic variance) was lower when accounting for dominance genetic variances than using an additive animal model. This phenomenon was reported by *Palucci* (2007) in *Table 2*. Whenever gene interactions are omitted from the model their variance gets split between the additive and the residual effect therefore determining the additive effect to be overestimated. The consequences of this study on genetic evaluations for fertility traits, and maybe other traits, are that the ratio of the variance explained by non-additive genetic effects to phenotypic variance appears larger than heritability in the narrow sense for age at first service, heifer non-return rate and calving to first service (*Palucci et al.*, 2007). Ignoring dominance genetic variances may result in additive genetic effects to be overestimated and possibly biased, as seen by comparison of the results in *Table 2* with numerous studies on this issue.

Table 3. Numerous estimates of dominance variance and heritability for confirmative traits of cattle

No.	References	Breed	Data size	confirmative traits	Dominance effect	Heritability	Note
1	<i>Rodríguez et al., 1995</i>	Rhodes	3,992	Birth weight	0.00-0.39	0.31-0.6	
				Birth hip height	0.14-0.53	0.39-0.52	
				205-day weight	0.00-0.56	0.14-0.44	
		McNay	2,877	Birth weight	0.00-0.3	0.39-0.63	
				Birth hip height	0.00-0.33	0.1-0.51	
				205-day weight	0.16-0.27	0.19-0.37	
2	<i>Misztal et al., 1997</i>	Holsteins	600,678	Stature	0.069±0.012	0.453±0.003	
				Strength	0.08±0.007	0.278±0.005	
				Body depth	0.098±0.007	0.345±0.003	
				Dairy form	0.053±0.001	0.234±0.004	
				Rump angle	0.027±0.007	0.345±0.006	
				Thurl width	0.025±0.008	0.254±0.002	
				Rear led set	0.036±0.012	0.187±0.002	
				Foot angle	0.022±0.013	0.122±0.006	
				Fore udder att	0.047±0.007	0.243±0.005	
				Udder height	0.035±0.007	0.228±0.004	
				Udder width	0.034±0.006	0.19±0.003	
				Udder cleft	0.031±0.008	0.179±0.003	
				Udder depth	0.036±0.007	0.301±0.003	
				Front teat	0.029±0.009	0.252±0.003	
3	<i>Gengler et al., 1998</i>	Limousin cattle	215,326	Postweaning gain	0.103±0.014	0.206±0.011	Original contemporary model
					0.184±0.018	0.0195±0.006	Alternative contemporary model

Estimates of dominance variance and heritability together with their standard errors of the eighteen confirmative traits are given in *Table 3*. These results suggest that significant differences existed in the estimates of dominance genetic variance and heritability between Rhodes and McNay lines (*Table 3*). The range of estimates was from low to moderately high. Particularly, the highest estimates of dominance variance were for WW; therefore, this trait is expected to present the largest degree of heterosis (*Willham, 1970*). The lowest estimates of dominance variance were observed for BWT, BH, and WH for both lines. Estimates of dominance variance and heritability were generally higher at the Rhodes herd than at the McNay herd for BWT, BH, and WW (*Tables 3*). These differences could be due to sampling variance only; more records were available at Rhodes and the inverses of the dominance relationship matrices were more dense for the data subsets from this herd, which could have resulted in better estimates of the parameter (*Rodríguez et al., 1995*).

Estimates of dominance and additive variances were obtained for next 14 linear confirmative traits in Holsteins. These traits are scored on a unified scale of one to 50, and have a similar phenotypic standard deviation of about 6.0, thus simplifying comparisons among them (*Thompson et al., 1983*). No clear relationship was found between the estimates of dominance and heritability and, particularly, larger estimates of dominance variances were generally associated with higher additive variances, but that association was weak. (*Misztal et al., 1997*); *Table 3* presents estimates of dominance and heritability variances for the 14 traits are expressed as ratio of the phenotypic variance with the standard deviations. All traits with larger estimates of dominance were strength, body depth, dairy form traits. estimate of dominance variance was highest level for body depth and lowest for foot angle (*Table 3*). For all traits, the dominance variance was, on average, 10 times lower than the heritability. The estimates of the dominance variance are low for some traits but there is a substantial variability for their magnitude.

Another study based on Limousin cattle, estimates of dominance variances were higher than heritability expressed as percentage of the phenotypic variance (*Table 3*) based on alternative contemporary model. The high values may indicate that dominance effect is important for post-weaning gain trait. Results showed the advantage of an individual dominance approach based on sire-dam combinations; therefore, expected gains through the use of specific combination ability as a part of the mating selection criteria for growth might be high (*Gengler et al., 1998*). A potential candidate for such variation in PWG could be the performance differences between males and females. Some changes may happen in estimated breeding values obtained with or without dominance genetic effects in the models. This approach should be superior to using expected heterosis on a breed level in commercial selection because allele interaction is directly modelled on a sire-dam base independently from breed origin (*Gengler et al., 1998*). Use of specific combining ability as described by *Henderson (1989)* might permit the exploitation of the observed dominance variance in commercial situations, upgrading, or purebred populations.

Pigs and rabbits

Dominance and heritability measurements for reproductive traits of pig and rabbit are presented in *Table 4*.

Table 4. Numerous estimates of dominance variance and heritability for reproductive traits of pig and rabbit

No.	References	Animal	Data size	Traits	Dominance effect	Heritability	Model		
1	<i>Culbertson et al., 1998</i>	Yorkshire pig	179,485	NBA	0.022 ± 0.007	0.088±0.0005			
				LWT	0.063 ± 0.009	0.081±0.0011			
2	<i>Ishida et al., 2001</i>	Pig	285	NP	0.2	0.11±0.14			
				NW	0.00	0.05±0.1			
3	<i>Norris et al., 2006</i>	Landrace pigs	26,223	NBA	0.068 ± 0.011	0.103 ± 0.011			
			21,335	LWT	0.019 ± 0.015	0.067 ± 0.009			
			16,370	FI	0.025 ± 0.02	0.020 ± 0.009			
4	<i>Norris et al., 2010</i>	Duroc Pig	10,703	NBA	0.037±0.022	0.084±0.016			
			6,883	LWT	0.015±0.011	0.103±0.017			
			6,881	FI	0.01±0.009	0.018±0.011			
5	<i>Angkuraseranee, 2010</i>	Duroc Pig	1,481	NBA	0.1024	0.1716			
			1,477	BW	0.1625	0.1737			
			1,422	NW	0.0470	0.3720			
			1,421	WW	0.1536	0.1516			
6	<i>Nagy et al., 2013</i>	Rabbit	3,883	NBA	0.118±0.024	0.089±0.01	AD		
					0.117 ±0.024	0.089±0.01	ADF		
					0.05±0.024	0.055±0.01	ADPe		
					0.048 ±0.024	0.055±0.011	ADPeF		
					NBD	0.058 ±0.02	0.02±0.006	AD	
						0.059±0.02	0.02±0.006	ADF	
						0.052±0.024	0.019 ±0.007	ADPe	
						0.053±0.024	0.019 ±0.006	ADPeF	
						TNB	0.152 ±0.028	0.098 ±0.01	AD
							0.152 ±0.028	0.098 ±0.01	ADF
							0.08 ±0.032	0.062 ±0.01	ADPe
							0.081 ±0.032	0.062 ±0.01	ADPeF
7	<i>Nagy et al., 2014</i>	Rabbit	11,582	NBA	0.048±0.008	0.094±0.018	single-trait		
					NBD	0.037±0.01	0.068±0.006		
					TNB	0.117±0.018	0.005±0.007		
					NBA	0.046 ±0.007	0.085 ±0.015	two-trait	
			NBD	0.065 ±0.006	0.029 ±0.011				

NBA = number born alive, LWT = 21-d litter weight, NP= the number of piglet born in total, NW = number weaned, FI = interval between parities, BW = birth weight; WW = weaning weight, NBD = number of kits born dead; TNB = total number of kits born, AD = model with additive and dominance effects; ADPe = model with permanent environmental, additive, and dominance effects; ADF= model with additive, dominance, and inbreeding (doe and litter) effects; ADPeF = model with permanent environmental, additive, dominance, and inbreeding (doe and litter)

All variances are expressed as a ratio of the phenotypic variance. Estimates of dominance variance were moderate and lower than additive variance for NBA and LWT on pig. According to *Norris et al.* (2006), the proportion of phenotypic variance accounted for by dominance effects for farrowing interval was larger than the heritability of additive effects for this trait, indicating the importance of dominance effects on this trait, although according to the study of *Norris et al.* (2010), dominance variance were lower than additive variance. This could be due to the small data size and the standard errors were large for the observed estimates especially the dominance. However, a simulation study by *Norris et al.* (2002) revealed that even when the data set is small, as long as the magnitude of the dominance genetic variance is large, dominance genetic variances can be estimated with relatively good accuracies. Estimating the additive and dominance genetic variances for birth weight (BW), number weaned (NW), and weaning weight (WW) substantial magnitudes were found. For the number of piglet born in total trait, the narrow-sense heritability was smaller than dominance in the minor level. These ratios of the variance because of dominance effects were also not statistically significant largely due to the large standard errors. The results suggest that dominance genetic effects affect expression of the traits studied. Several authors (*Hoeschele*, 1991; *Fuerst and Sölkner*, 1994) indicated that non-additive genetic variance could be relatively important in fertility traits since these traits show low additive genetic variance.

The estimated variance components based on rabbit data is presented in *Table 4*. Additive, dominance, and permanent environmental variance components were estimated for the number of kits born alive, number of kits born dead, and total number of kits born of a synthetic rabbit line (called Pannon Ka). Using the models without and with dominance components such as AD, model with additive and dominance effects; ADPe, model with permanent environmental, additive, and dominance effects; ADF, model with additive, dominance, and inbreeding (doe and litter) effects; ADPeF, model with permanent environmental, additive, dominance, and inbreeding (doe and litter) effects it was found that heritability estimates were low for all traits (NBA, NBD, and TNB). The examined traits were evaluated using single-trait and two-trait (number of kits born alive-dead) animal models containing all or part of the following effects: additive genetic effects, permanent environmental effects, dominance effects (*Nagy et al.*, 2014). Results showed that the dominance components for number born alive (NBA), number of kits born dead (NBD) and total number of kits born (TNB) were smaller or larger than heritability and various levels among the different models with the dominance effects (*Table 4*). Ignoring the dominance resulted in a slight overestimation of permanent environmental effects and these two effects showed partial confounding (*Nagy et al.*, 2013). Accuracy of genetic evaluations could be increased when dominance genetic effects are considered in the model of evaluation (*deBoer and Van Arendonk*, 1992; *Misztal*, 1997; *VanRaden et al.*, 1992; *Johansson et al.*, 1993). These findings justify including dominance effects in models of litter size traits in populations that reveal significant dominance relationships.

Table 5. Numerous estimates of dominance variance and heritability for growth traits of pig

No.	References	Breed	Data size	Traits	Dominance effect	Heritability	Note	
1	Lutaaya et al., 2001	Landrace	6,022	LDG	0.39	0.51	line A	
			24,170		0.16	0.38	line B	
			6,135		0.29	0.29	line C	
2	Culbertson et al., 1998	Yorkshire	239,354	DAYS	0.103 ±0.015	0.332±0.04		
				BF	0.048±0.007	0.436±0.09		
3	Ishida et al., 2001	Landrace	1,528	BL	0.19	0.38±0.07		
				HG	0.16	0.16±0.06		
				CC	0.26	0.28±0.07		
				WH	0.28	0.32±0.08		
				CD	0.1	0.04±0.03		
				SW	0.03	0.21±0.05		
				CW	0.18	0.07±0.04		
				HW	0.39	0.18±0.08		
				HH	0.19	0.42±0.07		
				DG	0.9	0.09±0.41		
				567	BWS	0.00	0.05±0.07	
					CWT	0.00	0.12±0.08	
					CL	0.00	0.5±0.11	
					CWD	0.01	0.26±0.1	
					BLI	0.24	0.32±0.14	
					BLII	0.09	0.31±0.11	
					PS	0.13	0.09±0.09	
	PH	0.47	0.07±0.15					
	MLA	0.49	0.32±0.2					
	MLL	0.00	0.21±0.09					
	MLW	0.00	0.2±0.09					
	ABF	0.28	0.33±0.15					
	AGF	0.53	0.47±0.21					
	KFW	0.29	0.44±0.16					
	NVT	0.14	0.19±0.1					
4	DufRASne et al., 2014	Piétrain × Landrace	22,197	Body weight	0.22 - 0.4	0.19 - 0.42	Model 2	
					0.05 - 0.11	0.31 - 0.53	Mode 3	

LDG = lifetime daily gain; Days = days to 104.5 kg; BF = back fat at 104.5 kg; BL = body length; HG = Heart girth; CC = cannon circumference; WH = withers height; CD = chest depth; SW = shoulder width; CW = chest width; HW = hip width; HH = hip height; DG = average daily gain; BWS = body weight before slaughter; CWT = cold carcass weight; CL = carcass length; CWD = carcass width; BLI = black loin I; BLII = back loin II; PS = percentage of shoulder weight; PH = percentage of ham weight; MLA = M. longissimusthoracis area; MLL = M. longissimusthoracis length; MLW = M. longissimusthoracis weight; ABF = average back fat thickness; AGF = average M. gluteus medius back fat thickness; KFW = kidney fat weight; NVT = the number of Vertebrae thoracicae.

Studies analyzing growth traits of pig presented in *Table 5*. Data on lifetime daily gain from two purebred lines A, B, and their reciprocal crosses C were used to estimate dominance variance and heritability. The ratio of parental dominance to phenotypic variance was moderate for lines A, B, and C. These ratios are very large, suggesting that the parental dominance variance may be inflated and may also contain other variances, including full-sib environmental variances and non-additive variances other than dominance (*Lutaaya et al.*, 2001). However, the dominance variation should be accounted for lifetime daily gain. Heritability estimates for purebred lines were different to those for the crossbred line. Estimates of heritability for purebred lines obtained were generally higher than dominance effect, whereas both genetic parameters have the same ratio in the crossbred line. Animals ranked best as purebred are not necessarily breeding the best crossbreds (*Lutaaya et al.*, 2001). Estimates dominance variance and heritability were obtained for days to 104.5 kg (DAYS), and back fat at 104.5 kg (BF). All variances are expressed as a ratio of the phenotypic variance. Estimates of dominance variance were small magnitude for DAYS and BF. Dominance variance for DAYS and BF were estimated to be less than the additive variance in the narrow sense. Although the dominance variance for DAYS would seem large, similar results were found for growth traits in beef cattle (*Gengler et al.*, 1997). The results indicate that dominance effects may be important for reproductive and growth traits in swine. The amount of dominance variance varied among traits. It is not surprising because the variance depends largely on gene frequencies at loci concerned and changes during selection (*Ishida et al.*, 2001). However, the degree of dominance variances for chest depth (CD), chest width (CW), hip width (HW), average daily gain (DG), percentage of shoulder weight (PS), percentage of ham weight (PH); M. longissimus thoracis area (MLA); average M. gluteus medius back fat thickness (AGF) are greatly higher than that of heritability. Dominance effects could not be detected body weight before slaughter (BWS), cold carcass weight (CWT), carcass length (CL), M. longissimusthoracis length (MLL), M. longissimusthoracis weight (MLW), although the number of the piglet born in total (NP) and body length (BL) were affected. It appears necessary to consider the dominance effects in genetic evaluation of the selected lines. *DufRASNE et al.*, (2014), estimated the dominance variance for repeated live BW records in a crossbred population of pigs from 50 to 210 d of age. Three single-trait random regression animal models were used: Model 1 without parental subclass effect, Model 2 with parental subclasses considered unrelated, and Model 3 with the complete parental dominance relationship matrix. Dominance variance was computed as 4 times the estimated parental subclass variance. Results presented that dominance effects exist for growth traits are reasonably smaller than heritability. Therefore, genetic variability in the studied population remains quite large and could explain the large heritability estimates for this population (*DufRASNE et al.*, 2014). Estimated heritability and dominance effect in model 2 appeared to be lower compared with Model 3. Results of this study also showed that dominance variance

exists for pig growth traits and that inclusion of dominance effects in genetic evaluation models is possible and will improve estimation of additive breeding values.

Poultry and fish

Table 6.

Numerous estimates of dominance variance and heritability for growth traits of poultry and fish

No.	References	Animal	Data size	Traits	Dominance effect, %	Heritability	Note
1	<i>Rye et al., 1998</i>	Salmon	58,920	Body weight	0.087	0.074	
			62,161		0.054	0.063	
			55,251		0.016	0.129	
			51,969		0.027	0.047	
2	<i>Mielenz et al., 2006</i>	Quails	7,934	BW42f	0.46±0.05	0.33±0.03	Line 1
				BW200f	0.09±0.04	0.38±0.03	
				BW42m	0.44±0.05	0.50±0.03	
				BW200m	0.21±0.08	0.49±0.04	
			7,214	BW42f	0.35±0.05	0.38±0.03	Line 2
				BW200f	0.001±0.02	0.38±0.04	
				BW42m	0.28±0.04	0.55±0.03	
				BW200m	0.23±0.08	0.52±0.04	
3	<i>Gallardo et al., 2010</i>	Salmon	11,833	Harvest weight	0.19	0.21	Even population
			10,327		0.06	0.37	Odd population

BW42f = the body weight of 42-day-old females; BW200f = body weight at an age of 200 days females; BW42m = the body weight of 42-day-old males; BW200m = body weight at an age of 200 days males

Dominance genetic variance and heritability estimates for growth traits of poultry and fish are summarized in *Table 6*. These traits were examined in numerous studies. Dominance genetic variance was smaller than additive genetic variance, except one population of 58,920 records where dominance variance was larger than additive genetic variance. The magnitude of dominance genetic variance and their effected the estimates of heritability found in this study encouraged significantly that dominance genetic variance should be considered in genetic evaluations for growth traits in salmon. Furthermore, estimates of heritability from models ignoring non-additive genetic effects were strongly biased upwards, illustrating a significant confounding between additive and non-additive genetic effects (*Rye et al., 1998*). Substantial reduction in the heritability estimates by including dominance effects in the model was previously reported for egg production traits in poultry (*Wei and van der Werf, 1993*). Ignoring non-additive genetic effects will likely have greater undesirable consequences in salmon than in cattle, as salmon populations have a higher level of average non-additive genetic relationships (*Rye et al., 1998*).

The estimated heritability and dominance genetic variance values of the body weight of 42-day-old females (BW42f), body weight at an age of 200 days females (BW200f), the body weight of 42-day-old males (BW42m), body weight at an age of 200 days males (BW200m), a total of 7,934 records for line 1 and 7,214 records for line 2 from 21 generations are shown in *Table 6*. The estimates are similar in both lines. The calculated values are high BW42m and BW200m, medium for BW42f and slight for BW200f. The magnitude of heritability was higher than for a larger parental dominance variance (*Table 6*). Surprisingly, high estimates of dominance values were reported for the body weight at an age of 42 days for both lines. This may be because of the fact that unknown environmental effects influenced on the early growth rate of the quails; a second explanation for the overestimation mentioned above may be the fact that the parental dominance variance includes maternal, common environmental and epistatic variances; and last but not least, a third reason might be the insufficient amount of data (*Mielenz et al., 2006*). Any estimation of the dominance variance requires much larger data sets than an estimation of the additive variance (*Misztal et al., 1997*). Additionally, the high dominance variance estimates for BW may be due to the change of the allele frequencies caused by the selection of the egg weight over more than 20 generations (*Mielenz et al., 2006*). Using the dominance model to get a more precise estimation of heritability in a narrow sense should be applied.

Heritability and dominance genetic variance on harvest weight in two populations of *Oncorhynchus kisutch*, forming two classes such as odd and even-year spawners were also estimated. A high heritability for harvest weight was estimated in both populations but heritabilities decreased to even and odd populations moderately. Interestingly, the magnitude of the dominance variance was significantly decreased in both populations. In fact, the magnitude of these effects may be very different in different populations. However, ranking of the 30 best males and the 100 best females per generation changed when a high dominance variance was estimated, as was the case in one of the two populations (even) and dominance and common environmental variance may be important components of variance in harvest weight in *O. kisutch*, thus not including them may produce an overestimation of the predicted response; moreover, genetic evaluation was seen to be partially affected, since the ranking of selected animals changed with the inclusion of non-additive effects in the animal model (*Gallardo et al., 2010*).

The estimates of dominance variance and heritability for egg production traits are presented in *Table 7*. These traits were examined egg number (EN) produced at 18 to 25 (EN1), 26 to 65 (EN2), and 18 to 65 week of age (EN3); egg weight (EW) measured at 30 to 35 (EW1) and 40 to 45 week (EW2); and egg specific gravity (ESG) measured at 30 to 35 (ESG1) and 40 to 45 week (ESG2); egg production at an age of 42 to 200 days (EN200); average egg weight for the first 11 weeks of their laying season (EW1); the average egg weight from weeks 12 to 23 (EW2). Within three White Leghorn lines, estimates for dominance variance and heritability were similar. The heritability estimates were moderately high and mostly higher than the proportion of dominance variance compared to the total phenotypic variance. However, the proportion of dominance variance was larger than the heritability for EN3 (line 3) and the dominance estimates were also obtained in low level for all traits. The approximate standard errors for genetic estimates were small laying hens because in poultry the proportion of full sibs is high enough to detect dominance relationships precisely. Significant dominance variation was found for all egg production traits, especially egg number (*Wei et al., 1993*).

Table 7.

Numerous estimates of dominance variance and heritability for reproductive traits of poultry

No.	References	Animal	Data size	Traits	Dominance effect, %	Heritability
1	<i>Wei et al., 1993</i>	Poultry	6001 (line1)	EN1	0.11±0.046	0.52±0.057
				EN2	0.15±0.055	0.35±0.051
				EN3	0.15±0.051	0.36±0.058
				EW1	0.01±0.045	0.55±0.056
				EW2	0.06±0.038	0.63±0.048
				ESG1	0.08±0.046	0.31±0.043
				ESG2	0.01±0.042	0.39±0.048
				12610 (line2)	EN1	0.1±0.054
			EN2	0.2±0.06	0.28±0.039	
			EN3	0.18±0.057	0.35±0.04	
			EW1	0.07±0.04	0.41±0.047	
			EW2	0.02±0.046	0.52±0.039	
			ESG1	0.11±0.054	0.34±0.04	
			ESG2	0.05±0.053	0.4±0.039	
			10038 (line3)	EN1	0.19±0.055	0.33±0.048
				EN2	0.11±0.46	0.15±0.031
				EN3	0.16±0.05	0.12±0.031
				EW1	0.13±0.053	0.38±0.048
				EW2	0.04±0.046	0.48±0.049
				ESG1	0.13±0.049	0.33±0.043
				ESG2	0.05±0.044	0.32±0.037
				2	<i>Misztal et al., 2000</i>	Laying hen
EN2	0.10-0.14	0.19				
EN3	0.01-0.08	0.14-0.18				
EW	0.08	0.64-0.65				
SS	0.13-0.14	0.23-0.24				
3	<i>Mielenz et al., 2006</i>	Quails	7934 (line 1)	EN200	0.07±0.08	0.32±0.05
				EW1	0.22±0.08	0.56±0.02
				EW2	0.17±0.07	0.44±0.03
			7214 (line 2)	EN200	0.12±0.11	0.16±0.05
				EW1	0.06±0.06	0.54±0.05
				EW2	0.45±0.12	0.24±0.06

EN1, EN2, and EN3 = transformed egg numbers produced between 18 and 25, 26 and 65, and 18 and 65 week of age; EW1 and EW2 = egg weights measured at 30 to 35 and 40 to 45 week; ESG1 and ESG2 = egg specific gravities measured at 30 to 35 and 40 to 45 week; (2)EN1 = eggs laid between 19 and 25 weeks; EN2 = 26 and 38 weeks; EN3 = 26 and 54 weeks; EW = egg weigh; SS = shell strength; (3) EN200 = egg production at an age of 42 to 200 days; EW1 = average egg weight for the first 11 weeks of their laying season; EW2 = the average egg weight from weeks 12 to 23;

Estimates of dominance variance and heritability for five egg traits on 26265 laying hens were shown in *Table 7*. A model for estimation of dominance variance should also include the full-sib or a similar effect, provided the data set is large (*Misztal et al., 2000*). The estimates of the dominance variances heritability were changed slightly for the models on the group includes the number of eggs laid between 19 and 25 weeks (EN1), 26 and 38 weeks (EN2), and 26 and 54 weeks (EN3), the egg characteristic traits were average egg weight (EW) and shell strength (SS), both measured between 38 and 54 weeks of age. Three reasons may explain such a confounding. The first one is the low variability of EN2. This trait corresponds to the egg production during the peak period, when the lay intensity, above 90%, is approaching the biological limit of one egg per day per hen; the second reason is related to the mating structure, which is mainly hierarchical, and the last one, but not the least, is an insufficient amount of data (*Misztal et al., 2000*).

This study estimates the dominance variance and heritability for egg production traits of two lines of quails from a long-term selection. For 1,717 records (line 1) and 1,671 records (line 2) at the age of 42 to 200 days (EN200), on the average egg weight for the first 11 weeks of their laying season (EW1), on the average egg weight from weeks 12 to 23 (EW2), and on their body weight at an age of 200 days (BW200f). For on the average egg weight for the first 11 weeks of their laying season, the heritability values were similar but the dominance variances were different. For the first line, the respective ratio of the dominance variance to the phenotypic variance for EN200, EW1, EW1 were larger than those of the values for the second line. The estimated h^2 values for lines 1 and 2 from dominance models were smaller than those from the additive model. The differences between the heritability estimates were higher than dominance variance. The results were in accordance with reports for the egg production trait for chickens (*Wei and Van der Werf, 1993; Mielenz et al., 2003*). According to *Wei and Van der Werf (1993)*, any resemblance between relatives is partly due to dominance effects. Since the highest standard error was calculated for this estimated value (*Table 7*), the small sample size might be one explanation for the partial overestimation of dominance ratios of the egg weight trait (*Mielenz et al., 2006*). Therefore, it is reasonable to expect the existence of dominance variance for the egg weight as well.

CONCLUSION

Based on the numerous studies it can be concluded that dominance effects are important and should be included in animal models in the course of breeding value estimation. Neglecting dominance effects results in confounding that is the dominance effects will appear in other random effects such as additive genetic effects or permanent environmental effects thus breeding value estimation becomes less precise. However it has to be kept in mind that precise estimation of dominance effect requires large datasets and large number of full sibs.

REFERENCES

- Allaire F.R., Henderson C.R. 1965. Specific combining abilities among dairy sires. *J. Dairy Sci.*, 48. 1096–100.
- Angkurasanee T. 2010. Estimation of additive and dominance variance for reproductive traits from different models in Duroc purebred. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 32.1–3.

- Beckett R.C., Ludwick T.M., Rader E.R., Hines H.C., Pearson R. 1979. Specific and general combining abilities for production and reproduction among lines of Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, 62:613-7.
- Bennett J.H. 1965. Experiments in plant hybridisation by G Mendel. London: Oliver & Boyd.
- Blasco, A., Toro, M.A. 2014. A short critical history of the application of genomics to animal breeding. *Livestock Science*, 166, 4–9. doi:10.1016/j.livsci.2014.03.015
- Bourguet, D. 1999 . The evolution of dominance. *Heredity*, 83 1, 1–4. doi:10.1038/sj.hdy.6885600
- Culbertson M.S., Mabry J. W., Misztal I., Gengler N., Bertrand J.K., Varona L. 1998. Estimation of dominance variance in purebred Yorkshire swine. *J. Anim. Sci.*, 76. 448–451.
- Deboer I.J.M., Van Arendonk J.A.M., 1992. Prediction of additive and dominance effects in selected and unselected populations with inbreeding. *Theor. Appl. Genet.*, 84. 451–459.
- Destefano A.L., Hoeschele I. 1992. Utilization of Dominance Variance Through Mate Allocation Strategies. *J. Dairy Sci.*, 75. 1680–1690.
- DufRASNE M., Faux P., Piedboeuf M., Wavreille J., Gengler N. 2014. Estimation of dominance variance for live body weight in a crossbred population of pigs. *J. Anim. Sci.*, 92. 4313–8.
- Fairfull, R.W., R.S. Gowe. 1990. In: R. D. Crawford Ed. *Poultry Breeding and Genetics*. p 705. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Fisher R.A. 1928. The possible modification of the response of the wild type to recurrent mutations. *Am. Nat.*, 62. 115–126.
- Fuerst C., Sölkner J. 1994. Additive and nonadditive genetic variances for milk yield, fertility, and lifetime performance traits of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 77. 1114–25.
- Gallardo J.A, Lhorente J.P., Neira R. 2010. The consequences of including non-additive effects on the genetic evaluation of harvest body weight in Coho salmon *Oncorhynchus kisutch*. *Genet. Sel. Evol.*, 42.19.
- Gengler N., Misztal I., Bertrand J. K., Culbertson M. S. 1998. Estimation of the dominance variance for postweaning gain in the U . S . Limousin population. *J. Anim. Sci.*, 76.2515–2520.
- Goddard M.E., Hayes B.J. 2009. Mapping genes for complex traits in domestic animals and their use in breeding programmes. *Nat. Rev. Genet.*, 10. 381–391.
- Henderson C.R. 1988. Theoretical basis and computational methods for a number of different models. *J. Dairy Sci.*, 71-1.
- Henderson C.R. 1989. Prediction of merits of potential matings from sire-maternal grandsire models with nonadditive genetic effects. *J. Dairy Sci.*, 72. 2592-2605.
- Hoeschele I., Vanraden P.M. 1991. Rapid inversion of dominance relationship matrices for noninbred populations by including sire by dam subclass effects. *J. Dairy Sci.*, 74. 557-69.
- Hoeschele I. 1991. Additive and nonadditive genetic variance in female fertility of Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 74:1743-1752.
- Johansson, K., Kennedy, B.W., Quinton, M., 1993. Prediction of breeding values and dominance effects from mixed models with approximations of the dominance relationship matrix. *Livest. Prod. Sci.* 34, 213-223.
- Ishida T., Kuroki T., Harada H., Fukuhara R. 2001. Estimation of Additive and Dominance Genetic Variances in Line Breeding Swine. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, 14. 1–6.

- Kang K.W., Corey L.A., Evans M.M., Christian J.C., Norton J. A. 1977. Dominance and environmental variances: their effect on heritabilities estimated from twin data. *Human heredity*, 27 1 , 9–21.
- Lutaaya E., Misztal I., Mabry J.W., Short T., Timm H.H., Holzbauer R. 2001. Genetic parameter estimates from joint evaluation of purebreds and crossbreds in swine using the crossbred model. *J. Anim. Sci.*, 79. 3002–7.
- Lawlor T.J., Shortt. H., Vanradenp. M. 1992. Estimation of nonadditive genetic variation for milkproduction within Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 75. 249. Abstr.
- Mäki-Tanila A. 2008. An overview on quantitative and genomic tools for utilising dominance genetic variation in improving animal production. *Agr.Food Sci.*, 16. 188–198.
- Mcallister A.J., EEA.J.,Batrat.R., Linc.Y.,Royg. L.,Vesely J.A.,Wauthy J.M.,Winterk.A. 1990. Additive and non-additive genetic effects on lifetime performance traits of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 73. 232. Abstr. .
- Meyer K. 1989. Restricted maximum likelihood to estimate variance components for animal models with several random effects using a derivative-free algorithm. *Genet. Sel. Evol.*, 21.317.
- Mielenz, N.; Kovac, M., Groeneveld, E.; Preisinger, R.; Schmutz, M.; Schüler, L. 2003. Genetic Evaluation of egg production traits based on additive and dominance models in laying hens. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 46, 77–84
- Mielenz, N., Noor, R.R., Schüler, L. 2006. Estimation of Additive and Non-Additive Genetic Variances of Body Weight , Egg Weight and Egg Production for Quails *Coturnix coturnix japonica* with an Animal Model Analysis. *Arch. Tierz. Dummerstorf*, 49 . 300–307.
- Miglior F., Burnsidee. B., Dekkersc.M. 1993. Effect of inbreeding on somatic cell counts in Holstein cattle.*J. Dairy Sci.* 76. 238. Abstr.
- Miglior F., Improvement G., Guelph G. 1995. Nonadditive Genetic Effects and Inbreeding Depression for Somatic Cell Counts of Holstein Cattle. *J. Dairy Sci.*,78. 1168–1173.
- Ming, W., Werf, J.H.J. Van Der. 1993. Animal Model Estimation of Additive and Dominance Variances in Egg Production Traits of Poultry , 57–65.
- Misztal I., Besbes B. 2000. Estimates of parental-dominance and full-sib permanent. *Anim. Sci.*, 71. 421–426.
- Misztal I., Lawlor T., Gengler N. 1997. Relationships among estimates of inbreeding depression, dominance and additive variance for linear traits in Holsteins. *Genet. Sel. Evol.*, 29. 319–326.
- Nagy I., Gorjanc G., Curik I., Farkas J., Kiszlinger H., Szendrő Z. 2013. The contribution of dominance and inbreeding depression in estimating variance components for litter size in Pannon White rabbits. *J. Anim. Breed. Genet.*, 130. 303–11.
- Nagy I., Farkas J., Curik I., Gorjanc G., Gyovai P., Szendrő Z. 2014. Estimation of additive and dominance variance for litter size components in rabbits. *Czech J. Anim. Sci.*, 59. 182–189.
- Norris D., Mao I.L. Coetzee R.J. 2002. Effect of population structure and underlying magnitude of dominance genetic effects on the estimation of additive and dominance genetic variances. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 32.353–357.
- Norris D., Varona L., Visser D.P., Theron H.E., Voordewind S.F. 2006. Estimation of the additive and dominance variances in South African Landrace pigs. *S. Afr. J. Anim. Sci.*,36. 261–268.

- Norris D., Varona L., Ngambi J.W., Visser D.P., Mbajjorgu C.A., Voordewind S.F. 2010. Estimation of the additive and dominance variances in SA Duroc pigs. *Livest. Sci.*, 131. 144–147.
- Palucci V., Schaeffer L.R., Miglior F., Osborne, V. 2007. Non-additive genetic effects for fertility traits in Canadian Holstein cattle. *Genet.Sel. Evol.*, 39. 181–93.
- Rodríguez-Almeida F.A., Van Vleck L.D., Willham R.L., Northcutt S.L. 1995. Estimation of non-additive genetic variances in three synthetic lines of beef cattle using an animal model. *J.Anim. Sci.*, 73. 1002–11.
- Rye M., Mao I.L. 1998. Nonadditive genetic effects and inbreeding depression for body weight in Atlantic salmon *Salmo salar* L. *Livest. Prod. Sci.*, 57. 15–22.
- Schlager G. 1974. Selection for blood pressure levels in mice. *Genetics*, 76. 537-49.
- Silva M.A., Berger P.J., Nordskog A. W. 1976. On estimating non-additive genetic parameters in chickens. *British poultry Sci.*, 17. 525–38.
- Strandberg E. 1991. Breeding for lifetime performance in dairy cattle. Ph.D. Diss., Swedish Univ. Agric.Sci., Uppsala, Sweden.
- Tempelman R.J., Burnside E.B. 1990. Additive and Nonadditive Genetic Variation for Production Traits in Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 73. 2206–2213.
- Tempelman R.J., Burnside E.B. 1991. Additive and dominance genetic variation for dairy production traits under an animal model. *J. Anim. Breed. Genet.*, 108. 330–342.
- Thomas C.L., Vinson W.E., Pearson R.E., Norman H.D. 1985. Components of genetic variance and covariance for linear type traits in Jersey cattle. *J. Dairy Sci.*, 68. 2989–94.
- Thompson J.R, Lee K.L, Freeman A.E, Johnson L.P. 1983. Evaluation of a linearized type appraisal system for Holstein cattle. *J Dairy Sci* 66, 325-331
- Vanraden, P.M. 1989. Estimates of nonadditive genetic variation for milk and fat yields of Holsteins. *J. Dairy Sci.* 72. 59. Abstr.
- Vanraden P.M., Lawlor T.J., Short T.H., Hoeschele I., 1992. Use of reproductive technology to estimate variances and predict effects of gene interactions. *J. Dairy Sci.* 75, 2892–2901.
- Vanraden P.M., Miller R.H. 2006. Effects of nonadditive genetic interactions, inbreeding, and recessive defects on embryo and fetal loss by seventy days. *J. Dairy Sci.* 89. 2716–21.
- Varona, L., MISZTALI. 1999. Prediction of parental dominance combinations for planned matings. methodology and simulation results. *J. Dairy Sci.*, 82. 2186-2191.
- Wei M., Van Der Steenh.A.M., Van Der Werfj.H.J., Brascampe. W. 1991a . Relationship between purebred and crossbred parameters. *J. Anim. Breed. Genet.*, 108.253.
- Wei M., Van Der Werfj.H.J., Brascamp E. W. 1991b . Relationship between purebred and crossbred parameters. *J. Anim. Breed. Genet.* 108:262.
- Wei M., Van Der Werf J.H. 1993. Animal model estimation of additive and dominance variances in egg production traits of poultry. *J. Anim. Sci.*, 71.57–65.
- Wilkie A.O.M. 1994. The molecular basis of genetic dominance. *J. Med. Genet.*, 31. 89–98.
- Willham R.L. 1970. Genetic consequences of crossbreeding. *J. Him. Sci.*, 30.690.
- Wright S. 1929. Fisher's theory of dominance. *Am. Nat.*, 63.274–279.
- Wright S. 1934. Physiological and evolutionary theories of dominance. *Am. Nat.*, 67. 24–53.

Corresponding author (*levelezési cím*):

Nagyné Kiszlinger Henrietta

Kaposvár University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences

H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

Tel.: 36-82-505-800

e-mail: kiszlinger.henrietta@ke.hu



Estimating dominance effects and inbreeding depression of carcass traits in Pannon White rabbits

I. Nagy, B. Czakó, V. Ács

Kaposvár University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ABSTRACT

Authors analyzed the slaughter records of 527 Pannon White rabbits. These records were collected in the course of three experimental slaughters conducted in 2013, 2014 and 2015, respectively. The examined traits were: weight of thigh fillet (THIGHW), dressing out percentage (DoP) (calculated as the ratio of the chilled carcass weight and live body weight at slaughter), hind part percentage (HIND%) (compared to the reference carcass) and weight of perirenal fat (FATW). Genetic parameters were estimated using basic and extended (with dominance effects) single trait animal models using the REML procedure. Inbreeding depressions for the examined traits were determined by the BLUP procedure. Applying the basic model, heritability estimates were moderate for THIGHW (0.18 ± 0.07), DoP (0.19 ± 0.06) and for HIND% (0.23 ± 0.07). On the contrary, high heritability was estimated for FATW (0.68 ± 0.08). Extending the models with dominance effects the heritabilities did not change except for FATW (0.59 ± 0.16). According to these results the estimated dominance effects were practically zero for THIGHW, DoP and HIND% and moderate for FATW (0.16 ± 0.06). Concerning inbreeding depression 10% increase of the inbreeding coefficient resulted in severe decrease (-24.4 g) for THIGHW. DoP and HIND% were less sensitive for inbreeding depression (-0.06% and -0.02%). On the contrary, similarly to THIGHW, FATW showed substantial inbreeding depression (-2.88 g). Presenting inbreeding depressions as the percentages of the mean values of THIGHW, DoP, HIND% and FATW, the received values were 6.2%, 9.8%, 5.2% and 17.1%, so the largest depression was observed for FATW.

Keywords: slaughter traits, genetic parameters, inbreeding depression

INTRODUCTION

Rabbit meat is considered as a high-quality meat due to its favorable properties (low fat- and cholesterol, high protein - and polyunsaturated fatty acid (PUFA) content). The world's rabbit meat production has an increasing trend, and the annual output is about 1.400.000 tons. One element for improving the quality and keeping the growing production level is an indirect selection of the carcass traits. The indirect selection is based on the performances of the progeny and the collaterals, so it cannot spread in practice. In the 1980's Szendrő *et al.* (1988) reported their progeny test experiences, so, it is subservient to use indirect selection to improve the carcass traits. The University of Kaposvár had been using this type of selection since 1990, based on Computer Tomography (CT) measurements. Szendrő *et al.* (2015 a, 2015 b) summarized this worldwide unique selection method and their 25 years experience in breeding. Thus, the

first goal of the selection is improving the slaughter output, with the continuous genetic evaluation of the measured traits by Comuter Tomography. The performances of the rabbits are evaluated with sample slaughters at the University of Kaposvár's experimental farm. During the last 12 years, selection was based on the estimated BLUP (Henderson, 1975) breeding values for the selection criteria traits. Although the favorable properties of BLUP methodology are well known for a long time (Kennedy et al., 1988) one side effect of BLUP based selection can be that the inbreeding level of the selected population can quickly be increased (Kristensen and Sorensen, 2005). Another interesting issue is that although BLUP selection has been applied in rabbit breeding for decades generally the so-called simplified models are applied which means that genetic effects are limited to additive genetic effects and non-additive genetic effects are ignored. The main reason for this phenomenon is that including dominance effects in animal models requires large computing capacity and a large proportion of full sibs (Miształ, 2001). Based on these facts, the purpose of this study is, to estimate the genetic parameters of the carcass traits due to the sample slaughters in the past few years and examining the inbreeding depression. The resulting parameters can be interfered with indirect selection work and the pairing system used to improve the efficiency of the slaughter performance.

MATERIAL AND METHODS

The analysis was conducted in 2013, 2014 and 2015. In these years, we choose 180 growing rabbits annually in April from the Pannon White breed on the experimental farm of the University. The rabbits were slaughtered in the Olivia Inc. slaughterhouse (Lajosmizse) and the carcasses were dissected according to the World Rabbit Science Association (WRSA) recommendations as described by *Blasco és Ouhayoun* (1996). The examined traits were as follows: weight of the hind leg meat (THIGHW), dressing out percentage (DoP%) (chilled carcass yield/slaughter weight*100), the hind part ratio (HIND%) (compared to the reference carcass) and the weight of the perirenal fat (FATW). We present the measured statistical characteristics in *Table 1*. Due to the fact, that we had several data losses from different kinds of reasons, we evaluated 527 carcass data of the growing rabbits.

Table 1.

Descriptive statistics of the analyzed traits

Trait	Number of records	Minimum	Maximum	Mean	SD
CC (g)	527	1329	2223	1741	153
THIGH (g)	527	289	517	396	38.6
DoP% (%)	527	53.6	66.5	61.5	1.66
HIND% (%)	527	35.4	45.4	38.8	1.23
FATW (g)	527	3	44	16.8	6.93

CC: Chilled carcass; THIGHW: weight of thigh fillet; DoP%: dressing out percentage; HIND%: Ratio of hind part compared to the reference carcass; FATW: weight of perirenal fat

There were 3828 individuals in the total pedigree of the animals. Because of the small number of records, we examined the characteristics with a single trait model according to REML method, using the VCE6 software (Groeneveld et al., 2008).

To determine the inbreeding coefficient we used the PEDIG software (Boichard, 2007). The structure of the applied model was the following:

$$y = Xb + Za + e$$

Where: y = vector of observations, b = vector of the environmental effects, a = vector of the additive genetic effect. X and Z , in this order: environmental effects, occurrence matrix of the additive genetic effect. The supplemented models estimated the amount of the dominance effects, so we added a Wd component to the model (d = vector of the dominating effects). The characteristics of the applied animal model are given in Table 2.

Table 2. Structure of the applied animal models

Factor	Type	Levels
Animal effect	Random	3828
Sex	Fixed	2
Chilled carcass (CC)	Covariate	1
Year-month (of slaughter)	Fixed	3
Inbreeding coefficient (F)	Covariate	1
Family variance	Random	396970

Chilled carcass (CC); F: inbreeding coefficient

For the dressing out percentage and the ratio of the hind part traits, the chilled carcass (as a covariant) was not included in the animal model.

RESULTS AND DISCUSSION

The estimated heritability values (h^2) and the amount of the dominating effects (d^2) for the traits are in Table 3.

Table 3. Estimated genetic parameters of the analyzed traits

Trait	h^2 (base model)	h^2 (supplemented model)	d^2 (supplemented model)
THIGHW (g)	0.18±0.07	0.18±0.09	0.003±0.005
DoP% (%)	0.19±0.06	0.19±0.08	0.012±0.011
HIND% (%)	0.23±0.07	0.23±0.07	0.019±0.016
FATW (g)	0.68±0.07	0.59±0.16	0.16±0.06

THIGHW: weight of thigh fillet; DoP%: dressing out percentage; HIND%: ratio of hind part compared to the reference carcass; FATW: weight of perirenal fat

Only the perirenal fat showed significant h^2 value and meaningful dominance effect from the examined traits (Table 3). Similarly to this finding Garreau et al. (2008) and Larzul et al. (2005) also reported high heritability (0.64 and 0.64) for perirenal fat weight analyzing French rabbit populations. For the other traits, the heritability values were moderate, while the estimated dominance effects were statistically zero. According to previous slaughters in the same breed, Nagy et al. (2006) got similar results to the

current range (0.20-0.57) to heritability, but in that study, the weight of the hind leg meat showed the highest heritability value (0.57 ± 0.11). In connection to the results, it should be noted, that the amount of the rated database was under 1000 in both cases, so the values have to be treated with reservations, especially to dominance effects French and Belgian authors *Larzul et al.* (2005) and *Varewyck et al.* (1986) reported about higher heritability values for the dressing out percentage (0.55 and 0.70). Concerning the influence of dominance for carcass traits unfortunately no similar studies are available to compare our results. *Table 4* shows the amount of the inbreeding depression for the traits.

Table 4.

**Estimated inbreeding depression of the analyzed traits
(per 10% increase of the inbreeding coefficient)**

Trait	Inbreeding depression
THIGHW (g)	-24.4
DoP% (%)	-0.06
HIND% (%)	-0.02
FATW (g)	-2.88

THIGHW: Weight of hind leg meat; DoP%: Dressing out percentage; HIND%: Ratio of hind part to reference carcass; FATW: Weight of perirenal fat

Because of the closed population structure and the relatively small number of the Pannon white rabbits, it represents increasing inbreeding, nevertheless *Szendrő et al.* (2015b) and *Nagy et al.* (2010) reported about a slight inbreeding coefficient (5.5%) in does and bucks which were born in 2007, thanks to the pairing system. In this study, the mean of the inbreeding coefficient was 10.2% individually. Although this value is significant, the continuous selection can decrease its negative effects. According to the results of *Table 4.*, the possible pairing should consider inbreeding especially to hind leg meat. Contrary to our findings in a similar study carried out analyzing the Pannon Large rabbit population *Nagy et al.* (2013) reported significant inbreeding depression for average daily gain (-0.57 g/10% increase of inbreeding coefficients) while no inbreeding depression was found concerning thigh muscle volume. Regarding inbreeding depression, it also has to be considered that fast inbreeding especially when done repeatedly is much more harmful than the slow increase of the population's inbreeding level. *Chai et al.* (1969) performed close inbreeding reaching an average inbreeding coefficient of 80% so the substantial inbreeding depression obtained for body weight at the age of 10 weeks is not surprising. However, in real animal breeding programs, this kind of mating schedule is simply not applied. *Ferraz et al.* (1992) studied a rabbit population where the level of average inbreeding was about the same as in our case and similarly to *Chai et al.* (1969) they also reported substantial inbreeding depression for 10-week old body weight. Generally, carcass traits are not liable to inbreeding depression due to the lack of dominance effects. Looking the results in *Tables 3. and 4.* it is clear that among the analyzed traits the magnitude of the dominance effects was the only substantial for the weight of the perirenal fat, so it is not surprising that compared to the phenotypic means of the trait the highest inbreeding depression was also observed for this trait.

CONCLUSIONS

The Pannon white breed is suitable for the sequence of CT selection, due to its carcass properties and genetic parameters. It is also capable of improving these traits in the future. The traits- except for the perirenal fat- were not influenced by the dominance effects. The pairing should be optimized making possible maximizing genetic response while maintaining inbreeding applying Gencont software (*Dagnachew and Meuwissen, 2014*).

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was supported by the project OTKA 106 175 research theme.

REFERENCES

- Blasco, A., Ouhayoun, J. (1996). Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised proposal. *World Rabbit Science*, 4. 93-99.
- Boichard, D. (2007). PEDIG: a Fortran package for pedigree analysis suited for large populations. Users Guide. INRA, Jouy en Josas, France, 1-19.
- Chai, CK (1969). Effects of Inbreeding in Rabbits: Inbred lines, discrete characters, breeding performance, and mortality. *J. Hered*, 60. 64-70.
- Dagnachew, B.S., Meuwissen, T.H. (2014). An Iterative Algorithm for Optimal Contribution Selection in Large Scale Breeding Program. *Proceeding of the 10th WCGALP, 2014. Vancouver, August, 023*.
- Ferraz J.B.S., Johnson R.K., Van Vleck D. (1992). Use of animal models to estimate the effects of inbreeding on growth and carcass traits of rabbits. *J. Appl. Rabbit. Res.*, 15. 143-157.
- Garreau, H., Eady, S.J., Hurtaud, J., Legarra, A. (2008). Genetic parameters of production traits and resistance to digestive disorders in a commercial rabbit population. In: Xiccato, G., Trocino, A., Lukefahr, S. (eds.) *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress. Verona, Italy, 103-108*.
- Groeneveld E., Kovac, M., Mielenz, N. (2008). *VCE User's Guide and Reference Manual*. Institute of Farm Animal Genetics, Neustadt, Germany, 1-125.
- Henderson, C.R. (1975). Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics*, 31. 423.
- Kennedy, B.W., Schaeffer, L.R., Sorensen, D.A. (1988). Genetic properties of animal models. *Journal of Dairy Science*, 71. 17-26.
- Kristensen, T.N., Sorensen, A.C. (2005). Inbreeding – lessons from animal breeding, evolutionary biology and conservation genetics. *Animal Science*, 80. 121-133.
- Larzul, C., Gondret, F., Combes, S., de Rochambeau, H. (2005). Divergent selection on 63-day body weight in the rabbit: response on growth, carcass and muscle traits. *Genetics Selection Evolution*, 37. 105-122.
- Misztal, I. (2001). New models and computations in animal breeding. 50th Annual National Breeders Roundtable (Poultry Science Association) St. Louis Missouri, May 3-4.
- Nagy I., Metzger Sz., Princz Z., Radnai I., Bíróné-Németh E., Szendrő Zs. (2006b). Vágási értékmérők genetikai paraméterei Pannon fehér nyúlpopulációban. 18. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, Kaposvár, 215-218.

- Nagy, I., Curik, I., Radnai, I., Cervantes, I., Gyovai, P., Baumung, R., Farkas, J., Szendrő, Zs. (2010). Genetic diversity and population structure of the synthetic Pannon White rabbit revealed by pedigree analyses. *Journal of Animal Science*, 88. 1267-1275.
- Nagy, I., Gyovai, P., Radnai, I., Nagyné Kiszlinger, H., Farkas, J., Szendrő, Zs. (2013). Original study Genetic parameters, genetic trends and inbreeding depression of growth and carcass traits in Pannon terminal line rabbits. *Archiv Tierzucht*, 56. 18. 191-199.
- Szendrő, Zs., Ballay, A., Ráczkevy, S., Bíró, E. (1988). Progeny test on station in Hungary. In: Holdas, S. (ed.) *Proceedings of the 4th World Rabbit Congress*. Budapest, 289-293.
- Szendrő Zs., Nagy I., Gerencsér Zs., Donkó T., Gyovai P., Matics Zs. (2015a). Pannon nyúltenyésztési program. I. rész. *Baromfi Ágazat*, 15. 84-87.
- Szendrő Zs., Nagy I., Gerencsér Zs., Donkó T., Gyovai P., Matics Zs. (2015b). Pannon nyúltenyésztési program. II. rész. *Baromfi Ágazat*, 15. 85-88.
- Varewyck, H., Bouquet, Y., Van Zeveren, A. (1986). A progeny test for carcass quality in meat rabbits. *Archiv für Geflügelkunde*, 50. 26-31.

Corresponding author (*levelezési cím*):

Nagy István

Kaposvár University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences

H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

Tel.: 36-82-505-800

e-mail: nagy.istvan@ke.hu



Effect of initial body weight and body composition of TETRA SL laying hens on the changes in their liveweight, body fat content, egg production and egg composition during the first egg-laying period

**G. Milisits, E. Szentirmai, T. Donkó, Z. Budai¹, J. Ujvári,
Sz. Áprily, G. Bajzik, Z. Sütő**

Kaposvár University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.
¹Bábolna Tetra Ltd., H-2943 Bábolna, Radnóti Miklós u. 16.

ABSTRACT

The experiment was carried out with 45 TETRA SL laying hens, which were divided into three groups based on their liveweight on the one hand and based on their body fat content (determined by means of computer tomography) on the other hand measured both at 20 weeks of age. The average liveweight of the hens in the “low liveweight” group was 1534±87g (n=14), in the “medium liveweight” group 1696±33g (n=16) and in the “high liveweight” group 1861±94g (n=15). The average fat index calculated from the CT images was 22.9±0.9 (n=15) in the “low fatty” group, 24.9±0.4 (n=14) in the “medium fatty” group and 27.2±1.6 (n=16) in the “high fatty” group. The liveweight of the experimental birds was recorded at 32, 52 and 72 weeks of age during the first egg-laying period. At the same ages the body fat content of the hens was also determined by means of computer tomography in vivo. Eggs, which were produced by the experimental birds one day before the CT examinations, were collected and, after breaking them, their yolk and albumen was separated, weighed and their ratio to the egg weight was calculated. The dry matter, crude protein and crude fat content of the eggs were analyzed chemically. Based on the results it was established that the initial body weight of the hens affected changes in the liveweight, while the initial body fat content of the hens affected changes in the body fat content significantly ($P<0.05$) during the whole experimental period. The low initial body weight and the high initial body fat content of the hens resulted in the lowest egg production intensity at 52 and 72 weeks of age. Neither the initial body weight nor the initial body fat content of the hens affected the chemical composition of the eggs significantly ($P>0.05$).

(Keywords: laying hen, body weight, body composition, egg production, egg composition)

INTRODUCTION

It is well known from former experiments that the success in the hen house is dependent upon the success in the pullet house. Therefore, the main goal of the pullet's rearing period is to develop pullets with optimal body weight and body conformation at photostimulation for a long-term and high-level production in the forthcoming egg laying period.

In the study of *Robinson and Robinson* (1991) it was already pointed out that the relative difference in the initial body weight of the laying hens maintained to the end of the experiment, namely to 62 weeks of age. It was also established in this experiment that the low-weight birds began to lay later and their total egg output was lower than that of the medium- and high-weight hens.

In the study of *Perez-Bonilla et al.* (2012) it was pointed out that the hens with low or average initial body weight had higher average daily feed intake, egg production and egg weight than the lighter hens. However, none of the egg quality variables studied was affected by the initial body weight of the hens.

In the study of *Szentirmai et al.* (2014) it was observed that the relative difference in the initial body fat content of the hens also maintained to the end of the experiment, namely till 72 weeks of age. In this experiment it was also pointed out that the composition of the eggs produced was not affected significantly by the initial body fat content of the hens.

As it is visible from the former experiments, the effect of the initial body weight and body composition was already tested in some studies on the egg production of the laying hens and on the composition of their produced eggs. However, in these experiments either the effect of the initial body weight or the effect of the initial body composition was tested. In those experiments, where the effect of the initial body weight was tested, the initial body composition of the hens was unknown and, in those studies, where the effect of the initial body composition was tested, the body weight of the hens did not differ from each other. Therefore, the aim of this study was to examine the effect of initial body weight and body composition of the hens on their egg production and egg quality in the same experiment.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was carried out with 45 TETRA SL (brown egg layer) hens, which were kept in cages (1.800 cm² basic area), in a closed building at the Poultry Test Station of the Kaposvár University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, in Hungary.

Table 1.

Composition of the diet used in the experiment

Component	Content
Dry matter (g/kg)	903.4
ME Poultry (MJ)	11.56
Crude protein (g/kg)	177.8
Crude fat (g/kg)	43.0
Crude fibre (g/kg)	43.1
Crude ash (g/kg)	47.6
Nitrogen-free extractives (g/kg)	591.9
Sodium (g/kg)	1.7
Lysine (g/kg)	8.7
Methionine (g/kg)	3.9
Methionine + cystine (g/kg)	7.0
Calcium (g/kg)	37.6
Phosphorous (g/kg)	7.0

In order to the correct identification, of which egg was produced by which hen, hens were assigned individually with wing tags and two hens (one experimental TETRA SL brown egg layer and one non-experimental TETRA BLANCA white egg layer) were placed into one cage. The hens were fed *ad libitum* with commercial diets during the whole experimental period (Table 1). Drinking water was also continuously available from self-drinkers.

The experiment was started at 20 weeks of age, when all of the experimental animals were weighed and their body fat content was determined by means of computer tomography (CT) *in vivo*. The CT measurement was carried at the Institute of Diagnostic Imaging and Radiation Oncology of the Kaposvár University.

During the CT scanning procedure birds were fixed with belts in a special plexi-glass container, without using any anaesthetics. Three animals were scanned simultaneously. Due to the special arrangement of the hens, they were separable on the CT images, therefore their body fat content was determined individually.

The CT measurement consisted of overlapping 10 mm thick slices covering the whole body using a Siemens Somatom Emotion 6 multislice CT scanner. Following scanning parameters were set in: 130 kV – 80 mAs, spiral data collection (pitch 1), FoV 500 mm. The images obtained were evaluated by means of the Medical Image Processing software (version 1.0) developed at our university. With the help of this software so-called fat indices were calculated towards the *in vivo* determination of the body fat content in the hens. The calculation was performed by determining the ratio of number of pixels with X-ray density values of fat to the total number of pixels with density values of muscle, water and fat, i.e. the range between -200 to +200 on the Hounsfield-scale.

Before starting the egg laying period hens were divided into three groups based on their liveweight on the one hand and based on their body fat content on the other hand measured both at 20 weeks of age. The basic data of the hens in the different groups are summarized in Table 2.

Table 2.

Basic data of the experimental TETRA SL laying hens grouped by their liveweight and body fat content measured at 20 weeks of age

Traits	Groups	n	Mean	SD	Minimum	Maximum
Liveweight (g)	Low	14	1534	87	1360	1630
	Medium	16	1696	33	1650	1760
	High	15	1861	94	1770	2080
Fat index	Low	15	22.9	0.9	20.4	24.3
	Medium	14	24.9	0.4	24.4	25.4
	High	16	27.2	1.6	25.8	32.1

Changes in the body fat content of the experimental animals were followed by means of computer tomography *in vivo*, scanning the hens at 32, 52 and 72 weeks of age. The CT examinations were carried out according to the procedure mentioned above. The liveweight of the hens was also recorded at these days of the experiment, while their egg production was recorded daily.

Eggs, which were produced by the experimental birds one day before the CT examinations, were collected and, after breaking them, their yolk and albumen was

separated. After weighing the different egg components (albumen, yolk and shell) their ratio to the egg weight was calculated and the dry matter, crude protein and crude fat content of the eggs were analyzed chemically. The chemical analysis of the egg composition was performed in the laboratory of the Kaposvár University according to the regulations of the following standards (dry matter: MSZ ISO 1442, crude protein: MSZ EN ISO 5983-1:2005 [Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content by the Kjeldahl method], crude fat: 152/2009/EK. III/H [Lipid extraction with petroleum ether]).

The effect of the initial body weight and body fat content of the hens on the changes in their liveweight, body fat content, egg production and egg composition was statistically evaluated by the Multivariate Analysis of Variance using the following General Linear Model:

$$Y_{ijk} = \mu + IBW_i + IBF_j + e_{ij}, \text{ where}$$

Y_{ijk} = observation k in level i of factor IBW, and level j of factor IBF;

μ = overall mean;

IBW_i = initial body weight (low, average or high) of the i^{th} hen ($i=1-3$);

IBF_j = initial body fat content (low, average or high) of the j^{th} hen ($j=1-3$);

e_{ij} = random error.

The statistical analysis was carried out by the SPSS statistical software package, version 10.0 (SPSS for Windows, 1999).

RESULTS

Examining changes in the liveweight of the hens it was established that only the initial body weight affected this trait during the experimental period significantly (*Table 3*).

Table 3.

Effect of initial body weight and body fat content of TETRA SL laying hens on the changes in their liveweight and body fat content during the first egg-laying period

Age	Initial body weight			Initial body fat content			Level of significance (P)		S.E.
	Low n=14	Medium n=16	High n=15	Low n=15	Medium n=14	High n=16	IBW	IBF	
Liveweight (g)									
32 weeks	1847 ^a	1935 ^{ab}	2041 ^b	1958	1932	1933	0.006	0.868	24
52 weeks	1968 ^a	2056 ^a	2186 ^b	2101	2010	2098	0.004	0.237	26
72 weeks	2128 ^a	2201 ^a	2365 ^b	2242	2173	2279	0.010	0.329	32
Fat index									
32 weeks	31.5	31.4	32.3	30.0 ^a	32.1 ^b	33.2 ^b	0.620	0.006	0.4
52 weeks	34.2	35.0	35.3	32.7 ^a	34.3 ^a	37.5 ^b	0.716	0.005	0.6
72 weeks	34.1	35.1	36.0	33.3 ^a	34.2 ^a	37.6 ^b	0.330	0.003	0.6

IBW = initial body weight, IBF = initial body fat content, S.E. = standard error of overall mean

^{a, b}Different letters in the same row indicate significant differences between the experimental groups within the examined traits ($P < 0.05$)

The liveweight of the hens starting the egg production with high initial body weight was higher during the whole examined period than that of the hens starting the egg production with low or medium initial body weight. The difference between the two extreme groups (hens with low and high initial body weight) was statistically proven at all examination days.

The initial body fat content had no significant effect on the changes in the liveweight of the hens.

In spite of the liveweight, changes in the body fat content of the hens were not affected by the initial body weight significantly (*Table 3*). In this trait only the significant effect of the initial body fat content was pointed out in this experiment. The body fat content of the hens starting the egg production with high initial body fat content was higher during the whole experimental period than that of the hens starting the egg production with low or medium initial body fat content. The difference between the two extreme groups (hens with low and high initial body fat content) was statistically proven at all examination days.

The egg production intensity of the hens with low initial body weight was lower than that of the hens with medium or high initial body weight at 52 and 72 weeks of age, but these differences were statistically not proven in this experiment ($P > 0.05$; *Table 4*).

Table 4.

Effect of initial body weight and body fat content of TETRA SL laying hens on the changes in their egg production and egg weight during the first egg-laying period

Age	Initial body weight			Initial body fat content			Level of significance (P)		S.E.
	Low n=14	Medium n=16	High n=15	Low n=15	Medium n=14	High n=16	IBW	IBF	
Egg production (%)									
32 weeks	96.2	97.2	95.9	94.9	96.2	98.3	0.859	0.400	0.8
52 weeks	87.4	93.2	92.8	96.2 ^b	90.2 ^a	87.1 ^a	0.092	0.010	1.3
72 weeks	73.7	79.0	76.6	80.0 ^b	76.1 ^{ab}	73.2 ^a	0.118	0.039	1.1
Egg weight (g)									
32 weeks	63.7	60.6	63.1	63.4	62.5	61.5	0.130	0.526	0.7
52 weeks	64.3	62.9	65.0	65.9	62.0	64.2	0.437	0.112	0.7
72 weeks	67.1	64.7	65.3	66.5	65.9	64.6	0.613	0.755	0.9

IBW = initial body weight, IBF = initial body fat content, S.E. = standard error of overall mean

^{a, b}Different letters in the same row indicate significant differences between the experimental groups within the examined traits ($P < 0.05$)

The total egg production of the hens with low initial body weight was also lower than that of the hens with medium or high initial body weight (304 ± 30 , 315 ± 28 and 316 ± 17 , respectively).

The egg production intensity of the hens with high initial body fat content was lower than that of the hens with medium or low initial body fat content at 52 and 72 weeks of age (*Table 4*). The differences between the two extreme groups were statistically proven in this case ($P < 0.05$). However, in spite of the lower egg production intensity of the hens with high initial body fat content at 52 and 72 weeks of age, the amount of their total egg production during the whole experimental period was similar to that of the hens with medium or low initial body fat content (315 ± 15 , 309 ± 32 and 311 ± 30 , respectively).

The weight of the eggs produced was lowest in the hens with medium initial body weight at all examination days, but it differed not significantly ($P>0.05$) from that of the hens with low or high initial body weight (Table 4).

The initial body fat content of the hens affected the weight of the eggs also not significantly ($P>0.05$), but a decreasing tendency was observed in the average egg weight with increasing the initial body fat content of the hens at 32 and 72 weeks of age.

The composition of the eggs produced was mainly not affected by the initial body weight of the hens significantly (Tables 5-7).

Table 5.

Effect of initial body weight and body fat content of TETRA SL laying hens on the changes in their eggs' albumen and yolk ratio during the first egg-laying period

Age	Initial body weight			Initial body fat content			Level of significance (P)		S.E.
	Low n=14	Medium n=16	High n=15	Low n=15	Medium n=14	High n=16	IBW	IBF	
Egg albumen ratio (%)									
32 weeks	64.6 ^b	63.3 ^a	62.9 ^a	63.1	63.8	63.8	0.027	0.420	0.3
52 weeks	63.2	61.9	62.1	62.2	62.7	62.3	0.260	0.794	0.3
72 weeks	63.0	61.5	61.4	61.7	61.9	62.4	0.202	0.721	0.4
Egg yolk ratio (%)									
32 weeks	23.3	24.4	24.5	24.2	23.8	24.2	0.055	0.673	0.2
52 weeks	23.9 ^a	25.7 ^b	25.3 ^{ab}	25.0	24.5	25.4	0.032	0.426	0.3
72 weeks	24.7	25.2	25.2	25.1	25.1	25.1	0.775	1.000	0.3

IBW = initial body weight, IBF = initial body fat content, S.E. = standard error of overall mean

^{a, b}Different letters in the same row indicate significant differences between the experimental groups within the examined traits ($P < 0.05$)

Table 6.

Effect of initial body weight and body fat content of TETRA SL laying hens on the changes in their egg shell ratio and eggs' dry matter content during the first egg-laying period

Age	Initial body weight			Initial body fat content			Level of significance (P)		S.E.
	Low n=14	Medium n=16	High n=15	Low n=15	Medium n=14	High n=16	IBW	IBF	
Egg shell ratio (%)									
32 weeks	12.1	12.3	12.6	12.6	12.4	12.0	0.404	0.241	0.2
52 weeks	12.9	12.4	12.6	12.8	12.8	12.4	0.409	0.382	0.1
72 weeks	12.2 ^a	13.3 ^b	13.3 ^b	13.3	13.1	12.5	0.046	0.268	0.2
Eggs' dry matter content (%)									
32 weeks	23.4	23.7	23.3	24.4	22.7	23.3	0.829	0.265	0.3
52 weeks	23.0	23.5	22.7	23.4	23.1	22.7	0.510	0.728	0.3
72 weeks	22.1	23.3	22.7	23.2	22.5	22.5	0.380	0.549	0.3

IBW = initial body weight, IBF = initial body fat content, S.E. = standard error of overall mean

^{a, b}Different letters in the same row indicate significant differences between the experimental groups within the examined traits ($P < 0.05$)

Table 7.

Effect of initial body weight and body fat content of TETRA SL laying hens on the changes in their eggs' crude protein and crude fat content during the first egg-laying period

Age	Initial body weight			Initial body fat content			Level of significance (P)		S.E.
	Low n=14	Medium n=16	High n=15	Low n=15	Medium n=14	High n=16	IBW	IBF	
Eggs' crude protein content (%)									
32 weeks	11.8	12.1	11.6	12.2	11.5	11.8	0.374	0.269	0.1
52 weeks	12.2	12.3	12.0	12.4	12.2	11.9	0.542	0.480	0.1
72 weeks	11.4	11.9	11.9	12.0	11.5	11.6	0.325	0.286	0.1
Eggs' crude fat content (%)									
32 weeks	8.08	7.96	7.82	8.26	7.89	7.70	0.871	0.598	0.17
52 weeks	8.79	9.19	8.67	8.97	8.95	8.73	0.477	0.885	0.16
72 weeks	8.73	9.17	8.75	8.99	8.87	8.78	0.568	0.934	0.16

IBW = initial body weight, IBF = initial body fat content, S.E. = standard error of overall mean

The initial body weight of the hens affected only the albumen ratio at 32 weeks of age, the yolk ratio at 52 weeks of age and the egg shell ratio at 72 weeks of age significantly. However, in most cases no clear tendencies were observed in the changes of the examined egg components in connection with the initial body weight of the hens.

The initial body fat content of the hens had no significant effect on the examined egg components in any cases.

DISCUSSION

Similarly to the results of *Robinson and Robinson* (1991) it was established in the present study that the liveweight of the hens starting the egg production with high initial body weight remained higher during the whole experimental period than that of the hens starting the egg production with low or medium initial body weight.

The results of the present study confirmed also the former observation of *Perez-Bonilla et al.* (2012) that the initial body weight of the hens has no significant effect on the quality of the eggs. However, in spite of the finding of the mentioned authors, the significant effect of the initial body weight on the weight of the eggs was not observed in our experiment.

The finding in our study that the body fat content of the hens starting the egg production with high initial body fat content was higher during the whole experimental period than that of the hens with low or medium initial body fat content is in agreement with the result of our former experiment (*Szentirmai et al.*, 2014). Similarly to the results of this former examination, no significant effect of the initial body fat content of the hens on the composition of their eggs produced was pointed out in the current experiment.

In the study of *Renden and Marple* (1986) it was pointed out that the effect of body composition on the performance efficiency of dwarf hens were related to composition changes associated with selection for body weight.

In the study of *Gregory and Robins* (1998) it was established that the body condition of laying hens could be very different at the end of the laying period. It was also pointed out in their experiment that the empty body weight increased with increasing body

condition score, and on average the birds with a body condition score of 3 were over 50% heavier than the birds scoring 0. About 77% of the difference in empty body weight between the condition score 3 and 0 birds resulted from differences in muscle and fat weight. Differences in absolute fatness accounted for most of that difference, and this was evident when the results were expressed as proportions of fat in the empty body.

The body fat content could have major impact in the case of breeders. It was established by *Yannakopoulos et al.* (1995) that carcass fat as well as age are critical requirements for the onset of sexual maturity in quail.

In the study of *Renema et al.* (1995) it was pointed out that the ovary weight and the number of unreconciled postovulatory follicles correlated with abdominal fat pad weight in large white turkey hens.

Hocking et al. (2002) reported that feed-restricted and overfed hens have similar fertility when provided a similar semen source, but overfed hens have a reduced hatchability due to an increase in late embryonic death.

Overfed hens typically have shorter laying sequences (*Robinson et al.*, 1991b), which will result in more 'first of sequence' eggs. These eggs contain a follicle that was held back from ovulation over the pause day(s) and is more likely to undergo embryonic death (*Robinson et al.*, 1991a).

Based on these results it seems that the optimal body conformation at photostimulation seems to be more important for reproductive success than just obtaining the recommended body weight targets (*Powell*, 2004).

CONCLUSIONS

Based on the results it was established that the initial body weight affected the changes in the liveweight, while the initial body fat content the changes in the body fat content of the hens significantly during the whole experimental period. The low initial body weight and the high initial body fat content of the hens resulted in the lowest egg production intensity at all examination days. Neither the initial body weight nor the initial body fat content of the hens affected the composition of their eggs significantly.

ACKNOWLEDGEMENT

This research project was supported by the Hungarian National Office for Research and Technology (TETRAKAP-TECH_08_A3/2-2008-0394).

REFERENCES

- Gregory, N.G., Robins, J.K. (1998) A body condition scoring system for layer hens, *New Zeal. J. Agr. Res.*, 41, 555-559.
- Hocking, P.M., Bernard, R., Robertson, G.W. (2002) Effects of low dietary protein and different allocation of food during rearing and restricted feeding after peak rate of lay on egg production, fertility and hatchability in female broiler breeders, *Brit. Poultry Sci.*, 43, 94-103.
- Perez-Bonilla, A., Jabbour, C., Frikha, M., Mirzaie, S., Garcia, J., Mateos, G.G. (2012) Effect of crude protein and fat content of diet on productive performance and egg quality traits of brown egg-laying hens with different initial body weight, *Poultry Sci.*, 91, 1400-1405.

- Powell, K.C. (2004) Early lay mortality in broiler breeders – causes, costs and solutions. http://www.ces.ncsu.edu/depts/poulsci/conference_proceedings/broiler_breeder/2004/powell_2004.pdf.
- Renden, J.A., Marple, D.N. (1986) Body composition and other physical parameters as determinants of age at sexual maturity and performance efficiency in dwarf hens divergently selected for body weight, *Poultry Sci.*, 65, 1429-1436.
- Renema, R.A., Robinson, F.E., Melnychuk, V.L., Hardin, R.T., Bagley, L.G., Emmerson, D.A., Blackman, J.R. (1995) The use of feed restriction for improving reproductive traits in male-line large white turkey hens. 2. Ovary morphology and laying traits, *Poultry Sci.*, 74, 102-120.
- Robinson, F.E., Robinson, N.A. (1991) Reproductive performance, growth rate and body composition of broiler breeder hens differing in body weight at 21 weeks of age, *Can. J. Anim. Sci.*, 71, 1233-1239.
- Robinson, F.E., Hardin, R.T., Robinson, N.A., Williams, B.J. (1991a) The influence of egg sequence position on fertility, embryo viability and embryo weight in broiler breeders, *Poultry Sci.*, 70, 760-765.
- Robinson, F.E., Robinson, N.A., Scott, T.A. (1991b) Reproductive performance, growth and body composition of full-fed versus feed-restricted broiler breeder hens, *Can. J. Anim. Sci.*, 71, 549-556.
- SPSS for Windows (1999) Version 10.0, Copyright SPSS Inc.
- Szentirmai, E., Milisits, G., Donkó, T., Budai, Z., Ujvári, J., Áprily, Sz., Fülöp, T., Repa, I., Sütő, Z. (2014) Effect of starting body fat content of laying hens on the changes in their body fat content and egg composition during the first egg laying period, XIVth European Poultry Conference, Stavanger (Norway), 23-27 June 2014, Paper S86, 4 p.
- Yannakopoulos, A.L., Christaki, E., Floroupaneri, P. (1995) Effect of age and carcass composition on the onset of sexual maturity in quail under normal feeding regimens, *Brit. Poultry Sci.*, 36, 771-777.

Corresponding author:

Milisits Gábor

Kaposvár University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences
H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.
Tel.: 36-82-505-800
e-mail: milisits.gabor@ke.hu



Alterations in serum metabolites and enzymes of juvenile common carp (*Cyprinus carpio*) during long-term starvation

D. Varga, Cs. Hancz, T. Molnár, A. Szabó

Kaposvár University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ABSTRACT

*The objective of the present study was to determine the changes of some serum parameters in common carp (*Cyprinus carpio*) during 12-weeks-long starvation. Results indicate that in case of totally food restriction an increased mobilization of glycogen and lipids occurs in common carp. Fish replace the lacking energy in a complex way, main processes is the oxidation of body lipids, which constituted the major energy source for starved carp.*

(Keywords: common carp, starvation, metabolism, blood serum composition)

INTRODUCTION

Most of the fish species are exposed to short-term or long-term starvation during their lifespan both under natural and artificial conditions. Blood chemical parameters change significantly during long-term starvation. Alterations of blood plasma lipid and amino acid content are in context of the extent of the glyconeogenesis and lipid mobilization (Friedrich and Stepanowska, 2001; Stepanowska et al., 2006; Hung et al., 1997; Figueiredo-Garutti et al., 2002). Level of plasma glucose generally remains unchanged during starvation in most fish species (Gillis and Ballantyne, 1996), because it is a homeostatic parameter. The glucose, total lipid and protein level of serum have been investigated in carp related to starvation (Friedrich and Stepanowska, 2001) but there is a lack of information regarding other metabolites and enzymes.

Therefore, the aim of our recent study was to analyse the changes of some serum parameters (protein, albumin, cholesterol, triacylglycerol, LDH and ALP) in common carp (*Cyprinus carpio*) during 12-week-long starvation. The changes of proximate body composition and somatic indices of the same population during 12-week-long starvation were reported previously (Varga et al., 2014).

MATERIAL AND METHODS

Common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings (4 g) were introduced into a recirculation system in the Fish Laboratory of the Kaposvár University (Hungary). Fish were reared in fish tanks till they were reached 25 g live-weight. Feeding of carps during this period was ad libitum with a commercial fish feed (Aller Aqua). Fish were adapted to the artificial conditions and feed, so stress and disturbing environmental circumstances were excluded.

For the experiment 200 individuals were used (20 replications x 10 fish). They were stocked into 60 l individually aerated fish tanks of a small recirculation system with a simple biofilter unit. Feeding was totally withdrawn for 12 weeks. Water temperature was measured daily (n=84), the average water temperature was 18.3 ± 1.5 °C during the experiment.

Sample collection was carried out initially and every two weeks during the experiment. In every time-point 10 randomly selected individuals were sampled ($N_{\text{total}} = 7 \times 10 = 70$). Blood samples were taken from tail vein (vena caudalis). After withdrawal into Eppendorf tubes the blood was immediately placed on ice, left to clot, centrifuged (1500 g / 10 min) and serum were stored frozen (-70 °C) until analysis. Clinical chemical analysis (serum protein, albumin, triacylglycerol, cholesterol concentration, LDH and ALP activity) was performed on an automated equipment (Hitachi 917) in a single analytical run.

Acquired data were tested for normality (Shapiro-Wilk test). For the analysis of the effect of starvation on blood parameters one-way ANOVA was used (time as fix factor), followed by Tukey post hoc test. SPSS 10 for Windows (1999) was used for the statistical analyses.

The experiment was approved by the Animal Experimentation Ethics Committee of the University of Kaposvár, as allowed by the Somogy County Animal Health and Food Control Authority (allowance no.: XV-I-31/446-10/2012).

RESULTS AND DISCUSSION

During the starvation period no mortality was recorded. The basic serum clinical chemical results are summarized in *Table 1*. 12 week long starvation led to a significant decrease of total protein, triacylglycerol concentration and LDH activity. Serum albumin and cholesterol concentration and ALP activity did not indicate the effect of starvation.

While the total body protein content remained unchanged (Varga *et al.*, 2014), the concentration of blood total protein significantly decreased. This decrease in the blood total protein content may refer to the enhanced gluconeogenesis. Several studies have shown gluconeogenesis to be more important than glycolysis in maintaining the glucose level in the starving fish blood (Murat *et al.*, 1978; Love, 1980). A similar effect was also observed in carp during starvation. Serum protein content decreased, without the decrease of body protein content (Shimeno *et al.*, 1981). Moreover, we may add that this process happens based on the degradation of globulins, since albumin concentration was unaltered (Thrall, 2004). Most probably the albumin concentration was fully maintained since albumin is responsible for keeping constant colloid-oncotic pressure of the blood (Michelis *et al.*, 2010)

It was stated, that during long term starvation fish species use serum protein as an energy source via gluconeogenesis (Cowey *et al.*, 1977; Love, 1980). Blood triacylglycerol content was observed to significantly decrease. It was declined by 43 percent in the first two weeks as a direct result of food withdrawal. In case of starvation the role of glycerols turns into more important as a glucose precursor (Friedrich and Stepanowska *et al.*, 2001). Starving muscles replace the utilization of glucose by the oxidation of lipids. The observed decrease of blood TG concentration (coupled with the significant decrease of total body fat content) confirms that lipolysis of intramuscular

lipids was the major energy source for locomotion during starvation in juvenile carps. It was supported by other authors (Shimeno et al., 1990; Hung et al., 1997).

Table 1.
The serum basic clinical chemical results of the starved carp

	Weeks							Sig
	0	2	4	6	8	10	12	
	Mean ± St. Dev.	Mean ± St. Dev.	Mean ± St. Dev.	Mean ± St. Dev.	Mean ± St. Dev.	Mean ± St. Dev.	Mean ± St. Dev.	P
Total protein (g/L)	24.4 ± 3.57 ^{ab}	27.0 ± 5.87 ^a	21.78 ± 3.38 ^b	22.9 ± 1.69 ^{ab}	21.11 ± 2.42 ^b	21.1 ± 1.59 ^b	20.88 ± 1.25 ^b	<0.001
Albumin (g/L)	6.88 ± 0.64 ^a	6.29 ± 1.7 ^a	6.22 ± 0.97 ^a	8.0 ± 0.87 ^a	5.78 ± 2.22 ^a	6.8 ± 1.03 ^a	6.5 ± 1.41 ^a	NS
Triacylglycerol (mmol/L)	1.97 ± 0.36 ^a	1.12 ± 0.18 ^b	1.05 ± 0.17 ^b	1.19 ± 0.18 ^b	1.02 ± 0.2 ^b	1.09 ± 0.15 ^b	1.06 ± 0.12 ^b	<0.001
Cholesterol (mmol/L)	3.59 ± 0.82 ^a	3.75 ± 0.99 ^a	3.4 ± 0.8 ^a	4.13 ± 0.65 ^a	3.38 ± 0.88 ^a	3.71 ± 0.61 ^a	4.24 ± 0.55 ^a	NS
LDH (IU/L)	1378.2 ± 731.91 ^a	1535.4 ± 597.52 ^a	882.0 ± 409.64 ^{ab}	752.44 ± 313.88 ^b	778.67 ± 466.51 ^b	747.2 ± 421.78 ^b	475.29 ± 243.68 ^b	<0.001
ALP (IU/L)	35.6 ± 12.29 ^{ab}	48.7 ±29.47 ^{ab}	34.0 ± 36.21 ^a	49.67 ± 44.33 ^{ab}	28.22 ± 11.63 ^{ab}	37.1 ± 18.2 ^{ab}	51.88 ± 40.83 ^b	NS

Means bearing different small superscript letters are significantly different (P<0.05).

Lactate dehydrogenase (LDH) was showing a decreasing activity during the starvation period in carps. After two weeks LDH concentration decreased significantly. It is thus supposed that glycolytic activities occur only in the first two weeks, till stored glycogen was depleted. After glycogen-lactate transition lactate enters to the glyconeogenesis (Cory cycle). Lactate is a known glycolytic substrate of fish muscles (Pagnotta and Milligan, 1991).

Alkaline phosphatase has two sources in the blood. One isoform is connected to the osteoblast activity, while the other is of intestinal origin. The alterations may be connected with the fact during prolonged starvation the gastrointestinal tract undergoes a marked dystrophy, as underscored by the VSI as well (Varga et al., 2014).

Summarized, results indicate that in case of totally food restriction an increased mobilization of glycogen and lipids occurs in common carp. After 2–4 weeks animals were adapted to the lack of external energy supply and slight intramuscular lipid oxidation was maintained (Varga et al., 2014). Fish replace the lacking energy in a complex way in case of long term starvation period. Main processes are glyconeogenesis and oxidation of body lipids, which constituted the major energy source for starved carp.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by the European Union and the State of Hungary, co-financed by the European Social Fund in the framework of TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 ‘National Excellence Program’.

REFERENCES

- Cowey, C.B., de la Higuera, M., Adron, J.W. (1977) The effect of dietary composition and of insulin and gluconeogenesis in rainbow trout. *Br. J. Nutr.*, 38. 385-395.
- Figueiredi-Garutti, M.L., Navarro, I., Capilla, E., Souza, R.S.H., Morales, G., Gutiérrez, J., Vicentini-Paulino, M.L.M. (2002) Metabolic changes in *Brycon cephalus* (Teleostei, Characidae) during post-feeding and fasting. *Comp Biochemand Phys A.*, 132. 467-476.
- Friedrich, M., Stepanowska, K. (2001) Effect of starvation on the nutritive value of carp (*Cyprinus carpio* L.) and selected biochemical components of its blood. *Acta Ichtiologica et Piscatoria*, 31. 29-36.
- Gillis, E.T., Ballantyne, J.S. (1996) The effects of starvation on plasma free amino acid and glucose concentrations in lake sturgeon. *Journal of Fish Biology*, 49. 1306-1316.
- Hung, S.S.O., Liu, W., Li, H., Storebakken, T., Cui, Y. (1997) Effect of starvation on some morphological and biochemical parameters in white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. *Aquaculture*, 151. 357-363.
- Love, R.M. (1980) *The chemical biology of fishes*. Vol 2 Academic Press, New York
- Michelis, R., Kristal, B., Snitkovsky, T., Sela, S. (2010) Oxidative modifications impair albumin quantifications. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 401. 137-142.
- Murat, J.C., Castilla, C., Paris, H. (1978) Inhibition of gluconeogenesis and glucagon-induced hypoglycemia in carp (*Cyprinus carpio* L.). *Gen Comp Endocrin*, 34. 243-250.
- Pagnotta, A., Milligan, C.L. (1991) The role of blood glucose in the restoration of muscle glycogen during recovery from exhaustive exercise in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*). *J Exp Biol.*, 161. 489-508.
- Shimeno, S., Kheyyali, D., Takeda, M. (1990) Metabolic adaptation to prolonged starvation in carp. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56. 35-41.
- SPSS For Windows Version 10 (1999) Copyright SPSS Inc, Chicago IL
- Stepanowska, K., Nedzarek, A., Rakusa-Suszczewski, S. (2006) Effects of starvation on the biochemical composition of blood and body tissue in the Antarctic fish *Notothenia coriiceps* (Richardson, 1844) and excreted metabolic products. *Polar Biosciences*, 20. 46-54.
- Thrall, M.A. (2004) *Veterinary haematology and clinical chemistry*. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia USA
- Varga, D., Hancz, Cs., Molnár, T., Romvári R., Szabó, A. (2014) Preliminary results on the somatic and body compositional changes in juvenile common carp during long-term starvation. *Acta Agraria Kaposvariensis*, 18. 50-54.

Corresponding author (*levelezési cím*):

Dániel Varga

Kaposvár University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences
7400 Kaposvár, Guba S. u. 40., Hungary
e-mail: varga.daniel@ke.hu



Vadmalacok elhullásának vizsgálata észak-afrikai vaddisznó tenyésztésben nyári reprodukciós időszakban

¹Bagyó R., ²Marosán M., ²Gál J.

¹Marokkó, 10000-Rabat, Agdal Ryad, 60 Rue Melouiya

²Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar, Egzotikusállat- és Vadegészségügyi Tanszék, H-1078 Budapest, István u. 2.

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők egy észak-afrikai országban végeztek vizsgálatokat vadászati célból karámban tartott és tenyésztett vaddisznó állományban, értékelve a malackori mortalitást a nyári időszakban. A leggyakoribb nem fertőző elhullási okoknak találták a mechanikai trauma következtében kialakult elvérzést a testüregbe, a homok felhalmozódás miatt kialakult gastritist és a vakbél elzáródását, a fitotrichobezoár kialakulását a gyomorban és a gyomorfekély képződést illetve a por belélegzéséből eredő légzőszervi ártalmat és annak következtében fellépő hurutos-gennyes bronchitist, bronchiolitist. A fertőző oktanú mortalitás hátterében Escherichia coli enteritis, ödémabetegség, fertőző elhalásos bélgyulladás és kruppos tüdőgyulladás állt.

(Kulcsszavak: vaddisznó intenzív felnevelése, malackori veszteség, elhullási okok)

Investigation of mortality of juvenile wild boar in a North-African breeding unit during summer

R. Bagyó¹, M. Marosán², J. Gál²

¹Marokkó, 10000-Rabat, Agdal Ryad, 60 Rue Melouiya

²Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar, Egzotikusállat- és Vadegészségügyi Tanszék, 1078-Budapest, István u. 2.

ABSTRACT

The authors examined the juvenile mortality of wild boar kept for hunting purposes in a North-African breeding unit. The most common non infectious reasons of death were extended bleeding in the body cavity due to mechanical trauma, gastritis and caecum obstruction due to sand, phytotrichobezoar and ulcer formation in the stomach and respiratory problems due to the inhalation of dust and consequential catarrhal purulent bronchitis, bronchiolitis. Infectious origins of death were Escherichia coli enteritis, edema disease, infectious necrotic enteritis and croupous pneumonia.

BEVEZETÉS

A vaddisznó (*Sus scrofa*) gyorsan növekvő állománnyal rendelkező vadfaj, mely az év bármely szakában képes utódokat világra hozni (West & Cooper, 2009). Párzási időszaka, a bűgás, mérsékeltövi környezeti viszonyok között az őszi időszakban történik. A párzási időszak azonban a mai viszonyok között felborult, a kocák akár nyáron is felvehetik a kant. A fő bűgási periódus október–december közé esik, novemberi kulminációs időszakkal, de áprilisban és júliusban is találtak ivarzó kocákat (Páll, 1982). A nem vemhesült koca 21–23 nap múlva újra bűg. A vemhességi ideje 3 hónap, 3 hét, 3

nap, ami után védett helyen megszületnek a malacok, melyek száma átlagosan 5–6 és tömegük 750–1200 g. A vaddisznónál 5,01 átlagos alomnagyságot is publikáltak, azzal a megjegyzéssel, hogy a koca testtömege befolyással van az utódok számára, míg más kutatók vizsgálataiban 6,7-nek találták ugyanezt (Náhlik et al., 2013; Rosell et al., 2012). Az utódok fejlettek, testüket szőr fedi, nyitott szeműek és megszületésük után azonnal szopni kezdenek, amivel az életük kezdeti időszakában a kolosztrális immunitásra tesznek szert (Faragó, 2002).

A sertésben nagy gazdasági kárt okozó vírusok előfordulását vizsgálták vaddisznókban, melynek eredményeként megállapították, hogy többek között a sertések légzőszervi és reprodukciós szindrómája (PRRS), a sertés parvovírus (PPV), az Aujeszky-betegség vírusa jelen lehet szabadterületi állományokban is (Kukushkin et al., 2009). Ismert a vaddisznó malacokban az *Escherichia coli* okozta hasmenés, az elhalásos bélgyulladás, a tüdőférgesség, mint jelentős veszteségeket okozó betegség (Bicsérdy et al., 2000). Szabad területen gyűjtött minták értékelésével számos kórokozót tudtak kimutatni, többek között *E. coli*, *Clostridium sp.*, *Chlamydomphila psittaci* stb., melyek a malackori mortalitásban játszhatnak szerepet (Notario et al., 2010). *Staphylococcus hyicus* okozta exudatív dermatitist is találtak vaddisznóban (Pérez et al. 2013). A vaddisznók parazitafertőzöttségét elemezve azt találták, hogy ezek az állatok gyakran és erősen lehetnek fertőzöttek különböző féreg fajokkal, így *Oesophagostomum sp.*, *Globocephalus sp.*, *Metastrongylus sp.*, *Trichuris suis*, *Ascaris suum* stb. volt jelen a mintákban (Popiolek et al., 2010).

Circovirus okozta senyveséget és elhullást diagnosztizáltak vadmalacokban, melynek hátterében vizsgálatok szerint a sertés circovirus 2-es szerotipus (PCV-2) állt (Lipej et al., 2006), amit házi sertésekben is jelentős veszteséget okozó betegségnek ismernek (Takács et al., 2015).

A malackori mortalitás okaival kevés tanulmány foglalkozik. Ebben is csak azt állapítják meg, hogy a vadon élő állományokban a felnevelési hatékonyság igen gyenge, a malacok nagy része szeptemberig elpusztul (Náhlik et al., 2013).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kutatásunkban 2012. július 1. és 2012. szeptember 10. között vizsgáltuk egy észak-afrikai országban zárttéri körülmények között a szopós vadmalacok elhullási okainak az alakulását. Ez időszak alatt zárttérben, kiscsoportos elhelyezésben (kettő–nyolc koca / tenyésztő rekesz) történő szaporítási rendszerben napi rendszerességgel gyűjtöttük az elhullott vadmalacokat diagnosztikai boncolás céljából. A kocák 50 m x 100 m alapterületű, jó vízáteresztő, homok aljzatú kifutókban voltak elhelyezve. Takarmányuk a vaddisznók részére készült, granulált tápot használtunk, ad libitum ivóvíz ellátással. A kocák kiegészítésként leveles lucernaszénát kaptak természetes rostforrásként. A tenyésztési program szerint vakcináztuk a kocákat *Escherichia coli* és *Clostridium perfringens* fertőzések ellen (Colisuin^R), de kaptak sertésorbánc elleni vakcinát is. A vemhesség alatt az állományt Aujeszky-betegség és PRRS ellen is oltottuk a vakcinázási programunkba illeszkedően. A fialás előtt egy hónappal parazita elleni kezelésben részesültek a vemhes kocák, melynek során ivermectin injekciót használtunk.

A vizsgálati területen az őszi/téli időszak mérsékelt meleg (átlag hőmérséklet 15–16 °C), csapadékos, ami eső formájában hull, periódusonként akár 3–4 napon keresztül is változó intenzitással. A nyári hónapokban nincs csapadék és a hőmérséklet

44–46 °C-ot is elérheti a délutáni órákban. A disznókat ebben az időszakban a hajnali órákban etették és ekkor történt a tetemek gyűjtése is.

A malacok hulláinak külső vizsgálatát követően a bőralatti kötőszövetet értékeltük, majd megnyitásra került a has- és a mellüreg. Ennek során áttekintettük a hasüregi szervek helyeződését, majd a lép, a gyomor és bélcsatorna, végül a máj vizsgálata következett. A mellüregi szervek kiemelése után a tüdő áttapintása, majd metszéslap készítése történt meg. A légzőkészülékhez kapcsolódóan vizsgáltuk meg a gátorközi és a hörgő körüli nyirokcsomókat, végül a szívburkot és a szívet. Minden esetben kiemeltük a veséket és az ivarszervekkel együtt megtekintettük azokat is.

Az elváltozott szervekből 8%-os neutrális formaldehid oldatban mintát rögzítettünk további szövettani vizsgálatok céljából. Abban az esetben, ha baktériumos fertőzésre volt gyanúnk, akkor az elváltozást mutató szervekből, azok felszínének a leégetését követően szintén mintát vettünk és azt véres agar illetve szelektív táptalajokra szélesztettük, majd 24 órán keresztül 37 °C-os inkubátorba tettük. A baktériumokat a telep morfológiai, növekedési és egyes biokémiai tulajdonságaik alapján határoztuk meg.

Parazitafertőzöttség gyanúja esetén az adult alakokat mikroszkópban határoztuk meg, illetve a bélsárminta felszindúsítós vizsgálatát végeztük el, ahol az ivari produktumokat értékeltük.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A vizsgálati periódusban 149 vaddisznó kocát vontunk be a kutatásba, melyeket 44 csoportban helyeztünk el. Az összes kocára vonatkoztatva 357 malacot tudtunk leválasztani, melyek 54%-a kan, 46%-a emse ivarú volt. Az egy kocára jutó átlagos választott malac szaporulat 2,39 volt, de előfordult olyan csoport is, ahol ez 6,33-nak bizonyult.

1. ábra

Az általunk vizsgált vadmalacok elhullási okainak alakulása

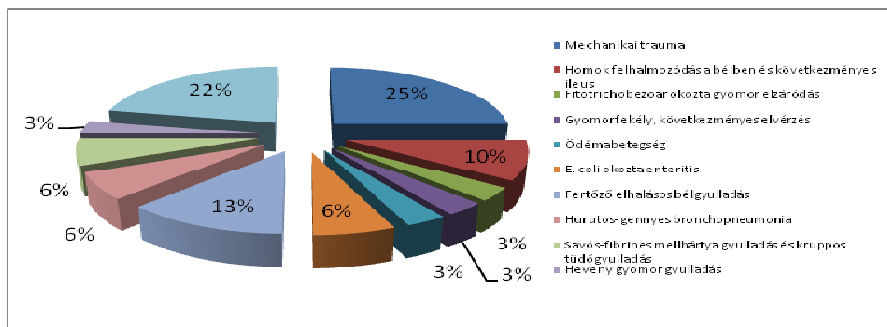


Figure 1. The cause of death in the juvenile wild boars that the authors examined

A vizsgálati periódusban 32 (25 kan és 17 emse) malac hullott el (1. ábra). A diagnosztikai vizsgálatok során 7 esetben nem sikerült tisztázni az elhullás okát az előrehaladott önmészttetés miatt. A kutatási időszakunkban, a vizsgálati területen igen meleg volt az időjárás, akár 44–47 °C-ot is elérte a higanyszál a hőmérőben a déli,

koradélutáni órákban. Ezen a hőmérsékleten igen hamar erőteljes bomlásnak indulnak az állati tetemek.

2. ábra

A koca által agyonnyomott szopós malacok



Figure 2. Piglets squashed by the sow

3. ábra

Tüdő sérülés és ennek eredményeként elvérzés a mellüregbe

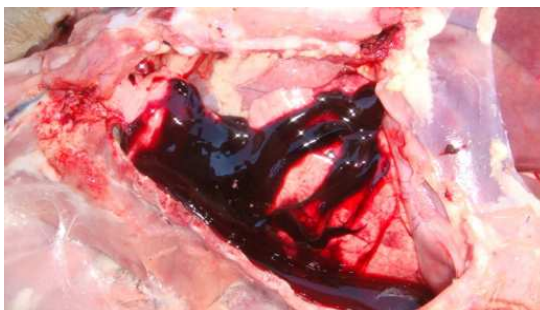


Figure 3. Lung injury and extended bleeding in the thoracic cavity as a result

Nem fertőző betegség 13 malac elhullását okozta, melyek között a különböző eredetű mechanikai traumák (az összes elhullott állat 25%-a) álltak az első helyen (2. ábra). A májrepedés, a bordák törése, a tüdő részleges roncsolódása (3. ábra) és ezek nyomán elvérzés a mell- vagy a hasüregbe a 10 napos életkorig elhullott malacokban kerültek megállapításra. Később, az idősebb korosztályokban már nem találtunk ilyen jellegű elváltozásokat.

A három hetes kortól 10%-os gyakorisággal jelentkezett a már szilárd táplálékot is felvevő malacokban a bélben, elsősorban a vakbélben, homok felhalmozódás és ennek eredményeként fellépő ileus. A vizsgálati területen a kifutók aljzata homok volt, amiben turkáló malacok a táplálékfelvétellel egy időben jelentős mennyiséget vettek fel. A homok a legtöbb esetben a vakbélben halmozódik fel, aminek a nyálkahártyáját irritálva bővérűséget és gyulladást is okoz (4–5. ábra).

4. ábra

Homokkal kitöltött vak- és vastagbél



Figure 4. Sand filled caecum and colon

5. ábra

Nagy mennyiségű homok a felnyitott bél üregében



Figure 5. Large amounts of sand in the lumen of the intestine

A választáshoz közeli időszakban 3–3%-os gyakorisággal került megállapításra nehezen emészthető növényi részekből a gyomorban összeállt fitotrichobezoár képződés és gyomor elzáródás, illetve gyomorfekély és elvérzés az emésztőcsőbe. Az előbbi a nyári időszakban a kifutókban található, nehezen emészthető, rostos, lignifikálódott növényi részek felvételét követően alakult ki. A gyomorfekély vélhetően a stresszhatására fokozódó gyomorsavképződés, és hámkárosodás eredménye.

Az *E. coli* baktériumok okozta kórképek, úgymint a szopós malacok hasmenése és a választási kor körül jelentkező ödémabetegség viszonylag ritkán (előbbi 6%, utóbbi 3%) fordult elő, ami egyfelől az igen száraz, meleg nyár baktériumokra gyakorolt negatív hatásával, másfelől az általunk alkalmazott vakcinázási program (Colisuin^R a vemhesítéskor és a fialás előtt egy hónappal alkalmazva) pozitív eredményével állhat összefüggésben.

A vadmalacokban *Clostridium perfringens* által okozott fertőző elhalásos bélgyulladását 22%-os gyakorisággal tudtuk megállapítani, különösen a 3–6 hetes életkor között. Az általunk boncolt malacokban a vékonybél nyálkahártya diffúz elhalását figyeltük meg (6–7. ábra).

6. ábra

Csőszerűen merev bélszakaszok elhalásos bélgyulladásban elhullott malacban



Figure 6. Tubular rigid intestines in a dead juvenile caused by necrotic enteritis

7. ábra

Diffúz nyálkahártya elhalás



Figure 7. Diffuse mucus necrosis

Hurutos-gennyes bronchopneumoniát 6%-os gyakorisággal sikerült megállapítani. A boncoláskor a malacok légutaiban nagy mennyiségű, finom homok és porszemcsét találtunk. A száraz nyári időszakban a vaddisznók által felvert port belélegző állatokban másodlagosan alakult ki bronchitis, bronchiolitis (8–9. ábra). Erre vonatkozóan nem találtunk irodalmi adatot, vélhetően a speciális körülmények között jelentkező légzőszervi problémával állunk szemben.

8. ábra

Tüdő emphysema nagy mennyiségű port belélegzett vadmalacban



Figure 8. Lung emphysema after the inhalation of larger amounts of dust

9. ábra

Az alveolusokban és a kis légutakban lerakódott porszemcsék



Figure 9. Dust deposited in the alveoli and the small airways

Savós-fibrines mellhártyagyulladás és kruppos tüdőgyulladás az általunk vizsgált állományban az elhullási okok 6%-át tette ki, melynek háttérében *Pastuerella multocida* fertőzést igazolt vissza a mikrobiológiai laboratóriumban lefolytatott bakteriológiai vizsgálat.

A vadmalacokban a négyhetes életkortól, amikor már intenzívebb volt a táplálékkeresés és felvétel, a gyomorba került homokszemek irritáló hatására alakult ki heveny gyomorgyulladás (10. ábra).

10. ábra

Heveny gyomorgyulladás homok felhalmozódás után a fundusi régióban



Figure 10. Acute gastritis because of sand

A szakirodalomban, európai viszonyok között ismert, paraziták (tüdőférgesség, orsóférgesség) előfordulását a vizsgálati periódusban nem tudtuk igazolni, aminek háttérében vélhetően az esetlegesen a talajra/aljzatra kerülő peték, lárvák számára kedvezőtlen (igen meleg, száraz) időjárás és az általunk alkalmazott, preventív kezelés (ivermectin injekció adása a vemhes kocának) pozitív hatása állhat.

Összességében megállapítható, hogy a zárttéri tenyészetekben megfelelő preventív intézkedésekkel (vakcinázási program, parazita elleni kezelés) a fertőző oktanú betegségek kártétele jelentősen csökkenthető, melyek bevezetése európai tenyészkertekben is megfontolandó, a helyi sajátosságok és jogi környezet figyelembe vétele mellett.

IRODALOM

- Bicsérdy Gy., Egri B., Sugár L., Sztojkov V.: Vadbetegségek. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 2000
- Faragó S.: Vadászati állattan. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 2002
- Kukushkin S., Baborenko E. et al: Seroprevalence of antibodies to main porcine infectious pathogens in wild boar in some regions Russia. *Acta Silv. Lig. Hung.* 2009. 5. 147-152.
- Lipej Z., Segalés J. et al: Postweaning multisystemic wasting syndrome in wild boar (*Sus scrofa*) in Croatia. *Vet. Arhiv.* 2006. 76.41-50.
- Náhlík A., Sándor Gy., Tari T.: A vaddisznó (*Sus scrofa*) szaporulatának alakulása egy szabaderületi populációban. *Erd. Közl.* 2013. 3. 261-269.
- Notario A., Moro J. et al: Comparatie bacteriological study of two wildboar population in Sierra Morena (Jaén, Spain). *Not. Scient. Biol.* 2010. 2. 18-23.
- Páll E.: A vaddisznó és vadászata. Harmadik, átdolgozott kiadás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1982
- Pérez D.R., Fernandez-Llario P. et al: A case of exudative epidermitis in a young wild boar from a Spanish game estate. *J. Swine Health Prod.* 2013. 21. 304-308.
- Popiolek M., Knecht D. et al: Helminths of wild boar (*Sus scrofa*) in natural and breeding conditions. *Bull. Vet. Inst. Pulawy.* 2010. 54. 161-166.
- Rosell C., Navás F. et al: Reproduction of wild boar in a cropland and coastal wetland area: implications for management. *Anim. Biodiv. Conserv.* 2012. 35. 209-217.
- Takács N., Albert E., Kiss K., Németh Z., Biksi I.: Sertések légzőszervi megbetegedéseinek elkülönítő kórjelzése I. Választás előtti kórképek. *Magy. Állatorv. L.* 2015. 137. 15-24.
- West B.C., Cooper A.L. et al: Managing wild pigs. Berryman Institute Publication. Starkwill. 2009.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Gál János

Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar,
Egzotikusállat- és Vadegészségügyi Tanszék,
H-1078 Budapest, István u. 2.
e-mail: gal.janos@aotk.szie.hu



A cink hiányának kiváltó okai a talaj-növény rendszerben

Péntek A., Fazekas Cs.

Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Víz- és Környezettudományi Intézet,
9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

ÖSSZEFOGLALÁS

A nyomelemek közül a cink esszenciális elem, mely nélkülözhetetlen az élőlények életfolyamataihoz. Az elmúlt évtizedekben komoly problémát jelentett az elem hiánya a termőterületeken. A Kárpát-medence számos talajféléseire igaz az abszolút, és relatív cinkhiány, mely befolyásolja a hozamokat, és a termés minőségét, így a területen folyó termelés gazdaságosságát. Az elem szerepének fontosságát a nagy számban megjelent angol nyelvű publikációk jelzik. Összefoglalásukra, magyar nyelven is szükség van. A tanulmány 102 szakirodalom áttekintésével ismerteti az elem fizikai, kémiai tulajdonságait, biológiai szerepét, talajbeli formáit, mozgékonyágát, tápanyag-visszapótlási formáit, és a hiány kontrolálásának, illetve megoldásának lehetőségeit. (Kulcsszavak: növény cinkfelvétele, talaj és lombtrágyázás, cinkhiány)

ABSTRACT

The cause of zinc deficiency in the soil-plant system

A. Péntek, Cs. Fazekas

Széchenyi István University, Faculty of Agricultural and Food Science, Water and Environmental Science Institute,
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

Among trace elements zinc is essential for optimal physiological processes of living beings. Yet, in recent decades, the deficiency of this element is a major problem in crop areas. The absolute and relative zinc deficiency is true for many types of soil in the Carpathian Basin, influencing yields, the crop quality and, as a result, the economic efficiency. The great number of publications in English language also prove the importance of this element. There is an urgent need for a summary of these publications in Hungarian language. By the review of 102 articles on technical literature, the present study describes the physical and chemical properties of this element, its biological role, its forms of existing in the soil, its mobility, the fertilization possibilities and the possibilities of controlling and compensation.

(Keywords: plant zinc uptake, soil and foliar fertilization, zinc deficiency)

BEVEZETÉS

A táplálékláncon keresztül közvetlen, illetve közvetett kapcsolat folyamán a földkéreg szinte minden eleme eljut a differenciált szervezetekhez (Bradshaw és mtsai., 2012). A biotáknak a Földet alkotó elemek közül feltételezhetően 76-ra van szüksége valamilyen élettani funkcióban betöltött szerepük miatt (Kádár, 2005). A feltételezett 76 elemből – melyek szükségesek a flóra, és fauna élőlényeinek – 18-ról bizonyosan állítható, hogy más elemekkel nem helyettesíthetőek. Ezeknek az elemeknek kulcsszerepük van

biokémiai, élettani folyamatokban, nélkülözhetetlenek az élőlény életciklusának befejezéséhez, illetve az életképes utódok létrehozásához (Arnon és Stout, 1939; Raux és mtsai., 2000; Poonkothai és Vijayavathi, 2012).

A cink egy fémes elem, a periódusos rendszer d-mezőjében található, mint átmeneti fém. Rendszáma 30, atomtömege 63,409 g/mol, szobahőmérsékleten kékes színű, rideg. Neve a német Zink névből ered, régiesen horganynak is nevezik.

A „cink” fogalma csak a XVII. században, az anyag „újrafelfedezésével” vált elfogadottá. Georgius Agricola (1490–1555) ismerte fel a cink fizikai sajátosságait, amikor úgynevezett „Zincum”-ot állított elő. Paracelsus (1493–1541) tette világossá, hogy a „Zincum” egy önálló fém. A XVIII. és XIX. században, Európában tűzhorganyzásra, korrózióval szembeni védelemre, illetve sárgarézyártásra használták ötvöző anyagként (<http://www.zinc.org>).

A cink (Zn) növény-, állat-, illetve humánélettani szempontból is bizonyítottan az esszenciális elemek közé tartozik (Pais, 1980; Bohn és mtsai., 1985; Anton és mtsai., 1999; Alloway, 2008). Az esszenciális jellege Sommer és Lipman (1926) által nyert bizonyítást. Az élő szervezetekben a vas után a második leggyakoribb elem a mikroelemek közül (Alloway, 2009).

Az elem kis mennyiségben, 0,001–0,03%-ban fordul elő a talajban, a különböző agyagásványok, mint a biotit $K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$, az aguit $CaMgSi_2O_6$, az amfibol $CaMg_3Si_4O_{12}$ kristályrácsaiban, illetve az alumínium-, és vas-oxidokban (Mauritz és Vendl, 1942; Kirkby, 2005).

A cink mikroelem, hiánya globálisan jelentős tápanyag-ellátási és táplálkozási probléma a növényi és emberi populációk tekintetében. Becsült értékek alapján a gabona vetésterületeinek 50%-a hiányos cink mikroelemből, amelynek hatására a termés hozam, és a beltartalmi értékek romlásával számolhatunk. Cinkhiányos területeken termesztett takarmánynövények és élelmiszeripari alapanyagok nem tartalmaznak elegendő mennyiségű cinket, így ezekben a terményekben jelentkező cinkhiány az emberi táplálékláncon keresztül komoly humántáplálkozási problémákat jelent. Úgy becsülik, hogy a világ népességének közel fele érintett a Zn-hiányban. A Zn-hiány felelős közel 450.000 öt éven aluli gyermek haláláért évente a világon (Graham és mtsai., 1992; Raschid és Rafique, 2002; Black és mtsai., 2008; Cakmak, 2008; Nicolich és mtsai., 2016).

Fontos, hogy a növényi és állati élelmiszer, illetve takarmány alapanyagokban a cink szervesen kötött metalloenzim formában, megfelelő koncentrációban megtalálható legyen, mivel a különböző biokémiai folyamatokban a szervesen kötött cink hasznosul a legmegfelelőbben (Cakmak és mtsai., 1999; Graham és Welch, 2000; Szakál és mtsai., 2006; Bybordi és Mamedov, 2010; Péntek és mtsai., 2014; Nicolich és mtsai., 2016).

A szemle cikk célja, hogy a cinkkel kapcsolatos korábbi és az új tudományos eredményeket logikusan rendszerezze, az esetleges összefüggéseket feltárja, és rávilágítson az újabb módszerekre, információkra.

Talajaink cinkellátottsága

A talajkolloidok felületén Zn^{2+} , $ZnOH^+$, illetve $ZnCl^+$ ion alakjában kötődik, adszorpciós komplexumai erősen megkötik az elemet. A kolloidban gazdagabb talajokban több cink található, tehát a humuszosabb, és nagyobb agyagtartalmú talajokban több cink kötődik meg, mint a homokon (Mengel, 1976; Lotthammer, 1992; Loch és Nosticzius, 2004).

Magyarországi talajok összes cinktartalmát tekintve a homoktalajokban kevesebb (30 mg/kg), az erdőtalajokban közepes (70–115 mg/kg), míg a csernozjom talajokban több (120–150 mg/kg) cink található (Mengel, 1976).

Cinkhiányos talajról akkor beszélünk, ha 0,6–2,0 mg/kg közötti tartományban található a felvehető cinktartalom a laboratóriumi extrakciós módszer függvényében (Singh és mtsai., 2005). Kádár (2005) szerint a talajok kötöttsége szempontjából azok minősülnek cinkből hiányosnak, amelyek homokon (K_A 37 alatt) 1,0 mg/kg, vályogon (K_A 38–50) 2,5 mg/kg, agyagon (K_A 50 felett) 3,5 mg/kg KCl+EDTA Zn-nél kevesebbet tartalmaznak.

A FAO és a MTA-TAKI Talajvédelmi információs és monitoring rendszere (TIM) adatai alapján a hazai talajok mikroelemekben gyengén ellátottak. A hiányos területek minőségi megoszlása tekintetében KCl+EDTA kivonószerezrel meghatározott vizsgálatok alapján cink mennyiségre nézve 18%-ban kevesebb mint 1 mg/kg, 47%-ban 1,0–2,5 mg/kg Zn-et tartalmaznak. Összességében az országosan vizsgált talajok 46%-a cinkben gyengén ellátottnak minősül. Kádár (2012) kutatásai alapján ez az arány elérheti a 55%-ot is. A cinkhiányos területek között találunk savanyú, és meszes talajokat is. Délkelet-Magyarországon, és a Mezőségben megtalálható meszes alapkőzetten kialakult csernozjom, öntés és réti csernozjomok tekintetében gyenge ellátottságot tapasztalunk. Békés és Fejér megyékben a cinkhiányos területek aránya 85–87% (Kádár, 2005; Várallyay és mtsai., 2009; Forró-Rózsa, 2014).

A cink növényélettani szerepe

Az elem növényélettani szerepe elsősorban specifikus és nem specifikus enzimaktivátor funkciójában, és a metalloenzim komplexek kialakításában mutatkozik meg. Összesen több mint 200 enzimben megtalálható (Rashid és mtsai., 1994). A cink az egyetlen elem, amely mind a hat enzim csoport (oxidoreduktázok, transzferázok, hidrolázok, liázok, izomerázok, ligázok) valamelyik enzimjében fellelhető (Broaley és mtsai., 2012).

A szuperoxi-dizmutáz (CuZnSOD) Cu–Zn-tartalmú enzim, amelyben a réz a katalitikus fém szerepét, a cink a strukturális elem funkcióját tölti be. Hozzájárul a szerkezeti stabilitás fenntartásához, a ciszteinnel és az aszpartáttal alkotott ligandumok kapcsán (Abreu és Cabelli, 2010). A szuperoxi-dizmutáz aktivitás erősen csökken a cinkhiány hatására, így az enzim aktivitása jobb indikátora a cinkhiánynak, mint a levélszövet összes cinktartalma (Cakmak és mtsai., 1997; Yu és mtsai., 1999; Hacisalihoglu és mtsai., 2003). A szuperoxi-dizmutáz aktivitásának csökkenése a szuperoxid-anion-gyök számának növekedéséhez vezet, a gyök pedig a membrán lipidek peroxidációjához és az indolecetsav oxidatív lebomlásához vezet. Ez a folyamat végső soron klorózist és növekedésgátlást okoz (Láng, 2002).

Azok az enzimek melyekben a cink enzimalkotó, leggyakrabban egy-egy cinkatomot tartalmaznak, viszont az alkohol-dehidrogenáz és a RNS-polimeráz kettőt, a foszfolipáz hármat, a szénsav-anhidráz pedig hatot. A cink-metalloproteinekben a cink a fehérjemolekulához (cisztein, hisztadin) csatlakozva tetraédes koordinációt hoz létre, ami lehetővé teszi a molekula kapcsolódását a specifikus DNS szekvenciákhoz. A polipeptid lánc 11–13 aminosavból álló hurkokat képez, amelyek így a DNS-hez kapcsolódhatnak. A molekula helikális, ujjszerű (finger) részleteiről kapta a Zn-finger fehérje elnevezést. A Zn a fehérjeszintézisben is részt vesz, a riboszómák strukturális integrálásának fenntartásához szükséges (Sandmann és Böger, 1983; Coleman, 1992; Vallee és Falchuk, 1993; Schmidt és Szakál, 2007; Auld és Bergman, 2008).

A fehérjeszintézisen túl a szénhidrát-anyagcsere egyes enzimjeinek működéséhez is elengedhetetlen. A szénsav-anhidráz-enzim az aldoláz, és a fruktoz-1,6-difoszfát normális működése szintén a megfelelő Zn-ellátáson alapul. Az elem hiányában ezeknek az enzimeknek az aktivitása jelentősen csökken (Láng, 2002).

A cink hatásában párhuzamot mutat a magnéziummal és a mangánnal, illetve azok fiziológiai funkcióival. A megfelelő cinkellátás elősegíti a növényben a triptofán (esszenciális aminosav) szintézisét. A triptofánt pedig az indolecetsav (IES) prekursorának tekintjük (Láng, 2002). Az indolecetsav az auxinok egyik fő vegyületformája (Bonner és Nisley, 2002). A mikroelem hiányának tipikus vizuális tünetei minden esetben megegyeznek az auxin hiányának tüneteivel. A szerző kiemelten említi a "kis leveleket", a többé-kevésbé kifejezett deformációt a levéllemez növekedésében, és a megrövidült internódiumokat azaz a "rozetta formációt" (Zorn és mtsai., 2007b). A cinkhiány hatására a levelek RNS szintje és a sejtbeli riboszómák mennyisége erőteljes csökkenést mutat, amely erősen kihat a fehérje szintézisre, továbbá csökken a növények klorofiltartalma is, ezáltal a leveleken fehér elszíneződés mutatkozik. A klorózis kezdetben a növekvő fiatal növényi részekben jelenik meg, mivel az elem mobilitása alacsony a növényben (Bergmann, 1993).

A cinkhiány okai

Az elem hiányának közvetett, és közvetlen okait az 1. ábra mutatja be.

1. ábra

A növények cink- mikroelem hiányának különböző okai



Figure 1. Various reasons of the plants zinc micronutrient deficiencies (forrás: Alloway, 2008)

A haszonnövényeink cinkszükséglete faj- és fajta specifikus (Alloway, 2008). A növények normálisnak tekinthető cinktartalma 25–150 mg/kg. A cinkhiány általában a 10–20 mg/kg alatti elemkoncentrációnál lép fel (Kabata-Pendias, 2011). Az elem felvehetőségét, illetve mobilitását nagyban befolyásolja az adott elem ionformája, oxidációs foka, kémiai természete, a közeg tulajdonsága, mint például a pH, redoxviszonyok, kelátképzők stb. (Wolf, 1999).

A talaj H^+ -ion koncentrációjának növekedésével a cink oldhatósága, így a mozgékonyasága is növekszik a talajban (Alam és mtsai., 1999; Han és mtsai., 2001; Rimmer és mtsai., 2001). Az elem a pH csökkenésével a toxikus szintet is elérheti, ezzel

párhuzamosan viszont csökken a növények számára hozzáférhető N, P, K, Ca, Mg és Mo mennyisége, mely összefüggést mutat a kilúgozásos folyamatok erősödésével (Stefanovits, 1977; Kaiser, 1996).

2. ábra

Az egyes tápelemek felvehetősége a pH függvényében

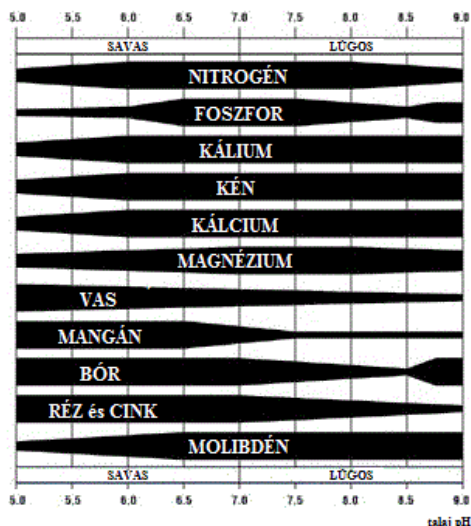


Figure 2. Availability of nutrients in function of pH

(<http://extension.umass.edu/landscape/fact-sheets/nutrient-management-ornamentals>)

Az elem felvételi és mozgékonyági optimuma 5,8–6,5 közötti pH tartományában van (2. ábra) (Györi, 1987; Füleky, 1999; Wolf, 1999; Taiz és Zeiger, 2010). 7,7 pH alatt Zn^{2+} ; 7,7 pH felett pedig $Zn(OH)_2$ formában található a talajban (Filep, 1999). A talaj kémhatása erősen befolyásolja a benne élő mikrobiális folyamatokat. A mikrobiológiai tevékenység módosítja a Cu, Zn, Mn, Al és a Mo mikroelemek oldhatóságát és oxidációs állapotát, így a talaj pH-ja komplexen hat az elem felvehetőségére (Schmidt és Szakál, 2001).

A cink kémiai, fizikai és biológiai kölcsönhatásban van a különböző tápelemekkel (Lambert és mtsai., 1979). A relatív hiánya származhat a kalciummal, illetve foszforral való antagonizmusából (Kabata-Pendias, 2011). A kalcium miatt fellépő indukált cinkhiány az olyan karbonátos talajoknál jelentkezik, amelyeknél a $CaCO_3\%$ egyenértékben megadott kalcium vagy magnézium meghaladja a 15%-os értéket, és a felszíni réteg legalább 5%-kal több karbonátot tartalmaz, mint az alatta lévő réteg (Alloway, 2008; Holloway és mtsai., 2008). Marschner (1997) kutatásai alapján, az antagonizmus oka a talajban lévő nagy $CaCO_3$ -tartalom, valamint a képződött $Zn(OH)_2$ és $ZnCO_3$ gyenge vízdékonysága. A meszes talajokban, ahol sok a kalcium és semleges a pH, a cinknek több mint a fele kelátkötésben található (Taiz és Zeiger, 2010). Bergmann (1993) és Turán (2003) kutatásai alapján a szuperfoszfát hosszú időn át tartó használatával a kukoricán és a babon cink-hiánytünetek alakulhatnak ki. Marschner és Schropp (1977) szerint már 150:1 felett kritikus lehet a foszfor–cink arány, de ez növényfajonként és -fajtánként, illetve kísérleti helyenként is változhat (Alloway, 2008).

Hazánkban a P:Zn arány ideális értéke 50:1–150:1 közöttire tehető. Kádár (2008) szerint a foszfor által indukált cinkhiány akkor jelentkezik, amikor a P:Zn arány 200:1 fölé emelkedik. Izsáki (2011) kutatásai alapján a relatív hiány főként a 330:1-nél tágabb P:Zn aránynál jelentkezik csernozjom réti talajon. Száraz aszályos években a foszfor indukálta cinkhiány erősebben jelentkezhet, nagyobb termés-csökkenést eredményezve a foszfor túlkínálat hatására (Hermann és mtsai., 2014). A P x Zn antagonizmus jelenségének magyarázata (a régebbi hipotézisekkel ellentétben) nem a képződő cinkfoszfát a talajban, mert a $Zn_3(PO_4)_2$ megfelelő cink- és foszforforrásul szolgálhat. A foszfor túlsúly gátolja a cink növénybeli transzportját, és csökkenést okoz a növényi biomassza produktumban (Aduloju, 2004; Ogunwale és mtsai., 2002), tehát a P x Zn antagonizmus a növényben játszódik le, faj illetve fajta specifikus (Kádár és Shalaby, 1984; Bergmann, 1993; Bennett, 1996; Li és mtsai., 2003; Kádár, 2008). A növekvő foszfor-ellátás erős cinkhiányt indukál és foszfor toxicitási tüneteket eredményez érközi klorózis formájában. Az abszolút és/vagy relatív cinkhiányos növényeknél a foszforszállításnak a visszacsatolási mechanizmusa károsodik. A cinkhiányos növényeknél a foszfor mindössze 7,8%-a szállítódik bazipetálishan. Normál esetben a kedvező cinkellátottságú növényeknél ez az érték 43% volt. A P:Zn arány eltolódásának, valamint a levelek erősen eltérő P- és Zn-tartalmának az oka, hogy a cinkhiány által kiváltott rendellenesség következtében a gyökerekből a levelek irányába történő cinkszállítás lecsökken, a P-szállítás pedig megnő (Cakmak és Marschner, 1986; Bokhtiar és Sakurai, 2003; Natharja és mtsai., 2005). Das és mtsai. (2005) kutatásai alapján az előbbieken tárgyalt antagonizmus jelensége megszüntethető talaj illetve lombtrágyázással, ha a két elem aránya megfelelően alakul a növényben.

A cinkhiány okai között megemlítendő a legősibb pótlási módszerének, a szerves istállótrágyázásnak a hiánya. Sager (2007) kutatásai alapján a különböző istállótrágyák cinktartalma 164–1156 mg/kg között változhat szárazanyagra vonatkoztatva a haszonállat faja és a takarmány elemtartalma függvényében. A szerves trágya mikroelem-tartalma az alkalmazás évben a növények számára nem teljes mértékben áll rendelkezésre, viszont közép- és hosszú távú mikroelem ellátást biztosít a növények számára. A rendszeres szerves trágyázás ezért ritkán teszi szükségessé a célzott mikroelem trágyázást (Zorn és mtsai., 2007a).

Az elem esetében említést kell tennünk a talaj humuszanyagaival való kapcsolatáról is. Kádár (2005) szerint a humifikát vegyületek (huminsavak, fulvosavak) a mikroelemeket komplex formában kötik ún. fémhumát komplexek formájában. A huminsavval alkotott komplexek a nagy molekulásúly miatt kicsapódva a szilárd fázisban a növények számára kevésbé felvehetőek. Ezzel szemben a fulvósavval alkotott fémkomplexek inkább a talaj folyékony fázisában maradván a növények számára felvehetőek. Wong és mtsai. (2007) szerint is az oldott szerves anyag mennyisége fontos befolyásoló tényező a Zn mobilitását tekintve a talajban 7–7,5 pH tartományban.

A talajpórusok vízzel való telítődése az árvíz sújtotta talajokon, illetve az árasztásos öntözéssel termesztett rizsnél okozhat nyomelem hiányt (Moslehuddin és mtsai., 1997; Neue és mtsai., 1998; Savithri és mtsai., 1999).

Az elem visszapótlásának lehetőségei

A haszonnövényeinknél a gazdasági hozam elérése érdekében a számukra szükséges tápelemeket talajon és lombozaton keresztül biztosítjuk. A talajon keresztüli visszapótlást a növények számára nagy mennyiségben szükséges elemeknél alkalmazzuk leggyakrabban. A talajtrágyázásnál elsősorban a talajvizsgálatok eredményei a

meghatározóak, míg a lombtrágyázás szükségességét növényi szövet- és talajvizsgálatok, esetlegesen a lombozaton megjelenő hiánytünetek teszik szükségessé. A hiánytünetek megjelenése esetén, már elkerülhetetlen a növényi produktum minőségbeli, és mennyiségi csökkenése. Bizonyos körülmények között a lombozaton keresztüli növénytáplálás hatékonyabb, és gazdaságosabb egyes elemek tekintetében (*Schmidt és mtsai.*, 2005; *Szakál és mtsai.*, 2006.,).

Az elem pótlására három fő vegyületkört alkalmazunk: a szerves cink sókat, cink kelátokat, illetve természetes szerves komplexeket. A vegyületkörökben jelentős eltérés van a cinktartalom, az ár és a hasznosulás tekintetében különböző talajokon és haszonnövények estében (*Alloway*, 2008).

A növényfajoknak eltérő a cink mikroelem-felvétele. A cink felvételét befolyásolja a vegyület formája. A növények a talajból Zn^{2+} -ion formájában, illetve komplex formában jól hasznosuló ligandumokkal képesek felvenni a cinket (*Lezny és mtsai.*, 2005; *Tsonev és Lidon*, 2012). A növények gyökéren keresztüli tápanyagfelvételének alapvető feltétele, hogy a tápelem ionjának el kell jutnia a gyökér felületére. Ennek a fizikai folyamatnak három lehetséges módja van:

- a gyökér intercepcióval (root interception),
- a tápelem-ionok talajoldattal történő áramlása, az anyagáramlás (mass flow), és
- a tápelem-ionok diffúziója a talajoldatban (diffusion) (*Marschner és Rengel*, 2012).

A gyökéren keresztüli felvétel után az elem növényi transzlokációja a xilémen (farész) keresztül történik a szimplasztba, és az apoplasztba (*Broadley és mtsai.*, 2007). Nagy mennyiségű cink mutatható ki a floém (háncsrész) szállító nyálábjaiban, tehát a xilém és a floém egyaránt részt vesz az elem transzlokációjában (*Pearson és mtsai.*, 1995; *Haslett és mtsai.*, 2001).

A talajon keresztüli cink pótlására főként fémsókat alkalmazunk. Így a talajba került agyagásványokon, és a humusz kolloidokon megkötött Zn^{2+} -ionok biztosítják a hozzáférést a növények számára az elemhez. A talajon történő pótlás hátránya, hogy nagy mennyiségű cinkvegyület (30–80 kg/ha) kijuttatása szükséges. A nagy mennyiség ellenére is meglehetősen költséghatékony, mivel a kívánt területen 15–18 évig megfelelő cinkellátást biztosít az ott termesztett növénykultúrák számára (*Szakál és mtsai.*, 1988; *Schmidt és mtsai.*, 2002; *Szakál és mtsai.*, 2005).

A lombtrágyázásnak kulcsfontosságú szerepe van a növények tápanyag- visszapótlási rendszerében (*Pecznik*, 1976). Annak ellenére, hogy a növények levelei specializálódtak a fény és a CO_2 megkötésére, azon képességüket sem veszítették el, hogy a vizet és a tápanyagokat is képesek hasznosítani. Ezt a tulajdonságot már régóta ismeri és használja a mezőgazdaság (*Fernández és Eichert*, 2009). A lombtrágyázásnak egyik jellemzője, hogy a növények tápelemekkel szembeni igényét csak részben tudja kielégíteni. A talajon keresztüli növénytápláláson felül kiegészítésként kell alkalmazni a fellépő hiánytünetek megjelenése előtt. Abban az esetben, ha a növényvédőszer és a lombtrágya keverhető, az együttes kijuttatás nem igényel külön beavatkozást, így az eljárás költséghatékonyabb (*Réder és mtsai.*, 2006; *Kádár*, 2008). A lombtrágya hasznosulása erősen függ a vizsgált vegyület tulajdonságaitól, a növény fenológiai fejlődési szakaszától, a fajlagos levélfelület nedvesíthetőségétől, amelyet a kutikula rétegösszetétele befolyásol. A kutikula az epidermisz sejtek által szintetizált bio-polimer anyag keveréke, összetétele faj-, illetve fajta specifikus (*Heredia-Guerrero és mtsai.*, 2008; *Pollard és mtsai.*, 2008).

A lombtrágya levéllemezbe való bekerülése az oldott anyag, illetve a levél belső szövetes állománya közti koncentráció-különbség miatti passzív transzport

következtében jön létre (Eichert és Fernandez, 2012). A lombozaton alkalmazott tápanyagok behatolhatnak a levéllemez felületén, a kutikulán és a gázcserenyílásokon keresztül. A kutikulán keresztüli, illetve a sztómákon átjutó anyagok jelentőségéről még mindig folyik a vita, de bizonyíték van arra, hogy mindkét út lehet egyformán fontos (Eichert és Goldbach, 2008). A sztómális hasznosulás függ a sztómák sűrűségétől is, amely fajonként 20–800 db/mm² között változik (Eichert és Fernandez, 2012). A kutikula kémiai tulajdonságai alapján, a lombozaton használt, főként ionos vegyületek nem hasznosulhatnak, mivel nagyon kicsi az oldékonyságuk a kutikula felső rétegében. Így az oldódási-diffúziós modell alapján minimális lenne az átjutásuk a levelek kutikularétegén. A gyakorlat alapján mégis fontos szerepük van a növénytáplálásban a levél felületére került vegyületeknek (Schreiber, 2006; Schönherr, 2006).

A cink toxicitása

A cink nagyobb koncentrációban erősen toxikus (Hanuer és mtsai., 2012; Kádár, 2012). A toxicitás határa függ a növény fajtától, a genotípustól, és a fenológiai fázistól. Általában 100–500 mg/kg közötti értékre tehető a növényi részekben (Zhao és mtsai., 2010). A növények a fejlettebb homeosztatisz mechanizmusai miatt hajlamosabbak elviselni az emelkedett cink koncentrációt, mint a talajfauna, és a mikroorganizmusok (Alloway, 2008). A növények általános tápanyagigényét a növényi növekedés idealizált görbéje mutatja (Taiz és Zeiger, 2010). A görbén a hiányzóna, és a megfelelő növekedést jelentő szakasz határán találjuk az alsó kritikus koncentrációt, ami a maximális növekedés 90%-át biztosítja. A görbe optimális, illetve felesleges tápanyagfelvételt nyújtó vagy mérgező toxikus szakasza között találjuk a felső kritikus tápanyag koncentrációját. A felső kritikus tápanyag koncentráció határozza meg az adott elem növénybeli toxicitását (Alloway, 2008; Taiz és Zeiger, 2010). A talajok cinktartalma a toxikus mennyiséget a mezőgazdasági rendszerekben ritkán éri el (Alloway, 2008). A toxicitás főként bányászati és kohászati tevékenységet folytató üzemek közelében, és ezek szennyvíziszapjával szennyezett területein jelentkezhet (Broadley és mtsai., 2007). A túlzott cinkellátás, illetve cink toxicitás leggyakrabban a fiatal levelek klorózisában mutatkozik meg. A tünet oka lehet a magnézium vagy a vas indukált hiánya, mivel mindkét elem ionjai (Mg²⁺, Fe²⁺) hasonló ionátmérővel rendelkeznek, mint a Zn²⁺. A klorózist kiválthatja a mangán hiánya is. A magas cinkellátottság erősen csökkenti a növények mangán koncentrációját is (Broadley és mtsai., 2012).

KÖVETKEZTETÉSEK

A talajok cink mikroelemből hiányt mutatnak. Akár relatív, akár abszolút értelemben vett hiány esetében orvosolnunk kell a problémát. A szakirodalmi adatok alapján, a relatív hiány főként a Ca és a P elemekkel szembeni antagonista kapcsolat révén merül fel haszonnövényeinknél. Az elemek kapcsolatrendszer, antagonizmusa erőteljesen termőhely és természetű növényfaj, illetve fajta specifikus. Emellett a tápanyag visszapótlás általában csak a főbb makroelemekre terjed ki, ami az elemkoncentrációk különbségeinek szélesedéséhez vezet, így az antagonizmus kialakulásának is erősen kedvez. A kalcium és a foszforral kapcsolatos antagonizmusok körülményeinek kutatása, hazánk heterogén adottságai miatt indokolt.

Az elem hiányának kimutatásával kapcsolatosan számos elfogadott módszer létezik. Ezek közül a SOD enzim aktivitás mérését emeljük ki. A metaloenzim komplex, illetve

az enzim aktivitása növényélettani szempontból lényegesen meghatározóbb, mint a növényi rész cinktartalma. A különböző cinkhiányos talajok cinkvisszapótlása szempontjából a szervestrágyázás fontossága hangsúlyozandó, hiszen egy gyenge szervestrágyázással (15 t/ha) (Árendás, 2006) már fedezhető az ott termesztett növények cink mikroelem szükséglete.

A cink műtrágyázás szempontjából nagy jelentősége van a különböző ipari folyamatokban keletkező olyan melléktermékeknek, amelyek nagy koncentrációban tartalmazzák az elemet. A cinktrágya használata esetén meghatározó a tápelemet tartalmazó vegyület minősége. A gyakorlatban használt cinktrágya vegyületformák (szervetlen és szerves) az adott haszonnövény, illetve a termőhely tényezői alapján kiválaszthatók (Alloway, 2008). A relatív, de akár az abszolút cinkhiány esetén is haszonnövényeiknél megszüntethető az elem hiánya a kis költségvonzattal megjelenő lombkezeléssel.

IRODALOM

- Abreu, I.A., Cabelli, D.E. (2010): Superoxide dismutases – a review of the metal-associated mechanistic variations. *Biochim. Biophys. Acta.* 1804. 263-274.
- Aduloju, M.O. (2004): Acid Extractable Micronutrients (Mn and Zn) in selected soils of vegetable producing areas of Kwara State, Nigeria. *Nigerian Journal of Horticultural Science.* 9. 116-119.
- Alam S.M., Maqvi S.S.M., Ansari R. (1999): Impact of soil pH nutrient uptake by crop plants. In Pessarakli M. (edit.): *Handbook of Plant and Crop Stress* 2nd Ed. Marcel Dekker AG, Basel. 51-60.
- Alloway B.J. (2009): Soil factors associated with zinc deficiency in crops and humans. *Environmental Geochemistry and Health,* 31, 537-548.
- Alloway B.J. (2008): *Zinc in Soils and Crop Nutrition.* IZA Publications. International Zinc Association, Brussels.
- Anton, A., Dura, Gy., Gruiz, K., Horváth, A., Kádár, I., Kiss, E., Nagy, G., Simon, L., Szabó P. (1999): Talajszennyezés, Talajtisztítás. Neotipp Bt. Budapest. 8-9.
- Árendás, T. (2006): Tápanyag-gazdálkodás, növénytáplálás. In: (Szerk) Birkás, M. *Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó,* 179-247.
- Arnon, D.L., Stout P.R. (1939): The essentiality of some elements in minute quantity for plants with special reference to copper. *Plant Physiol.,* 14. 371-375.
- Auld, D.S., Bergman, T. (2008): The role of zinc for alcohol dehydrogenase structure and function. *Cellular and Molecular Life Sciences,* 65. 3961-3970.
- Bennett, W.F. (1996): *Nutrient Deficiencies Toxicities in Crop Plants.* APS Press. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. (1-7). 99-103.
- Bergmann, W. (1993): *Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen.* 3. Auflage. Gustav-Fischer-Verlag, Jena-Stuttgart.
- Black, R.E., Allen, L.H., Bhutta, Z.A., Caulfield, L.E. Onis, M., Ezzati, M., Mathers, C., Rivera, J. (2008): Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *Lancet,* 371. 243-260.
- Bohn, H.L., McNeal, B.L., O'Connor G. A. (1985): *Talajkémia. Mezőgazdasági Kiadó - Gondolat Kiadó, Budapest.* 24.
- Bokhtiar, S.M., Sakurai, K. (2003): Sugarcane Response to Soil Phosphorus, *Better Crops International.* 17. 1. 20-25.
- Bonner, F.T., Niesley, R.T. (2002): *Woody-Plant Seed Manual.* Chapter 1, USDA-Forest Service, Washington DC.

- Bradshaw, C., Kautsky, U., Kumblad L. (2012): Ecological Stoichiometry and Multi-element Transfer in a Coastal. Ecosystem, 15. 4. 591-603.
- Broadley M.R., White, P.J., Hammond, J.P., Zelko, I., Lux, A. (2007): Zinc in plants. *New Phytologist*, 173. 677-702.
- Broaley, M., Brown, R., Cakmac, I., Rengel, Z., Zhao F. (2012): Function of Nutrient: Micronutrients. In Marschner P. (edit.): *Mineral Nutrition Higher Plants 3rd Ed.* Chapter 7. Academic Press, USA.
- Bybordi, A., Mamedov, G. (2010): Evaluation of Application Methods Efficiency of Zinc and Iron for Canola (*Brassica napus* L.). *Notulae Scientia Biologicae*, 2. 94-103.
- Cakmak, I. (2008): Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant and Soil*, 302. 1-17.
- Cakmak, I., Derici, R., Torun, B., Tolay, I., Braun, H.J., Schlegel, R. (1997): Role of rye chromosomes in improvement of zinc efficiency in wheat and triticale. *Plant and Soil*, 196. 249-253.
- Cakmak, I., Kalaycı, M., Ekiz, H., Braun, H. J., Kılınc, Y., Yılmaz, A. (1999): Zinc deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Turkey: A NATO-science for stability project. *Field Crops Research*, 60. 1. 175-188.
- Cakmak, I., Marschner, H. (1986): Mechanism of phosphorus – induced zinc deficiency in cotton. I. Zinc deficiency – enhanced uptake rate of phosphorus. *Physiologia Plantarum*, 68. 3. 483-490.
- Coleman, J.E. (1992): Zinc proteins: enzymes, storage proteins, transcription factors, and replication proteins. *Annu. Rev. Biochem.*, 61. 897-946.
- Das, K., Dang, R., Shivananda, T.N., Sur, P. (2005): Effect Between Phosphorus and Zinc on their Availability in Soil in Relation to their Contents in Stevia (*Stevia rebaudiana*). *The Scientific World Journal*, 5. 490-495.
- Eichert, T., Fernandez, V. (2012): Uptake and Release of Elements by Leaves and Other Aerial Plant Parts. In Marschner P. (edit.): *Mineral Nutrition Higher Plants 3rd ed.* Academic Press, USA.
- Eichert, T., Goldbach, H.E. (2008): Equivalent pore radii of hydrophilic foliar uptake routes in stomatous and astomatous leaf surfaces – further evidence for a stomatal pathway. *Physiology Plantarum*, 132. 491-502.
- Fernández, V., Eichert, T. (2009): Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 28. 36-68.
- Filep, Gy. (1999) *Talajtani alapismeretek.* Debreceni Center-Print Nyomda, Debrecen. 204-205.
- Forró-Rózsa, E. (2014): Réz a talajban, *Acta Agronomica Óvariensis*. 56. 1. 97-108.
- Füleky, Gy. (1999) *Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.* 67. 70-71.
- Graham, R.D., Ascher, J.S., Hynes, S.C. (1992): Selecting zinc-efficient cereal genotypes for soils of low zinc status, *Plant and Soil*. 146. 241-250.
- Graham, R.D., Welch, R.M. (2000): Plant food micronutrient composition and human nutrition. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 31. 1627-1640.
- Gyóri, D. (1987): *A talaj termékenységéje. Mezőgazdasági kiadó, Budapest.*
- Hacisalihoglu, G., Hart, J.J., Wang, Y.H., Cakmak, I., Kochian, L.V. (2003): Zinc efficiency is correlated with enhanced expression and activity of zinc-requiring enzymes in wheat. *Plant Physiology*, 131. 595-602.
- Han, F.X., Kingerly, W.L., Selim, H.M. (2001): Accumulation, Redistribution, Transport and Bioavailability of Heavy Metal in Waste-Amended Soils. In Iskandar I.K. -

- Kirkham M.B. (eds.): Trace Element in Soils Bioavailability, Flux, and Transfer. Lewis Publisher, Washington D.C. 145-169.
- Hanauer, T., Jung, S., Felix-Henningsen, P., Schnell, S., Steffens, D. (2012): Suitability of inorganic and organic amendments for in situ immobilization of Cd, Cu, and Zn in a strongly contaminated Kastanozem of the Mashavera valley, SE Georgia. I. Effect of amendments on metal mobility and microbial activity in soil. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 175. 5. 708-720.
- Haslett, B.S., Reid, R.J., Rengel, Z. (2001): Zinc mobility in wheat: uptake and distribution of zinc applied to leaves or roots. *Annals of Botany*, 87. 379-386.
- Heredia-Guerrero, J.A., Benítez, J.J., Heredia, A. (2008): Self-assembled polyhydroxy fatty acids vesicles: a mechanism for plant cutin synthesis. *Bioessays*, 30. 273-277.
- Hermann, T., Kismányoki, T., Tóth, G. (2014): A foszfor-ellátottság hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termőképességére mezőségi és barna erdőtalajú termőhelyeken, különböző évjáratokban. *Növénytermelés*, 63. 1. 5-21.
- Holloway, R.E., Graham, R.D., Stacey, S.P. (2008): Micronutrient deficiencies in Australian field crops, Chapter 3. In Alloway B.J. (edit.): *Micronutrient Deficiencies in Global Crop Production*. Springer, Dordrecht. 63-92.
- Izsáki, Z. (2011): A kukorica P-tápláltsága és a foszfor-cink kölcsönhatás műtrágyázási tartamkísérletben csernozjom réti talajon. *Agrokémia és Talajtan*, 60. 147-160.
- Kabata-Pendias, A. (2011): *Trace Elements in Soil and Plants 4th Ed.* CRC Press, Ltd. Boca Raton. Florida, USA. 275. 277. 281.
- Kádár, I. (2005): Magyarország Zn és Cu ellátottságának jellemzése talaj- és növényvizsgálatok alapján, *Acta Agronomica Óváriensis*. 47. 1. 11-25.
- Kádár, I. (2008): A mikroelem kutatások eredményeiről, különös tekintettel a Cu és Zn elemekre. *Acta Agronomica Óváriensis*. 50 1. 9-12.
- Kádár, I. (2012): A főbb szennyező mikroelemek környezeti hatása. Magyar Tudományos Akadémia ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest. 7-8. 183-185.
- Kádár, I., Shalaby, M.H. (1984): A foszfor és cink trágyázás közötti kölcsönhatások vizsgálata meszes homoktalajon. *Agrokémia és Talajtan*. 33. 261-267.
- Kaiser, J. (1996): Acid rain's Dirty Business: Stealing Minerals From Soil, *Science*. 272. 5259. 0-198.
- Kirkby, E.A. (2005): Essencia elemnets. In: Hillel D. (edit.): *Encyclopedia of soil in the Environment 1*.
- Lambert, D.H., Baker, D.E., Cole, H. (1979): The Role of Mycorrhizae in the Interactions of Phosphorus with Zinc, Copper, and Other Elements, *Soil Science Society of America*. 43. 5. 976-980
- Láng, F. (2002): *Növényélettan, a növényi anyagcsere 1.* ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. 164-166. 624.
- Lezny, J., Závodská, L., Szakál, P., Schmidt, R. (2005): Radioindicator study of Zn, Cd, and Sr sorption on natural zeolites. *Acta Agronomica Óváriensis*, 47. 1. 27-37.
- Li, H.Y., Zhu, Y.G., Smith, S.E., Smith, F.A. (2003): Phosphorus-Zinc Interactions in Two Barley Cultivars Differing in Phosphorus and Zinc Efficiencies. *Journal of Plant Nutrition*, 26. 1085-1099.
- Lipman C.B. (1926): Evidence on the indispensable nature of zink and born for higher green plants. *Plant Physiology*, 1. 3. 231-249.
- Loch, J., Nosticzius, Á. (2004): *Agrokémia és növényvédelmi kémia.* Mezőgazda Kiadó, Budapest, 107.

- Lotthammer, K.H. (1992): Fütterung und Fruchtbarkeit von Milchrindern. Züchtungskunde, 64. 432-446.
- Marschner, H. (1997): Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed. Academic Press, New York, 11. 361-362. 549-559.
- Marschner, H., Schropp, A. (1977): Vergleichende Untersuchungen über die Empfindlichkeit von 6 Unterlagensorten der Weinrebe gegenüber Phosphat-induzierten Zink-Mangel. Vitis, 16. 79-88.
- Marschner, P., Rengel, Z. (2012): Nutrient Availability in Soils. In Marschner P. (edit.): Mineral Nutrition Higher Plants 3rd Ed. Chapter 12. Academic Press, USA.
- Mauritz, B., Vendl, A. (1942): Ásványtan I. Általános Ásványtan. Magyar Királyi Egyetemi Nyomda, Budapest. 423. 439.
- Mengel, K. (1976): A növények táplálkozása és anyagcseréje. Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 162-163.
- Moslehuddin, A.Z.M., Laizoo, S., Egashira, K. (1997): Fertility status of Bangladesh soils – A review. Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University, 41. 257-267
- Natharja, T.H., Halepyati, A.S., Desai, B.K., Pujari, B.T. (2005): Interactive Effect of Phosphorus Zinc and Iron on the Productivity and Nutrient Uptake by Wheat (*Triticum durum* Desf.). Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 18. 4. 907-910.
- Neue, H.U., Quijano, C., Senadhira, D., Setter, T. (1998): Strategies for dealing with micro-nutrient disorders and salinity in lowland rice systems. Field Crops Research, 56. 139-155.
- Nikolic, M., Nikolic, N., Kostic, L., Pavlovic, J., Bosnic, P., Stevic, N., Hristov, N. (2016): The assessment of soil availability and wheat grain status of zinc and iron in Serbia: Implications for human nutrition, Science of The Total Environment. 553. 141-148.
- Ogunwale, J.A., Olaniyan, J.O., Aduloju, M.O. (2002): Morphological, physico-chemical and clay mineralogical properties of soils overlying basement complex rocks in Ilorin east, Nigeria, Moor Journal of Agricultural Research. 3. 2. 147-154.
- Pais, I. (1980): A mikrotápanyagok szerepe a mezőgazdaságban. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 13. 37. 63.
- Pearson, J.N. Rengel, Z., Jenner, C.F., Graham, R.D. (1995): Transport of zinc and manganese to developing wheat grains. Physiology Plantarum, 95. 449-455.
- Peczник, J. (1976): Levéltrágyázás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 8.
- Péntek, A., Barkóczi, M., Szakál P. (2014): Őszi káposztarepce (*Brassica napus* L.) lombkezelésének hatása a hozamra, és a minőségre. XXXV. Óvári Tudományos Nap. ISBN: 978-963-334-194-0
- Pollard, M., Beisson, F., Li, Y., Ohlrogge, J.B. (2008): Building lipid barriers: biosynthesis of cutin and suberin. Trends Plant Science, 13. 236-246.
- Poonkothai, M., Vijayavathi, S.B. (2012): Nickel as an essential element and a toxicant. Internacional Journal of Environmental Sciences, 1. 4. 285-288.
- Raschid, A., Rafique, E. (2002): Boron deficiency in cotton grown in calcareous soils of Pakistan. II. Correction and criteria for foliar diagnosis. In Goldbach et al. (eds.): Boron in Plant and Animal Nutrition. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Rashid, A., Bughio, N., Rafique, E. (1994): Diagnosis zinc deficiency in rapeseed and mustard by seed analysis. Communications of Soil Science Plant Analysis, 25. 3405-3412.

- Raux, E., Schubert, H.L., Wallen, M.J. (2000): Biosynthesis of cobalamin (vitamin B₁₂): a bacterial conundrum. *CMLS Cellular and Molecular Life Sciences*, 57. 1881-1893.
- Réder, O., Csatai, R., Szakál, P. (2006): Az őszi búza réz-tetraminhidroxid komplexes kezelésének gazdasági vizsgálata. *Acta Agronomica Óvariensis*, 47. 1. 173-180.
- Rimmer, D.L., Reichman, S.M., Menzies N.W. (2001): Bioavailability of Cu, Zn, and Mn in Contaminated Soils and Speciation in Soil Solution. In: Iskandar I.K., Kirkham M.B. (eds.): *Trace Element in Soils Bioavailability, Flux, and Transfer*. Lewis Publiciser, Washington D.C., 77-87.
- Sager, M. (2007): Trace and nutrient elements in manure, dung and compost samples in Austria. *Soil Biology and Biochemistry*, 39. 1383-1390.
- Sandmann, G., Böger, P. (1983): The enzymatological function of heavy metals and their role in electron transfer processes of plants. In: Läuchli, A., Bielecki R. L. (eds.): *Encyclopedia of Plant Physiology*. Springer-Verlag, Berlin and New York, 563-593.
- Savithri, P., Perumal, R., Nagarajan, R. (1999): Soil and crop management technologies for enhancing rice production under micronutrient constraints. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 53. 83-92.
- Schmidt, R., Kalocsai, R., Tóásó, Gy., Szakál, P. (2002): Mikroelemek szerepe és felhasználhatóságuk a növénytermesztésben. *Magyar Tudomány Napja. Kémiai Intézet Tudományos Ülése*. 70-73.
- Schmidt, R., Szakál P. (2001): Trágyázás és talajjavítás a fenntartható növénytermesztési rendszerekben. In: Birkás M. (szerk.): *Talajművelés a fenntartható gazdálkodásban*. Akaprint, Budapest, 189-228.
- Schmidt, R., Szakál, P. (2007): Zn Fertilization of Wheat Hiegher Protein, Lower Carbohydrate Content. *Cereal Research Communication*, 35. 2. 1041-1044.
- Schmidt, R., Szakál, P., Kalocsai, R., Giczi, Zs. (2005): The effect of copper and zinc treatments and precipitation on the yield and baking quality of wheat. *Acta Agronomica Óvariensis*, 47. 1. 196-201.
- Schönherr, J. (2006): Characterization of aqueous pores in plant cuticles and permeation of ionic solutes. *Journal of Experimental Botany*, 57. 2471-2491.
- Schreiber, L. (2006): Review of sorption and diffusion of lipophilic molecules in cuticular waxes and the effects of accelerators on solute mobilities. *Journal of Experimental Botany*, 57. 2515-2523.
- Singh, B., Natesan, S.K.A., Singh, B.K., Usha, K. (2005): Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. *Current Science*, 88. 1. 36-44.
- Sommer, A.L., Stefanovits, P. (1977): *Talajvédelem, környezetvédelem*. Mezőgazdasági kiadó, Budapest, 40-51.
- Szakál, P., Kerekes, G., Schmidt, R., Barkóczy, M., Giczi, Zs., Kalocsai, R. (2005): Influencing the organic matter content of potato by macro and trace element fertilisers. IV. *Alps-Adria Scientific Workshop*, Portoroz, Slovenia. 415-418.
- Szakál, P., Schmidt, R., Barkóczy, M. (1988): The agricultural utilization of Zn-containing industrial waste. *Hazardous Waste: Detection, Control, Treatment*. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam. 1355-1359.
- Szakál, P., Schmidt, R., Barkóczy, M., Kalocsai, R., Beke, D., Csatai R. (2006): N-containing copper complexes in wheat production. *Proceedings of the V. Alps-Adria Workshop Opatija, Croatia, 6-11 March, Cereal Research Communications*, 34. 1. 681-684.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2010): *Plant Physiology*, 5th Edition. The Benjamin Cummings Publishing Company, Redwood City - California.

- Tsonev, T., Lidon, F.J.C. (2012): Zinc in Plants – an Overview. Emirates Journal of Food and Agriculture, 24. 4. 322-333.
- Turán, L.T. (2003): Foszfor-cink kölcsönhatás-vizsgálatok a trágyázási kutatásban. Agrokémia és Talajtan, 52. 185-194.
- Vallee, B.L., Falchuk, K.H. (1993): The biochemical basis of zinc physiology, Physiol. 73. 79-118.
- Várallyay, Gy., Szabóné Kele, G., Berény, Üveges, J., Marth, P., Karkalik, A., Thury, I. (2009): Magyarország talajainak állapota (a talajvédelmi információs és monitoring rendszer (TIM) adatai alapján). Földművelésügyi Minisztérium Agrár-környezetvédelmi Főosztály, Budapest. 68.
- Wolf, B. (1999): The Fertile Triangle: The relationship of Air, Water, and Nutrients in Maximizing Soil Productivity. Food Product Press, an imprint of The Haworth Press Inc., 10 Alice Street, Binghamton, NY. 159 150-157.
- Wong, J.W.C., Li, K.L., Zhou, L.X., Selvam, A. (2007): The sorption of Cd and Zn by different soils in the presence of dissolved organic matter from sludge. Geoderma, 137. 310-317.
- Yu, Q., Wortha, C., Rengel, Z. (1999): Using capillary electrophoresis to measure Cu/Zn superoxide dismutase concentration in leaves of wheat genotypes differing in tolerance to zinc deficiency, Plant Science, 143. 231-239.
- Zhao, A.Q., Bao, Q.L., Tian, X.H., Lu, X.C., Gale, W.J. (2010): Combined effect of iron and zinc on micronutrient levels in wheat (*Triticum aestivum* L.), Journal of Environmental Biology, 32. 235-239.
- Zorn, W., Heß, H., Albert, E., Kolbe, H., Kerschberger, M., Franke, G. (2007a): Düngung in Thüringen 2007 nach „Guter fachlicher Praxis“. In: Schriftenreihe der TLL, Heft 7.
- Zorn, W., Marks, G., Heß, H. and Bergmann, W. (2007b): Handbuch zur visuellen Diagnose von Ernährungsstörungen 1. Aufl. Elsevier GmbH, München.
- http://www.zinc.org/basics/history_of_zinc letöltés ideje: 2015. február 20.
- http://www.zinc.org/basics/zinc_properties letöltés ideje: 2015. február 20.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Péntek Attila

Széchenyi István Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Víz- és Környezettudományi Intézet
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.
Tel.: +36/30 297-3659
e-mail: pantektools88@gmail.com



A magyar lúdágazat aktuális problémái és hazai, nemzetközi szintű kihívásai

Molnár Sz.

Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Gazdálkodástudományi Intézet, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

ÖSSZEFOGLALÁS

A világ libahús termelésében Kína meghatározó, azonban hazánk is jelentős szerepet tölt be a nemzetközi piacon, hiszen a legnagyobb termelő-, illetve exportőr országok egyike. Európai szinten Magyarország és Lengyelország a legfőbb libahústermelő országok, utóbbi azonban az elmúlt években nagymértékben tudta növelni a termelés volumenét, ezáltal egyre nagyobb versenytársnak tekinthető. A tanulmány célja a lúdágazat hazai és nemzetközi helyzetének bemutatása, különös tekintettel a vertikumra jellemző problémákra. A hazai víziszárnyas-ágazat jellemzően exportra termel, a külkereskedelem nemzetgazdasági szempontból jelentős deviza-bevételi forrása. Emellett Magyarországon a lúdtenyésztésnek évszázadokra visszanyúló hagyománya van, jelentősége kiemelt a baromfiágazaton belül. Hazánknak hosszú távon továbbra is helye van a világ libahús termelésében, azonban az ágazat szereplőinek számos kihívással kell szembenéznie nemzetközi és hazai tekintetben egyaránt, a piaci és gazdasági környezet változásainak függvényében. További nehézséget jelent, hogy a liba a felvevő országok piacain szezonális, prémium terméknek tekinthető, éppen ezért árérzékeny és kis volumenben értékesíthető. Az elemzés eredményeként megállapítható, hogy a hazai lúdágazat legfőbb problémája a csökkenő versenyképesség, amely többek között a szakképzett munkaerő hiányára, a hektikusan változó jövedelemtermelő képességre, a termelők számának csökkenésére, az ágazati marketingtevékenység hiányára, a nemzetközi kitétségre és az erősödő konkurenciára vezethető vissza. Az azonosított problémák egy része az ágazattól független külső tényező, melyet a vertikum szereplői csak elkerülni, tompítani tudnak, megoldani azonban nem. Az ágazat szereplőinek mindenképpen érdeke a fejlesztés, a versenyképesség megőrzése és annak fokozása, így ágazati szinten kell megoldást találniuk azokra a problémákra, amelyekre a vertikum hatással lehet, így ezek célokká történő átfordításával meghatározhatóak az ágazat jövőbeli feladatai.

(Kulcsszavak: lúdágazat, ágazati helyzetkép, ágazati problémák, nemzetközi kitekintés, komparatív előnyök és hátrányok)

ABSTRACT

Current problems and challenges of Hungarian goose sector in domestic and international level

Molnár Sz.

University of Debrecen, Faculty of Economics and Business, Institute of Applied Economic Sciences,
H-4032 Debrecen, Böszörményi Str. 138.

In global goose meat production China is a key player. However, Hungary plays a major role in the international market, as it is one of the biggest producers and exporters. Hungary and Poland are considered determinant goose meat producers in Europe. In recent years Poland has been able to increase its production significantly, therefore it is considered to become an increasingly important competitor. The objective of this study is to present the domestic and international situation of goose sector especially its typical problems. The domestic waterfowl sector typically produces for export and it is a significant revenue source in foreign currency for foreign trade in the national economy. Besides, goose breeding has a centuries-old tradition in Hungary and it is of great importance for the Hungarian poultry sector. Hungary has a stable, long-term position in worldwide goose meat production. However, the sector must face a number of challenges both in domestic and international markets depending on the changes of market and economic conditions. Moreover, a further difficulty is that goose is a seasonal product in target markets; therefore, it is price sensitive and can be sold in small volumes. Our research findings suggest that the main problem of domestic geese sector is competitiveness. In relation to the problem, the following areas can be identified: the lack of skilled labour, hectically changing profitability, decrease in the number of producers, the lack of sectoral marketing, international exposure, strengthening competition. Some of these problems are non-sectoral, external factor, the sector can only avoid them, but it cannot solve. The sector would have interest in the development, maintenance and enhancement of competitiveness, so the sector operators have to find solution the problems at sectoral level, which on the sector can have impact therefore the future tasks of sector can be determined with translating the problems into goals.

(Keywords: goose sector, position of sector, problems of sector, international outlook, revealed comparative advantages and disadvantages)

BEVEZETÉS

A Föld népessége 1993 és 2013 között évente átlagosan 1,4%-kal, 5,57 milliárdról 7,18 milliárd főre növekedett (FAO, 2016). Az OECD-FAO (2016) előrejelzései szerint a világ népessége a közeljövőben továbbra is nőni fog és 2024-ben meghaladhatja a 8 milliárd főt. Ennek következtében a közeljövő egyik legnagyobb kihívása lesz a Föld egyre növekvő népességének elegendő mennyiségű élelmiszerrel történő ellátása figyelembe véve a fenntarthatóság elveit is. Ebben kiemelt szerephez jut majd az állattenyésztés, s a baromfi lesz az ágazat, amely leginkább hozzá fog járulni a világ élelmezéséhez, teljes értékű állati eredetű fehérjével történő ellátásához. Ennek oka, hogy a környezeti terhelést és a gazdasági előnyöket figyelembe véve ebben az ágazatban van lehetőség az állati eredetű fehérje legolcsóbb és a leghatékonyabb módon történő előállítására (Horn, 2014).

A világ baromfihús termelése az elmúlt közel egy évtizedben 75,5 millió tonnáról mintegy 44%-kal, 108,7 millió tonnára nőtt. Az előrejelzések szerint 2016-ban a világon megtermelt baromfihús mennyisége 114 millió tonna körül alakul majd, mely több mint 2%-kal haladná meg az előző év termelési szintjét. A prognózisok szerint a termelés bővülése a jövőben is folytatódni fog és 2024-ben elérheti a 134 millió tonnát (*OECD-FAO*, 2016). Az elmúlt közel két évtizedben a megtermelt baromfihús mennyiségének 85–88%-át a csirkehús tette ki, míg a többi baromfiféle kisebb részarányt képviselt, így 2013-ban az összes mennyiség 5%-a pulyka-, 4%-a kacsá-, míg 2%-a libahús volt. A baromfihústermelés összetétele az Európai Unióban ettől eltérően alakul, 2013-ban az előállított baromfihús mennyiségének 82%-át a csirke-, 14%-át a pulyka-, 4%-át a kacsahús tette ki, míg a libahús aránya kevesebb, mint 1% volt (*FAO*, 2016).

Európában főként Kelet-Közép Európa országaira jellemző a libahús előállítása, azonban a megtermelt mennyiség aránya – az élő baromfin belül – ezeken a területeken is mindössze 4–7%. Az EU-ban a legnagyobb mennyiségű libahúst előállító ország Magyarország és Lengyelország, ahol a területtől és a tartástechnológiától függően főként hús-, máj- és tolltermelés céljából tartják a libát (*Rosinski*, 2002).

Lengyelország az elmúlt években jelentős mértékben tudta növelni a termelés volumenét, ezáltal egyre nagyobb versenytársnak tekinthető. Ehhez kapcsolódóan jelen tanulmány célja a lúdágazat hazai és nemzetközi helyzetének áttekintése, különös tekintettel a hazai vertikumra jellemző problémákra.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A tanulmány célkitűzésének megvalósításához primer és szekunder adatgyűjtést egyaránt végeztem, melynek során elsőként a témával kapcsolatos hazai és nemzetközi szakirodalmakat és az ágazat helyzetét jellemző statisztikai adatokat dolgoztam fel. Ezen túl a vertikum helyzetének megismeréséhez és bemutatásához olyan szakértői interjúk kerültek felhasználásra, melyek egy része 2014-ben, míg másik része 2015 decemberében készült. Ezen konzultációk során a vertikumban a termelés volumenét tekintve meghatározó szerepet betöltő három vállalkozás és a szakmaközi szervezet képviselőinek a lúdágazat helyzetével, problémáival és jövőbeli kilátásaival kapcsolatos véleménye került begyűjtésre és feldolgozásra.

A feldolgozott források és a begyűjtött információk alapján összeállítottam az ágazat problémafáját, hasonlóan *Nábrádi és Szöllősi* (2008) által a korábbi években, a baromfiágazat egészére elkészített munkájához. A módszer alkalmazása során első lépésben a problémák feltárása és elemzése történik, melyek ezt követően a köztük lévő ok-okozati összefüggéseket figyelembe véve fastruktúrában kerülnek csoportosításra. Az így elkészített problémafa egy olyan eszköz, amelynek segítségével a problémák, az okok és az okozatok logikai sorrendbe sorolhatóak (*Szűcs és Nagy*, 2004, *Nábrádi és Szöllősi*, 2008).

A tanulmány célkitűzéséhez kapcsolódóan egy korábbi munkám során az RCA-módszer segítségével (*Molnár*, 2016) vizsgáltam az egyes libahús termékek komparatív előnyét – adott esetben – komparatív hátrányát és versenyképességét Magyarország és Lengyelország esetében. A B mutató 1 feletti értékei komparatív exportelőnyt, míg 1 alatti értékei komparatív exporthátrányt jeleznek. Az RTA-, lnRXA- és az RC-index pozitív és negatív értékeket vehet fel, a pozitív érték versenyelőnyt, míg a negatív érték versenyhátrányt mutat (*Fertő*, 2003, *Fertő*, 2006).

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

Termelés és kereskedelem alakulása a világon

A baromfi-hús termelésben évek óta kisebb részarányt képvisel a liba, azonban jelentős mennyiségű libahúst állítanak elő néhány, főként délkelet-ázsiai és közép-európai országban (Romanov, 1999).

A világ libahús termelése 2003 és 2013 között évente átlagosan 5%-kal, 2,7 millió tonnára növekedett (FAO, 2016). A libahús előállításában Kína szerepe meghatározó, hiszen a megtermelt mennyiség 93–95%-át itt állították elő az adott időszakban, a többi ország részesedése 1% vagy az alatti volt. Az ázsiai ország a vizsgált években 1766 ezer tonnáról 2577 ezer tonnára, mintegy 46%-kal növelte libahús termelését. A megtermelt libahús tekintetében Kínát Egyiptom és Magyarország követi. Azonban míg Egyiptomban az elmúlt közel egy évtizedben 20,3 ezer tonnáról 32,9 ezer tonnára, több mint 60%-kal nőtt a termelés volumene, addig hazánk esetében csaknem felére, 47,9 ezer tonnáról 26,4 ezer tonnára esett vissza a kibocsátás. Ez idő alatt azonban Lengyelország megduplázta – 9,2 ezer tonnáról 18,4 ezer tonnára növelte – az előállított libahús mennyiségét, ezáltal Európa egyik legnagyobb mennyiségű libahúst előállító országává lépett elő, így egyre nagyobb versenytársat jelent Magyarország számára.

A nemzetközi kereskedelmet vizsgálva megállapítható, hogy míg 2013-ban 52,2 ezer tonna libahús került exportpiacokra, mely mintegy 8%-kal volt több mint egy évtizeddel korábban, addig az import mennyisége 50,3 ezer tonna volt (1. táblázat).

1. táblázat

Libahús-termelés és -kereskedelem alakulása világviszonylatban és az EU28-ban (2003–2013)

Megnevezés (1)	2003	2008	2013	Évi átlagos növekedés (%) (8)	
				2003-2008	2008-2013
Világ (2)					
Termelés (tonna) (3)	1 894 973	2 275 622	2 698 322	4,0	3,7
Import (tonna) (4)	50 795	31 309	50 334	-7,7	12,2
Import (1000 US\$) (5)	168 006	268 348	204 498	11,9	-4,8
Export (tonna) (6)	48 241	45 664	52 213	-1,1	2,9
Export (1000 US\$) (7)	131 250	281 293	240 360	22,9	-2,9
EU28					
Termelés (tonna) (3)	73 484	58 407	57 071	-4,1	-0,5
Import (tonna) (4)	38 843	27 898	33 316	-5,6	3,9
Import (1000 US\$) (5)	142 940	244 640	154 178	14,2	-7,4
Export (tonna) (6)	34 741	27 916	39 392	-3,9	8,2
Export (1000 US\$) (7)	117 779	249 374	200 319	22,3	-3,9

Forrás (Source): FAO, 2016

Table 1. Goose meat production and trade in the world and in the EU28 (2003–2013)

Description (1), World (2), Production (tons) (3), Import (tons) (4), Import (1000 US\$) (5), Export (tons) (6), Export (1000 US\$) (7), Yearly average growth (%) (8)

Az adott évben Lengyelország, Magyarország és Kína volt a legnagyobb exportőr, ezen országok az összes exportált mennyiség közel 95%-át adták. 2013-ban az importban szintén meghatározó volt Európa szerepe, az összes importált libahús mennyiségének 48%-át Németországba, 7%-át pedig Franciaországba értékesítették. További jelentős felvevő piacnak tekinthető Kína, mely a vizsgált évben 14,3 ezer tonna libahúst importált, ez az összes mennyiség 28%-át jelentette.

Az ágazat nemzetgazdasági jelentősége

A hazai baromfiágazat nemzetgazdasági szinten jelentős szerepet tölt be. A Baromfi Termék Tanács adatai szerint az ágazat bruttó termelési értéke 2012–2014-ben – a baromfiiparral együtt – meghaladta az 560 milliárd forintot, melynek nagyobb hányadát a brojler (46,1%) és a pulyka (20,2%) adta, azonban a többi ágazat is fontos szerepet tölt be, hiszen a termelési érték 13,2%-át a kacsá-, 11,3%-át a lúd-, 9,3%-át pedig a tojáságazat jelentette (Csorbai, 2015a).

A baromfiágazaton belül az állatállomány és a vágóállat-termelés volumenét vizsgálva kijelenthető, hogy a nemzetközi tendenciákhoz hasonlóan, hazánkban is kisebb részarányt képvisel a lúd a többi baromfiféléhez képest. Ugyanakkor az ágazatot – hasonlóan a tyúkfélékhez és a pulykához – az elmúlt időszakban visszaesés jellemezte. A KSH (2016) adatai szerint a lúdállomány 2003 és 2015 között 64%-kal, 2,8 millióról 1 millió darabra csökkent. Hasonló tendencia figyelhető meg a vágóhídi vágások esetében is, melynek mennyisége (élősúlyban) 2004 és 2015 között 41,4 ezer tonnáról 28,8 ezer tonnára, 30,3%-kal esett vissza (Bábáné Demeter, 2016).

A lúdágazatban a következő hasznosítási irányokat különböztethetjük meg: pecsenyeliba, húsliba, zabos liba, hízott vagy májliba. Az egyes hasznosítási irányok termékei (hús, máj, toll) már évtizedek óta keresettek a nemzetközi piacokon. A hazai lúdágazat fő termékei a pecsenyeliba, a húsliba, a hízott lúd, valamint a hízott libamáj és a toll (Bogenfürst, 2008). A hazai lúdágazat jellemzően exportorientált, nemzetgazdasági szempontból kiemelt jelentőségű, a lúdtenyésztéssel és termeléssel foglalkozó ágazati szereplők magas hozzáadott értéket képviselő, nemzetközileg is elismert, speciálisnak tekinthető termékeket állítanak elő (Bogenfürst, 2008; Kozák, 2014).

A FAO (2016) adatai szerint Magyarország libahús exportja eltérően alakult az egyes években (2. táblázat).

2. táblázat

Libahús-termelés és -kereskedelem alakulása Magyarországon (2003–2013)

Megnevezés (1)	2003	2008	2013	Évi átlagos növekedés (%) (7)	
				2003-2008	2008-2013
Termelés (tonna) (2)	47 897	25 876	26 441	-9,2	0,4
Import (tonna)(3)	0	70	65	-	-1,4
Import (1000 US\$) (4)	0	612	132	-	-15,7
Export (tonna) (5)	20 058	10 495	18 656	-9,5	15,6
Export (1000 US\$) (6)	73 373	92 273	105 089	5,2	2,8

Forrás (Source): FAO, 2016

Table 2. Goose meat production and trade in Hungary (2003–2013)

Description (1), Production (tons) (2), Import (tons) (3), Import (1000 US\$) (4), Export (tons) (5), Export (1000 US\$) (6), Yearly average growth (%) (7)

2004-től jelentős visszaesés volt tapasztalható, melynek egyik oka többek között, hogy a Négy Mancs állatvédő szervezet negatív irányú kampányának következtében az ágazat meghatározó szereplői nagymértékben csökkentették termelésük volumenét. Ezt követően jelentősebb növekedés 2012-ben és 2013-ban volt megfigyelhető, amikor az export mértéke megközelítette a 2000. évi kivitelt.

Az egyes termékek és termékcsoportok exportját mutatja be a 3. táblázat. A lúdágazat termékeit a 2012. évi nomenklátúra HS 0207 51, 0207 52, 0207 53, 0207 54 és 0207 55 kódokkal¹ jelöli. A *Comtrade* (2016) adatai alapján megállapítható, hogy míg az export mértéke 2012-ben 19,4 ezer tonna, addig ez az érték 2015-ben mintegy 15%-kal kevesebb, 16,5 ezer tonna volt. A vizsgált időszakban a legnagyobb mennyiséget a fagyasztott termékekből (0207 52, 0207 55) exportáltuk, mely az összes libahús kivitel mintegy 90%-át, míg az export értékének 80%-át jelentette. A friss és hűtött termékek (0207 51, 0207 54) aránya 10% körül alakult az elmúlt években.

3. táblázat

Magyarország libahús és libából előállított termékeinek exportja

Megnevezés (1)	Me.: tonna (tons)			
	2012	2013	2014	2015
Nem darabolva, frissen vagy hűtve (020751) (2)	305	720	765	964
Nem darabolva, fagyasztva (020752) (3)	5 048	6 032	5 286	5 281
Hízott máj frissen vagy hűtve (020753) (4)	539	444	468	393
Más frissen vagy hűtve (020754) (5)	690	992	820	629
Más fagyasztva (020755) (6)	12 811	12 255	10 932	9 252
Összesen (7)	19 394	20 443	18 271	16 519

Forrás: saját szerkesztés a *Comtrade* (2016) adatai alapján (Source: Own edit based on the *Comtrade* (2016) data)

Table 3. Hungary's exports of goose meat and products derived from goose

Description (1), Not cut in pieces, fresh or chilled (020751) (2), Not cut in pieces, frozen (020752) (3), Fatty livers, fresh or chilled (020753) (4), Other, fresh or chilled (020754) (5), Other, frozen (020755) (6), Total (7)

Jelentős exportcikknek tekinthető a libamáj (0207 53) is, melynek mennyisége a lúdágazat export termékeinek 2–3%-át tette ki az elmúlt években, míg értéke az egyes években 9,5 és 17 millió USD között alakult, sőt a *Comtrade* (2016) adatai alapján jelentős versenylőnnyel rendelkezünk a termék esetében a többi exportőr országhoz képest.

Hazánkban a hízott libamáj előállítása 2015-ben csaknem 20%-kal esett vissza az előző évi termelési szinthez képest. Az egyes minőségi osztályok aránya eltérően alakul (4. táblázat). Legnagyobb mennyiségben – mintegy 40% – I. osztályú hízott libamáj kerül előállításra, míg a II. és III. osztályú libamáj a megtermelt mennyiség 23–26%-át teszi ki.

¹ 0207 A 0105 vtsz. alá tartozó baromfi élelmezési célra alkalmas húsa, vágási mellékterméke és belsősége frissen, hűtve vagy fagyasztva: – Libából: 0207 51: Nem darabolva, frissen vagy hűtve; 0207 52: Nem darabolva, fagyasztva; 0207 53: Hízott máj frissen vagy hűtve; 0207 54: Más frissen vagy hűtve; 0207 55: Más fagyasztva

4. táblázat

Hazai hízott libamájtermelés

Megnevezés (1)	Mennyiség (db) (7)		Változás mértéke (%)(8)	Mennyiség (kg)(9)		Változás mértéke (%) (8)
	2014	2015	2015/2014	2014	2015	2015/2014
I. osztály (2)	776 818	628 029	80,8	577 985	473 584	81,9
II. osztály (3)	466 089	388 998	83,5	273 504	230 158	84,2
III. osztály (4)	483 821	345 903	71,5	299 790	219 926	73,4
IV. osztály (5)	135 236	118 541	87,7	46 345	41 237	89,0
Összesen (6)	1 861 964	1 481 471	79,6	1 197 624	964 905	80,6

Forrás (Source): Molnár és Látits (2016)

Table 4. Production of domestic fatty liver

Description (1), Class 1. (2), Class 2. (3), Class 3. (4), Class 4. (5), Total (6), Quantity (piece) (7), Change (%) (8), Quantity (kilogram) (9)

A libahús- és termékek esetében hazánk legfőbb exportpiacai 2015-ben Németország (41%), Franciaország (12%), Ausztria (9%), Kína (9%) és Izrael (7%) voltak (5. táblázat).

5. táblázat

A libahús- és termékek exportjának főbb célországai mennyiség és érték szerint (2015)

	Ország (1)	Mennyiség (tonna) (13)	Részesedés (%) (14)	Ország (1)	Érték (millió US\$) (16)	Részesedés (%) (14)
1.	Németország (2)	6 847	41	Németország (2)	26,8	31
2.	Franciaország (3)	2 032	12	Franciaország (3)	14,7	17
3.	Ausztria (4)	1 511	9	Izrael (6)	14,4	17
4.	Kína (5)	1 417	9	Belgium (10)	5,5	6
5.	Izrael (6)	1158	7	Ausztria (4)	5,2	6
6.	Csehország (7)	838	5	Kína (5)	4,7	5
7.	Szlovákia (8)	667	4	Japán (15)	4,2	5
8.	Olaszország (9)	422	3	Csehország (7)	2,4	3
9.	Belgium (10)	378	2	Szlovákia (8)	2,1	3
10.	Egyesült Királyság (11)	257	2	Olaszország (9)	1,9	2
...
	Összesen (12)	16 519	100	Összesen (12)	85,7	100

Forrás: Saját szerkesztés a Comtrade (2016) adatai alapján (Source: Own edit based on the Comtrade (2016) data)

Table 5. The main export countries of goose meat and products by volume and value

Country (1), Germany (2), France (3), Austria (4), China (5), Israel (6), Czech Republic (7), Slovakia (8), Italy (9), Belgium (10), United Kingdom (11), Total (12), Quantity (tons) (13), Share (%) (14), Japan (15), Value (million US\$) (16)

Molnár és Látits (2016) adatai szerint a Baromfi Termék Tanács adatszolgáltatóinak körében a baromfi export értékének mintegy 15–17%-át teszi ki a lúd, melynek jelentős hányadát a libamáj jelenti, aránya a teljes baromfiexporton belül 6–8% (6. táblázat).

6. táblázat

**A lúdágazat és a hizott libamáj részesedése a baromfi export
árbevételéből (a BTT tagsági körében)**

Év (1)	Export árbevétel (milliárd Ft) (2)			Részesedés (%) (6)		
	Baromfi összesen* (3)	Lúd összesen** (4)	Hízott libamáj (5)	Lúd az összes baromfiból (7)	Libamáj az összes lúdból (8)	Libamáj az összes baromfiból (9)
2014	87,0	14,9	7,0	17,1	47,1	8,1
2015	96,3	14,6	5,9	15,1	40,4	6,1
2015/2014 (%)	110,6	97,8	83,8	-	-	-

*baromfihús hizott liba- és kacsamájjal, toll nélkül (*poultry meat with fatty livers of goose and duck, without feather*)

**libahús és hizott libamáj, toll nélkül (*goose meat and fatty liver, without feather*)

Forrás (Source): Molnár és Látits (2016)

Table 6. The share of goose sector and fatty liver of poultry's non- domestic revenues (among members of the Poultry Product Board

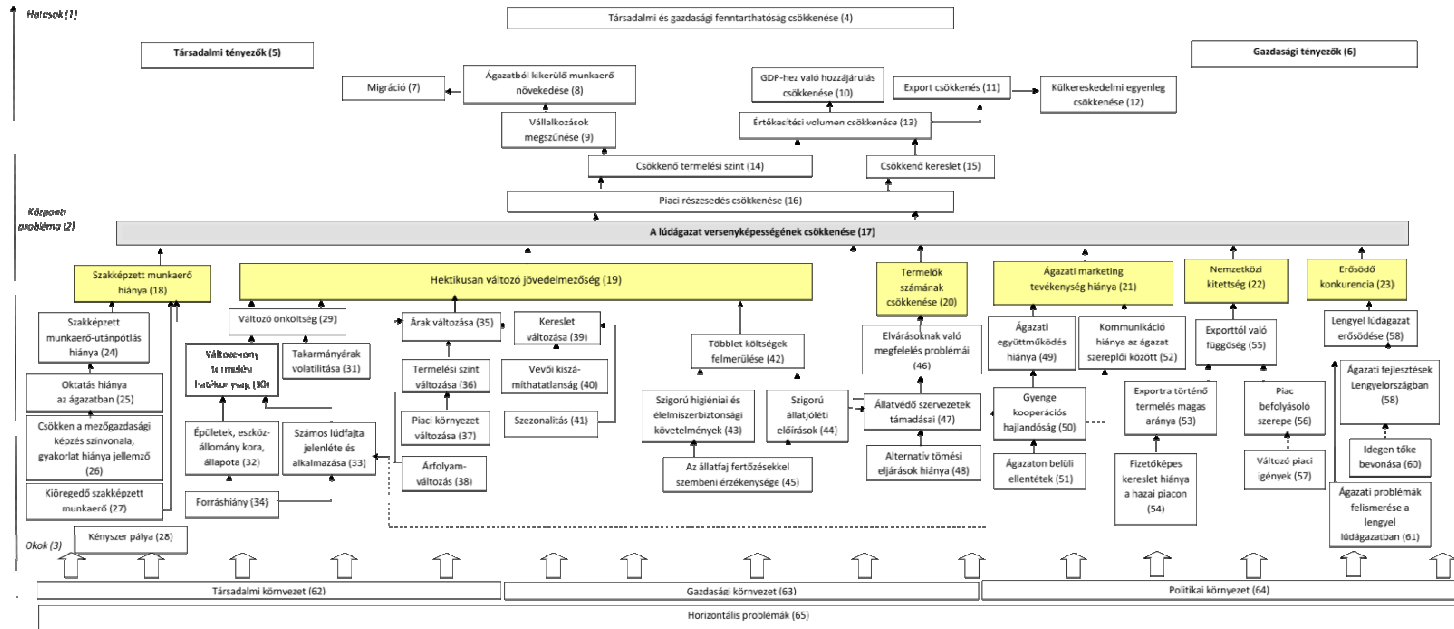
Year (1), Export revenue (billion forint) (2), Poultry total (3), Goose total (4), Fatty livers of goose (5), Share (%) (6), Goose from total poultry (7), Fatty liver from total goose (8), Fatty liver from total poultry (9)

A hazai lúdágazat jellemzői, problémái

A szakirodalmi források és a begyűjtött információk alapján megállapítható, hogy az ágazat központi problémája a nemzetközi versenyképesség csökkenése, mely a piaci részesedés visszaeséséhez vezetett. *Nábrádi és Szöllösi* (2008) nyolc évvel ezelőtt a baromfiágazat egészére már megfogalmazta ezt a problémát, amely a lúdágazatban továbbra is aktuális. Ehhez kapcsolódóan munkám során a következő problémákat, problémaköröket azonosítottam, amelyek közvetlenül okozzák a versenyképességi hátrányainkat: szakképzett munkaerő hiánya, hektikusan változó jövedelmezőség, termelők számának csökkenése, ágazati marketingtevékenység hiánya, nemzetközi kitétség, erősödő konkurencia (*1. ábra*). Fontos kiemelni, hogy a problémák egy része az ágazati szereplők által nem befolyásolható, azok megoldása túlmutat az ágazat szereplőin. A rendszerezett problémák közül azokat szükséges kiemelni, amelyek a vertikum belső problémái, hiszen az ágazat szereplői ezekre lehetnek hatással, s ezek megoldására lehet javaslatokat megfogalmazni. A központi probléma értelmezéséhez, valamint a későbbiek során a megoldási javaslatok megfogalmazásához szükséges meghatározni és az ágazatra vonatkozóan adaptálni a versenyképesség fogalmát. *Felföldi és munkatársai* (2013) megfogalmazásával egyetértve úgy vélem, hogy a versenyképesség *a piaci versenyzésre való képességet jelenti, amely a piaci pozíciószerezésben és a tartós helytállásban jelenik meg*, s az elért helyzetet a piaci részesedés mértéke, a jövedelmezőség növelése és az üzleti sikeresség jelzi. Emellett osztom *Apáti és Kurmai* (2016) véleményét, mely szerint a fejlődési és fejlesztési lehetőségek meghatározásához azt kell alapul vennünk a versenyképesség értékelése során, hogy *„versenyképes az, amire van fizetőképes fogyasztói, vevői igény, amit piacra tudunk juttatni, és aminek a termelése hatékony/gazdaságos”*.

1. ábra

A magyar lúdagazat problémafája



Forrás: saját szerkesztés, 2016 (Source: own construction)

Figure 1. Problem tree of Hungarian goose sector

Effects (1), Central problem (2), Reasons (3), Decrease of social and economic sustainability (4), Social factors (5), Economic factors (6), Migration (7), Increase of sector leaving labour (8), Termination of businesses (9), Decrease of sector contribution to GDP (10), Decrease of export (11), Decrease of trade balance (12), Loss of trade volume (13), Decreasing production volume (14), Decreasing demand (15), Loss of market share (16), Loss in competitiveness of goose sector (17), Lack of skilled labour (18), Hectically changing profitability (19), Loss of producer's number (20), Lack of sectoral marketing (21), International exposure (22), Increasing competition (23), Lack of skilled labour supply (24), Lack of education in sector (25), Decline in levels of agricultural training, lack of exercise (26), Ageing skilled labour/worker (27), Inescapable path (28), Variable production cost (29), Volatile production efficiency (30), Volatile feed costs (31), Age and condition of buildings and tools (32), Numerous geese varieties (33), Lack of financial resources (34), Changes of prices (35), Changes of production volume (36), Changing market environment (37), Changes of exchange rate (38), Changes in demand (39), Customer's unpredictability (40), Seasonality (41), Incurring extra costs (42), Strict hygiene and food safety requirements (43), Strict animal welfare standards/regulations (44), Goose's susceptibility to infection (45), Problems with compliance to expectation (46), Attacks by animal welfare foundations/organisations (47), Lack of alternative technologies in force feeding of goose (48), Lack of sectoral cooperation (49), Low willingness to cooperate (50), Contrasts in the sector (51), Lack of communication in the sector (52), High rate of production for exports (53), Solvent demand in the domestic market (54), Dependence on exports (55), Influencing role of market (56), Changing market demand (57), Strengthening Polish goose sector (58), Sectoral developments in Poland (59), Involvement of foreign capital (60), Recognition of sectoral problems in Poland (61), Social environment (62), Economic environment (63), Political environment (64), Horizontal problems (65)

A központi probléma gazdasági és társadalmi tényezőkre van jellemzően hatással. Gazdasági tekintetben a termelési szint és a kereslet csökkenése miatt visszaesik az értékesítési volumen, mely az export, valamint az ágazat GDP-hez való hozzájárulásának csökkenését eredményezi. Mindezek hatására kedvezőtlenül változik az ágazat külkereskedelmi egyenlege is. A társadalmi tényezők esetében a csökkenő termelési szint miatt vállalkozások szűnhetnek meg, amely az ágazatból kikerülő munkaerő növekedéséhez vezet, s elősegítheti a migrációt.

Első problémaként szükséges megemlíteni a szakképzett munkaerő hiányát, melyet részben az okoz, hogy a meglévő, szakképzett munkaerő kiöregedőben van, s azon fiatalok, akik esetlegesen az ágazatban vállalnak munkát, számos esetben kényszerből teszik azt, mert nincs más lehetőségük az adott térségben, régióban. Emellett problémát jelent a szakképzett munkaerő utánpótlás biztosítása a vertikumban, melynek oka, hogy az ágazatban hiányzik a megfelelő színvonalú, ágazat specifikus oktatás, valamint a mezőgazdasági képzésben résztvevők nem rendelkeznek megfelelő gyakorlattal. Ez azonban nemcsak ágazati, de nemzetgazdasági probléma is, hiszen hazánkban ma már egyre inkább gondot okoz a szakképzettség és a szakemberek hiánya, valamint az, hogy a felsőoktatás és a szakképzési rendszer egyre kevésbé gyakorlatorientált. Avar (2015) szerint további problémát jelent, hogy az ágazat munkaerőhiánnyal küzd, illetve főként a vágóhídi segéd- és betanított munkások esetében nagymértékű a fluktuáció. Ez utóbbit a

külföldi munkalehetőségek, az időnyomok és az elégtelen munkamorál befolyásolja legnagyobb mértékben. A munkaerőhiány minőségi és mennyiségi értelemben egyaránt jellemző. Az emberek általában nem akarnak a mezőgazdaságban és az élelmiszeriparban dolgozni, nem szívesen vállalnak ilyen jellegű állást, valamint az oktatásban is csak kevés fiatal választja az ehhez kapcsolódó szakmákat. Napjainkban a fiatalok számára azok a képzések a vonzóbbak, amelyekkel a végzettség megszerzését követően magasabb fizetést tudnak majd elérni. Ezen túl több szakember is alapvető problémának tartja a jelenlegi segélyezési rendszereket, köztük a közmunkaprogramot. Ez utóbbi nem motiválja az embereket munkára, többségük nem fog onnan továbblépni a versenyszférába, így ezek az emberek vagy az ilyen rendszerek kényelmét keresik majd, vagy a versenyszférában végeznek gyenge teljesítményű munkát. Ebből adódóan a közfoglalkoztatás munkaerőhiányt idéz elő az ágazatban. Az egyik, ágazati szinten meghatározó vállalkozás vezetője egy interjú során elmondta, hogy vállalatuk hiába fizet a közmunkához képest kétszeres bért, szinte alig találunk jelentkezőt. A szakember úgy véli, hogy nem sikerül megoldani azt, hogy a munkavállalók visszatérjenek a közmunkából a munka világába (Avar, 2015).

Jelentős problémát jelent az ágazat számára, hogy a tevékenység jövedelemtermelő képessége hektikus módon változik, amely különböző okokra – többek között az értékesítési árak alakulására, a szezonálitásra, a vevői igények változására – vezethető vissza. Az Agárgazdasági Kutatóintézet tesztüzemi adatai alapján megállapítható, hogy a libahústermelés 2007 és 2014 között nyereséges volt, azonban a tevékenység jövedelme jelentős mértékben eltért az egyes években. Ennek értéke 2010-ben volt a legalacsonyabb, melynek oka, hogy az adott évben a termelési költségek – részben a takarmányárak emelkedése miatt – jelentős mértékben megnövekedtek, s ezt az értékesítési ár változása nem tudta időben követni. Az adott időszakban a tevékenység költségarányos jövedelmezősége is erős ingadozásokat mutatott, 3-31% között alakult (Béládi – Kertész, 2009; 2012; 2014).

Az árakat jellemzően a kereslet és a kínálat határozza meg, hiszen amennyiben áruhiány keletkezik, megnő a termékek iránti kereslet, ezáltal emelkednek az értékesítési árak is, míg túlermelés esetén ennek ellenkezője következik be. A lúdágazatban realizálható jövedelem nagymértékben függ attól, hogy milyen áron tudják a termelők értékesíteni a termékeiket, valamint miután a vertikum jellemzően export piacra termel, így az árakat nagyban befolyásolja az árfolyam alakulása is (Kállay, 2015). A lúdágazatnak – csakúgy, mint a teljes baromfiiparnak – láthatóan számos kihívással kell szembenéznie a fogyasztói igényekkel kapcsolatosan. A versenyképesség méréséhez elengedhetetlen a piaci igény megléte, kiemelten fontos kérdés, hogy a termelők által előállított termékek piacképesek-e, azaz van-e rájuk kereslet a piacon, el lehet-e adni azokat.

A lúd termékei prémium árucikkeknek tekinthetők, piaca zárt, hiszen a magasabb ára miatt nem minden fogyasztó tudja azt megfizetni. Emellett megállapítható, hogy egy olyan termék, amelynek kereslete nagyban függ a fogyasztói szokásoktól, s nem tekinthető napi fogyasztási cikknek, jellemzően szezonálisan, főként a kiemelt időszakokban keresik a vásárlók (Avar, 2014). Emiatt a libahús árérzékeny és viszonylag kis volumenben értékesíthető. Miután a liba speciális terméknek számít, melyet egy szűk réteg fogyaszt, így a kereslet határozza meg az előállítás volumenét. Európában a megtermelt mennyiség közel 80%-át a németajkú országokban veszik meg, így e kereslet függvényében alakul a termelés volumene is. Hazánkban a libahús évi egy főre jutó fogyasztása a többi baromfiféléhez képest csekély, Molnár és Látits (2016) adatai szerint

2015-ben nem érte el az 1 kg-ot (7. táblázat). Ugyanakkor ez még így is magasabb, mint a világ átlagos libahús fogyasztása (0,4 kg/fő/év) (The Poultry Site, 2012).

7. táblázat

A baromfihús fogyasztásának alakulás Magyarországon (2015)

Megnevezés (1)	Egész (8)	Mell (9)	Comb (10)	Me.: kg/fő/év (kg/capita/year)	
				Belsőség, aprólék, egyéb (11)	Összesen (7)
Csirke (2)	1,47	4,84	4,72	8,99	20,02
Tyúk (3)	0,16	0,01	0,01	0,05	0,22
Pulyka (4)	0,16	0,76	0,76	1,27	2,96
Liba (5)	0,17	0,01	0,01	0,61	0,84
Kacsa (6)	1,42	0,03	0,03	0,89	2,43
Összesen (7)	3,38	5,65	5,65	11,80	26,46

Forrás (Source): Molnár és Látits (2016)

Table 7. Poultry meat consumption in Hungary (2015)

Description (1), Chicken (2), Hen (3), Turkey (4), Goose (5), Duck (6), Total (7), Whole (8), Breast (9), Leg (10), Offal and other (11)

Emellett fontos megemlíteni, hogy egyre nagyobb piaci igény mutatkozik a kényelmi termékek iránt, s ez a tendencia ma már a baromfiágazat termékeire, így a libára is jellemző. Ehhez azonban alkalmazkodnia kell a feldolgozóüzemeknek is, és az elsődlegesen feldolgozott (vágott és darabolt) termékek értékesítése mellett szükség van továbbfeldolgozásra is, amely további fejlesztéseket igényel. A víziszárnyas ágazatban, főként a libánál alacsony a konyhakész, kényelmi termékek aránya. A kacsánál a legnagyobb cégek az elmúlt években tudtak ezen a területen fejlesztéseket végezni, s ma már képesek elősütött termékek előállítására. A liba esetében is elindult ez a folyamat az elmúlt 1–2 évben, azonban a fogyasztói igények változását figyelembe véve további fejlesztésekre van szükség. Keleti (2015) szerint ezeknél a magasabb hozzáadott értékkel rendelkező termékeknel a minőség és a márka az, ami elsődlegesen számít, ellentétben például a származással. Ehhez kapcsolódóan megfogalmazható jövőbeli cél és feladat olyan marketingstratégia kialakítása, amelyben ezek hangsúlyozásra kerülnek, s a minőségi termékeket egy jól kidolgozott márka keretein belül kínálják a fogyasztóknak.

Az elérhető jövedelem változásában jelentős szerepet játszik a termelési költségek változása, melyet részben a takarmányárak volatilitása okoz, hiszen ez teszi ki a költségek 65–70%-át (Avar, 2014). Emellett itt szükséges megemlíteni a változó termelési hatékonyságot is, melynek egyik oka az épületek, az eszközállomány kora és állapota, míg másik oka, hogy a termelésben számos lúdfajta van jelen. Mindkét ok részben a forráshiányra vezethető vissza. Az ágazatban a termelés sok esetben korszerűtlen istállóban történik, s csak kevés, főként nagyobb vállalkozás tudott az elmúlt időszakban új telepeket létesíteni. Az épületek nagy része 20 évnél idősebb, a technológia kora pedig jellemzően 15 év, az ágazat istállóinak állapota általában elfogadható (8. táblázat) (BTT, 2013; Csorbai, 2015b).

8. táblázat

A termelőépületek állapotának megoszlása a lúdágazatban (2013)

Megnevezés (1)	Alapterület (m ²) (6)	Megoszlás (%) (7)		
		Jó (8)	Elfogadható (9)	Gyenge (10)
Lúd előnevelő (2)	165 000	18	67	15
Húsliba (3)	100 000	17	65	18
Hízott liba (4)	27 000	24	61	15
Lúd törzs (5)	200 000	20	60	20

Forrás (Source): BTT, 2013

Table 8. Condition of stables in goose sector (2013)

Description (1), Goose rearing (2), Goose meat (3), Fatty goose (4), Goose strain (5), Basic area (m²) (6), Share (%) (7), Good (8), Acceptable (9), Weak (10)

Az ágazat számára további problémát jelent a törzstenyésztés kérdése. Hazánkban 2013-ban több mint 20 hazai nemesítésű, valamint külföldi eredetű lúdfajta, lúd-genotípus termelt, a szakemberek véleménye szerint mind a hús-, mind a májtípusú ludak esetében sok a bejegyzett fajta, azonban a magas szintű tenyésztőmunkához szükséges források nem állnak rendelkezésre. Jelentős gondot okoz, hogy a nemesítő munka hiányában az alkalmazott genotípusok többsége külföldről kerül importálásra, s eközben a hazai fajták háttérbe szorulnak. Mindkét hasznosítási irány esetében igaz az, hogy a szükséges tenyésztőmunkát már néhány fajttal is meg lehetne oldani. A feltételek adottak, hiszen hazánkban vannak olyan szakemberek, akik e munka élére tudnának állni, de ehhez az anyagi háttér megteremtése szükséges (Veszélka, 2014). Napjainkban mindössze néhány vállalkozás végez tényleges tenyésztőmunkát. Csorbai (2015a) szerint különbséget kellene tenni a tenyésztőszervezetek között, s azokat, amelyek tényleges tenyésztő munkát végeznek „nemesítő” tenyésztőszervezetnek kellene minősíteni, megkülönböztetve azoktól a szervezetektől, amelyek importtal vagy egyszerű szaporítással foglalkoznak. Mindezt a jelenlegi jogszabályok (123/2005. FVM rendelet) sem választják el egymástól, éppen ezért szükség lenne ezek módosítására is.

A tényleges tenyésztőmunka hiányának egyik következménye, hogy visszaesnek a termelés természetes mutatói, amellyel a tevékenység jövedelemtermelő képessége is romlik, s tovább gyűrűzik ennek negatív hatása. A probléma megoldásához szükség van a legnagyobb integrációk összefogására, valamint az állam segítségére is. Lengyelország e területen is jelentős mértékben tudott fejlődni, melyhez hozzájárult egy saját nemesítésű fajta kitenyésztése (Csorbai, 2016). Lengyelország az elmúlt mintegy két évtizedben több mint 2,5-szeresére tudta növelni a termelését. Ott jellemzően más a vállalkozási környezet, a magyarországitól eltérően a klimatikus adottságai, amelynek eredményeként több zöld takarmányt tudnak etetni az állatokkal, ezáltal alacsonyabbak a termelési költségek is. További lehetőséget jelentett Lengyelország számára a nagymértékű külföldi tőke beáramlása, melynek segítségével jelentős fejlesztéseket tudtak véghezvinni.

A probléma megoldása mindenképpen kiemelt jelentőségű, hiszen az azonos fajta és a kiegyenlített fajtajeljesítmény egységes végtermék előállítását teszi lehetővé (Csorbai, 2016). A víziszárnyas (kacsa és lúd) ágazatra vonatkozóan nem állnak rendelkezésünkre olyan hazai átlagos természetes mutatók, amelyekkel a vertikum természetes hatékonysága

objektíven megítélhető lenne. Azonban, ha ezek az adatok rendelkezésre állnának, akkor is kevésbé lennének összehasonlíthatóak, mint például a brojler csirke esetében. Ennek oka, hogy a hazai lúdágazatban a genetikai potenciál jelentős eltérése mellett különbségek tapasztalhatóak az alkalmazott tartás- és takarmányozástechnológiában is. Az ágazat versenyképességének növeléséhez mindenképpen szükséges a jelenleg tapasztalható genetikai és ahhoz kapcsolódó technológiai heterogenitás megszüntetése, melyhez elengedhetetlen a jelenleg használt fajták/genotípusok számának csökkentése, esetlegesen egy-egy máj- és hústípusú fajta/hibrid kitenyésztése.

A jövedelemtermelő képességet befolyásolja továbbá az olyan többletköltségek felmerülése, amelyet a szigorú állatjóléti, valamint higiéniai és élelmiszerbiztonsági követelmények okoznak. A versenyképességre hatással van közvetett módon az alternatív tömési eljárások hiánya is, hiszen ezáltal az ágazat ki van téve az állatvédő szervezetek indokolatlan támadásainak, melynek következtében – részben az elvárásoknak való megfelelés problémái miatt, részben a piacvesztés okán – számos termelő felhagyott e tevékenységgel. A hízott máj előállításának körülményei nemcsak hazánkban, hanem a világ más országaiban is eltérő reakciókat váltanak ki a fogyasztók, a termelők és az állatvédő szervezetek körében, s mindez különösen a célpiacainkon a fogyasztás csökkenését eredményezi, s mindez jelentős mértékben befolyásolja az ágazat export lehetőségeit, ezáltal hatással van az értékesítési árakra, valamint azon keresztül a tevékenység során elérhető jövedelmére is. A magyar lúdágazatot – a hízottmáj-termelés és a tollszedés miatt – súlyos veszteség érte az állatvédő szervezetek szakmailag megalapozatlan támadásainak következtében. A 2000-es évek közepén – részben a Négy Mancs állatvédő szervezet negatív irányú kampányának következtében – jelentős keresletcsökkenés volt tapasztalható a nemzetközi, főként németajkú piacokon, emiatt jelentős mértékben visszaesett a víziszárnyas termékek előállítása. Ezen szervezetek tevékenysége jelenleg nem veszélyezteti az ágazatot, azonban a Négy Mancs állatvédő szervezet korábbi években tapasztalható fellépése jelentős hatással volt a tevékenység által realizálható jövedelemre. Az ágazat nehéz helyzetbe került ebben az időszakban, több nagy integrátori hálózat csődbe ment, mely a termelők számára rendszeres jövedelmet, s ezáltal megélhetést biztosított. Fontos megjegyezni, hogy a hízottmáj-előállítás (kacsa és liba) Európa több országában (Franciaország, Magyarország, Bulgária, Spanyolország és Belgium) is tradicionális és legális tevékenység. Az állatvédő szervezetek erre vonatkozó negatív irányú kampányai jelentős gazdasági, szociális és kulturális károkat okoznak. A hazai állatvédelmi törvény szerint nem minősül állatkínzásnak a kényszerítés, de a hízott máj termelésére vonatkozó előírásokat rendeletben szabályozza, ezáltal téve eleget az állatjóléti követelményeknek. A Baromfi Termék Tanács 2011-ben állategészségügyi szakemberek és a szaktárca támogatásával elkészítette a Víziszárnyas-termékek előállításának kódexét, amelyben 12 pontban határozta meg a hízott liba és kacsa tartására vonatkozó állatvédelmi szabályokat. Azon termelők, akik csatlakoznak a rendszerhez, s önkéntesen betartják a kódexben leírt előírásokat, egyfajta garanciát kapnak arra, hogy nem érheti őket ilyen jellegű támadás (Szabó, 2007; Bogenfürst – Áprily, 2011; Csorbai et al., 2011; Kozák, 2011).

A következő probléma az ágazati marketingkommunikáció hiánya, melyet jellemzően az ágazati együttműködés és a vertikum szereplői közti kommunikáció hiánya okoz. Ezzel szemben a lengyelek egyetlen év alatt csaknem 5 millió eurót tudtak a víziszárnyas ágazatuk marketingjére költeni, míg hazánkban ez az érték az 5 ezer eurót sem érte el (Csorbai, 2015b). Ilonka (2011) szerint az ágazat versenyképességét jelentős mértékben csökkentheti a termelők közti érdemi kooperáció hiánya is.

A hazai lúdágazat számolni kényszerül az egyre erősödő lengyel konkurenciával is. Egy korábbi tanulmányban (Molnár, 2016) a lengyel konkurenciához kapcsolódóan az RCA-módszer segítségével vizsgáltam, hogy az egyes libából előállított termékek, termékcsoportok esetében milyen előnyökkel, adott esetben hátrányokkal rendelkeznek a két ország (Magyarország és Lengyelország) az exportpiacokon. A módszer a referencia-országokba irányuló termékexport megnyilvánuló komparatív előny vagy hátrány indexét oly módon határozza meg, hogy összeveti egy meghatározott termék arányát a teljes hazai exportban ennek a terméknek a részesedésével egy meghatározott országcsoporthoz képest a kereskedelmében. A kapott eredményeket, Magyarország és Lengyelország libahús-, illetve libából előállított élelmiszeri célra alkalmas vágási melléktermékek és belsőségek esetén megnyilvánuló komparatív előnyét vagy – adott esetben – komparatív hátrányát foglalja össze a 9. táblázat. A B mutató 1 feletti értékei komparatív exportelőnyt, míg 1 alatti értékei komparatív exporthátrányt jeleznek. Az RTA-, lnRXA- és az RC-index pozitív és negatív értékeket vehet fel, a pozitív érték versenyelőnyt, míg a negatív érték versenyhátrányt mutat (Fertő, 2003, Fertő, 2006).

9. táblázat

Magyarország és Lengyelország libából előállított termékeinek kereskedelme kapcsán megnyilvánuló komparatív előny vagy hátrány (2012-2015 közötti átlagok alapján)

Megnevezés (1)		Átlag (8), 2012-2015				Szórás (9), 2012-2015			
		B	RTA	lnRXA	RC	B	RTA	lnRXA	RC
<i>Megnyilvánuló komparatív előny, ha (2):</i>		>1	>0	>0	>0	-	-	-	-
Magyarország (10)	0207 51: Nem darabolva, frissen vagy hűtve (3)	0,29	0,29	-0,55	-	0,06	0,06	0,11	-
	0207 52: Nem darabolva, fagyasztva (4)	1,68	1,59	0,22	-	0,05	0,12	0,01	-
	0207 53: Hízott máj, frissen vagy hűtve (5)	2,97	2,93	0,47	-	0,15	0,25	0,02	-
	0207 54: Más frissen vagy hűtve (6)	1,77	1,76	0,24	-	0,41	0,41	0,10	-
	0207 55: Más fagyasztva (7)	2,43	2,35	0,38	1,55	0,26	0,26	0,10	0,27
Lengyelország (11)	0207 51: Nem darabolva, frissen vagy hűtve (3)	1,03	1,03	-0,01	-	0,33	0,33	0,17	-
	0207 52: Nem darabolva, fagyasztva (4)	5,30	0,01	0,72	0,10	0,25	3,31	0,02	0,37
	0207 53: Hízott máj, frissen vagy hűtve (5)	0,03	0,02	-1,79	-	0,04	0,05	0,64	-
	0207 54: Más frissen vagy hűtve (6)	4,40	2,53	0,64	-	9,05	3,39	0,04	-
	0207 55: Más fagyasztva (7)	3,92	2,33	0,59	0,47	0,24	1,09	0,03	0,31

Forrás: Saját számítás a Comtrade (2016) adatai alapján (Source: Own calculation based on the Comtrade (2016) data)

Table 7. Comparative advantages or disadvantages of Hungary and Poland resulting from the trade of goose meat products (based on means between 2012–2015)

Description (1), It is a revealed comparative advantage if (2), 0207 51: Not cut in pieces, fresh or chilled (3), 0207 52: Not cut in pieces, frozen (4), 0207 53: Fatty livers, fresh or chilled (5), 0207 54: Other, fresh or chilled (6), 0207 55: Other products, frozen (7), Mean (8), Standard deviation (9), Hungary (10), Poland (11)

A négy RCA index alapján megállapítható, hogy a 2012–2015 évek átlagában Magyarország a vizsgált termékek esetében megnyilvánuló komparatív exportelőnnyel rendelkezik a megjelölt országcsoportban, ez alól egyedül a friss vagy hűtött, nem darabolt termékek jelentettek kivételt. Az RC-index esetében látható (9. táblázat) az index problémája, hogy ha az adott áruból nincs import, akkor az RC-indexet nem lehet értelmezni, illetve ha az adott termékből nincs export, akkor értéke nulla. Mivel hazánk mindössze egy-egy évben importált a különböző termékekből, így a vizsgált időszak átlagában nem értelmezhető a mutató. Azonban, ha az egyes éveket külön-külön értékeljük, akkor megállapítható, hogy amennyiben volt import az adott termékből az index értéke nagyobb, mint 0. A szórás értékei átlagosak, nincsenek kiugróan magas értékek, tehát az egyes évek között nem tapasztalható nagy eltérés. Magyarország a hízott máj esetén rendelkezik a legnagyobb komparatív előnnyel, s mind az RTA, mind a lnRXA értéke pozitív.

A négy RCA-index alapján megállapítható, hogy Lengyelország jellemzően komparatív előnnyel rendelkezik a libahús-, illetve libából előállított élelmiszeri célra alkalmas vágási melléktermékek és belsőségek esetében a világ piacain, s míg a fagyasztott, nem darabolt, valamint más, friss vagy hűtött termékek esetében erős komparatív előnnyel rendelkezik a vizsgált időszakban, addig a hízott máj esetében komparatív hátrány figyelhető meg. A szórás értéke jellemzően átlagosnak tekinthető, mindössze néhány esetben figyelhető meg kiugróan magas érték, amely az egyes évek közötti nagy eltéréseket tükrözi. Mindkét ország libából készült termékei elismertek nemzetközileg is, s a vizsgált piacokon komparatív előnnyel rendelkeznek. Megállapítható, hogy Magyarország a hízott máj, míg Lengyelország a fagyasztott, nem darabolt, valamint más, friss vagy hűtött termékek esetében rendelkezik a legnagyobb komparatív exportelőnnyel nemzetközi szinten. Ezzel szemben a vizsgált termékek RTA-indexei mindkét ország esetében pozitívak, azonban a nem darabolt és más fagyasztott termékek, valamint a hízott máj esetében Magyarország értékei magasabbak, Lengyelországgal szemben nagyobb versenyelőnye van nemzetközi szinten. A versenyképesség és a komparatív előny oka, hogy jelentős mennyiségű libahúst ez a két ország állít elő, s biztos felvevőpiacnak tekinthető Németország, mely kiemelt exportpartner a vizsgált országok esetében.

A nemzetközi kitettség ugyanakkor további problémát is jelent az ágazat számára, mely az exporttól való függőségre vezethető vissza. Az ágazatot exportorientáltság jellemzi, a megtermelt termékek mintegy 90%-a kerül külföldi piacokra, ezáltal a nemzetgazdaság jelentős devizabevételi forrása, azonban fontos kiemelni, hogy a felvevő piacokat illetően jelentős koncentrálttság figyelhető meg. Így például a hízott libamáj esetében a felvevőpiacot jellemzően Franciaország és Japán jelenti, az eladható mennyiséget ezen országok kereslete határozza meg, s ennek következtében nő a hazai hízott májtermelés és export kiszolgáltatottsága. Miután igen drága, prémium termékről van szó, így a kereslet határozza meg a termelés volumenét, hiszen, ha túltermelés van, akkor a készletek beragadhatnak, melynek következtében a következő évi árak jelentős mértékben csökkennek (Nyárs *et al.*, 2006, Kozák, 2011, Magyar, 2013; Szabó, 2013). E probléma megoldásához szükséges lehet az exportpiacok bővítése, melynek lehetőségeiről pozitív meggyőződése van a külföldön is versenyképes nagyvállalatok vezetőinek. Ezen vállalatok főként azokban a külföldi piacokban gondolkodnak, ahol jelenleg is jelen vannak, valamint amelyek képesek a következő évekre tervezett többlettermelést felvenni. A fejlődő országokban, főként Ázsiában nő leginkább a baromfihúsok fogyasztása, így az itt jelentkező piaci lehetőségeket is szükséges számításba venni. A víziszárnyas termékek iránt élénk érdeklődést mutat Kína. Az

exportnak két fő akadálya van, az egyik adminisztratív jellegű, ide tartozik az exportengedélyek beszerzése, az exportprotokoll kidolgozása, valamint az eltérő államigazgatási struktúra és jogi környezet kérdése, míg a másik a technológiai különbség, hiszen a kínai piac kedvelt termékeit (pl.: libafej) Magyarországon melléktermékként, adott esetben hulladékként kezelik (Csorbai, 2015b). Miután a különböző piacokon eltérőek a piacvezető termékek, a hazai feldolgozóknak sok esetben többletköltséget jelent a technológia piaci igényekhez igazodó átalakítása.

Azokra a problémákra, amelyekre az ágazat szereplői hatással tudnak lenni, a jövőben megoldást kell találni. A megfogalmazott problémák célokká történő átfordításával meghatározhatóak az ágazat jövőbeli céljai. A Baromfi Termék Tanács az ágazat 7 éves stratégiájában a víziszárnyas ágazat fejlesztésére a következő területeket jelölte meg, amelyekkel a problémaelemzés alapján egyetértek: törzstenyésztes, továbbfeldolgozás, egységes marketingstratégia, termelés finanszírozása és támogatása. A szakmai szervezet is úgy véli, hogy főként a lúdágazatban – ágazati és kormányzati összefogással – fontos feladat lenne a törzstenyésztes egységesítése, a szükséges anyagi forrás azonban nem áll rendelkezésre a vertikumban. A szervezet hangsúlyozza továbbá, hogy miután az ágazat termékei jellemzően exportálásra kerülnek, így fontos lenne egy egységes marketingstratégia, melynek részét kell, hogy képezze az állatjólét hangsúlyozása. Emellett jelentős feladat a termelés finanszírozása és annak támogatása, hiszen a liba előállítás magas tökeigényű, a beruházásokat jellemzően csak támogatással tudják a termelők megvalósítani (BTT, 2013).

A meglévő horizontális problémák – politikai, gazdasági, társadalmi tényezők – a teljes ágazatra hatással vannak. Ezek között fontos megemlíteni az általános forgalmi adó (ÁFA), a feketegazdaság, valamint a már korábban említett foglalkoztatás kérdését. Hazánkban a teljes baromfiágazatra igaz, hogy megnőtt a külföldi, illetve hazai szürke- és feketegazdasági szereplők száma az európai uniós szinten magas ÁFA tartalmat kihasználva, ezáltal számos, tevékenységüket legálisan végző vállalkozást hátrányos helyzetbe hozva a piacon (BTT, 2013; Avar, 2015).

KÖVETKEZTETÉSEK

A tanulmány eredményeként megállapítható, hogy az ágazat központi problémája a versenyképesség kérdése, melyet a szakképzett munkaerő hiánya, a hektikusan változó jövedelmezőség, a termelők számának csökkenése, az ágazati marketingtevékenység hiánya, a nemzetközi kitettség, valamint az erősödő konkurencia okoz. Ezek a problémák közvetlenül csökkentik az ágazat nemzetközi versenyképességét. Az azonosított problémák egy része az ágazattól független külső tényező, melyet a vertikum szereplői csak elkerülni, tompítani tudnak, megoldani azonban nem. Az ágazat szereplőinek mindenképpen érdeke a fejlesztés, a versenyképesség megőrzése és annak fokozása, így ágazati szinten kell megoldást találniuk azokra a problémákra, amelyekre a vertikum hatással lehet. Ehhez mindenképpen szükséges a törzstenyésztes egységesítésén keresztül mindkét hasznosítási irányban egy versenyképes hibrid kialakítása, amely lehetővé teszi az ágazat genetikai és technológiai háttérének egységesítését, s mindez hozzájárul a hatékonyság javulásához, azon keresztül a versenyképesség növekedéséhez. Ehhez azonban az ágazat szereplőinek nincs meg az anyagi forrása, így mindenképpen szükség van állami támogatásra is. Az ágazat esetében további fejlesztésre van szükség a tovább-feldolgozott termékek területén, hiszen a piac egyre inkább igényli a kényelmi termékeket, s ehhez a feldolgozóüzemeknek is alkalmazkodnia kell. A vertikumban az elmúlt években elindult a fejlődés ezen a téren,

azonban a fogyasztói igények változását figyelembe véve további fejlesztésekre van szükség. Az eredmények alapján az is megállapítható, hogy jelentős probléma a vertikum számára a szakképzett munkaerő hiánya. Ennek megoldására vannak törekvések, így például van olyan ágazati szereplő, aki részt vesz a duális képzésben, s ezáltal próbálja biztosítani a munkaerő utánpótlását. Ezen túl azonban szükséges lenne a szakma elismertségének visszaállítása is, hiszen ezáltal a közép- és felsőoktatásban nagyobb érdeklődés mutatkozna az állattenyésztési képzések iránt, s ily módon növelhető lenne az ágazat számára a potenciális munkaerő mennyisége. Mindezek mellett, miután az ágazat jellemzően exportra termel, szükség lenne egy egységes marketingstratégia kidolgozására is. A hazai lúdágazat jövőképét a szakemberek kedvezőnek ítélik meg, mindez azonban attól függ, hogy a vertikum hogyan tud a kihívásoknak megfelelni. A jövőt illetően mindenképpen a versenyképesség növelésére kell törekednie az ágazat szereplőinek, s olyan termékeket kell előállítaniuk, amelyek versenyképesek és eladhatóak a piacon, ahol egyre éleződő versennyel kell számolniuk. Ezekben a piacokon a minőség, a biztonság és az állatjólét kérdése együttesen jelenik meg, mint követelmény. Az ágazat számára egyre nagyobb problémát jelent a lengyel konkurencia (meg)erősödése. Az elemzések azt mutatják, hogy Magyarország a hízott máj, míg Lengyelország a fagyasztott, nem darabolt, valamint más, friss vagy hűtött termékek esetében rendelkezik a legnagyobb komparatív exportelőnnyel nemzetközi szinten. A versenyképesség és a komparatív előny oka, hogy jelentős mennyiségű libahúst ez a két ország állít elő, s biztos felvevőpiacnak tekinthető Németország, mely kiemelt exportpartner a két országnak.

IRODALOM

- Apáti F., Kurmai V. (2016): A megyei versenyképessége, piaci helyzete és kilátásai. In: Nyéki, J., Szabó, T., Soltész, M. (szerk.): Megyei (A jövedelmező intenzív termesztés alapjai). 2016. 57.
- Avar L. (2014): Liba és kacska – realitás szárnyán. Magyar Mezőgazdaság 69 (46) 26-27.
- Avar L. (2015): Jobb a kacska, mint a liba. Magyar Mezőgazdaság 70 (46) 14-15.
- Bábáné Demeter E. (szerk.) (2016): Vágóhidak élőállat-vágása. IX. évfolyam 1. szám, AKI, Budapest, p. 10.
- Baromfi Termék Tanács (BTT) (2013): Közös cél a magyar baromfiágazat felzárkóztatása – A baromfiágazat 7 éves fejlesztési stratégiája, annak pénzügyi és gazdasági hatásai.
URL: http://www.mbt.hu/mediatar/fajlok/regebbi_fajlok_2/baromfistrategia
(Letöltés dátuma: 2014.04.10.)
- Béládi K., Kertész R. (2009): A főbb mezőgazdasági ágazatok költség- és jövedelmhelyzete a tesztüzemek adatai alapján 2008-ban, Agrárgazdasági Információk, 2009. 4. szám, AKI, Budapest. 51-68.; 156-162.
- Béládi K., Kertész R. (2012): A főbb mezőgazdasági ágazatok költség- és jövedelmhelyzete 2010. AKI, Budapest. 38-50.; 136-141.
- Béládi K., Kertész R. (2014): A főbb mezőgazdasági ágazatok költség- és jövedelmhelyzete 2012. AKI, Budapest. 126-131.
- Felföldi J., Pupos T., Szűcs I. (2013): A mezőgazdasági ágazatok versenyképessége és fenntarthatósága. In: Szűcs I. (szerk.): Mezőgazdasági ágazatok gazdaságtana. Debreceni Egyetem, AGTC. 90-134.
- Bogenfürst F. (2008): A víziszárnyas ágazat helyzete és jövőbeni kilátásai Magyarországon. Állattenyésztés és takarmányozás. 57 (5) 415-423.

- Bogenfűst F., Áprily Sz. (szerk.) (2011): Baromfitenyésztés. „E-tananyag” az Állattenyésztő mérnöki BSc szak hallgatói számára. 399 p.
- Comtrade (2016): UN Comtrade Database. URL: <http://comtrade.un.org/>
- Csorbai A., Földi P., Látits M., Molnár Gy. (2011): Víziszárnyas-termékek előállításának kódexe. BTT, Budapest, 19 p.
- Csorbai A. (2015a): A magyar baromfiipar és az ágazatok helyzete, lehetőségei, versenyképessége avagy előre vagy hátra? – az Agrofeed Kft. baromfi hírlevele. 22. szám 2015/3. negyedév 5-7.
- Csorbai A. (2015b): Szakértői interjú, 2015.12.14.
- Csorbai A. (2016): Jogszerű – de vajon etikus és igazságos-e? In: Veszelka, A. (2016): Fajtakérdés és állatjóléti támogatás. Baromfiágazat. 16 (3) 56-61.
- FAO (2016): Food And Agriculture Organization Of The United Nations Statistics Division database. URL: <http://faostat3.fao.org/>
- Fertő I. (2003): A komparatív előnyök mérése. Statisztikai Szemle. 81 (4) 309–327.
- Fertő I. (2006): Az agrárkereskedelem átalakulása Magyarországon és a Kelet-Közép-Európai országokban. Budapest. MTA Közgazdaságtudományi Intézet. 2006. 43-55.
- Horn P. (2014): Termelés és versenyképesség. Baromfiágazat. 14 (3) 4-11.
- Ilonka M. (2011): Két tűz között az ágazat. Kistermelők Lapja. 55 (7) 16.
- Kállay B. (2015): Piacvezető vállalkozás Kelet-Magyarországon. Baromfiágazat. 15 (3) 48-52.
- Kozák J. (2011): A hízott liba- és kacsamáj termelése, valamint piaci kihívásai. Gazdálkodás 55 (3) 309-316.
- Kozák J. (2014): Lúdtenyésztők szakmai konferenciája. Baromfiágazat 14 (4) 70-71.
- Keleti Zs. (2015): A baromfiipiacra mennek a feketézők – interjú. Világgazdaság Online. Letöltés: <http://www.vg.hu/velemeny/interju/a-baromfiipiacra-mennek-a-feketezok-452594>, 2016.01.26.
- KSH (2016): Központi Statisztikai Hivatal honlapja. URL: www.ksh.hu
- Magyar J. (2013): Húszszázalékos termelés-csökkenésre van szükség. In: Veszelka A. (szerk.): A víziszárnyas-ágazat jelene és jövőképe – Csökkenteni kell a libahús-előállítás volumenét (körkérdés). Baromfiágazat. 13 (4) p. 50.
- Molnár Sz. (2016): Evaluation of the Hungarian and Polish goose meat production. Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists 18 (3) 255-261.
- Molnár Gy., Látits M. (2016): A lúd ágazat eredményei és aktuális feladatai. Baromfi Termék Tanács. XVIII. Kiskunfélegyházi Libafesztivál – Szakmai Konferencia. 2016. szeptember 9.
- Nábrádi A., Szöllősi L. (2008): A baromfiágazat versenyképességének helyreállítása. Gazdálkodás 52 (5) 418-428.
- Nyárs L., Papp G., Vőneki É. (2006): A pulyka-, kacs-, lúd-, juh- és nyúlágazat nemzetközi helyzete. Agrárgazdasági információk. 2006. 3. szám 36.
- OECD-FAO (2016): OECD-FAO Agricultural Outlook 2015-2024. URL: <http://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?QueryId=66510&vh=0000&vf=0&l&il=&lang=en>
- Romanov, M. N. (1999): Goose production efficiency as influenced by genotype, nutrition and production systems. World's Poultry Science Journal 55 (3) 281-294.
- Rosinski, A. (2002): Goose production in Poland and Eastern Europe. In: Buckland, R., Guy, G. (szerk.): (2002) Goose production – FAO animal production and health paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 124-137.

- Szabó M. (2007): Lúdágazat helyzete és jövője. In: Nábrádi A. – Szöllősi L. (szerk.) (2007): A baromfiágazat helyzete, kilátásai és fejlesztési lehetőségei. Debreceni Egyetem, Debrecen, 37-40.
- Szabó M. (2013): Remélem, van jelenünk és jövőnk. In: Veszeka A. (szerk.): A víziszárnyas-ágazat jelene és jövőképe – Csökkenteni kell a libahús-előállítás volumenét (körkérdés). Baromfiágazat. 13 (4) 49-50.
- Szűcs I., Nagy L. (szerk.) (2004): Gyakorlati alkalmazások – az üzleti tervezés gyakorlata. Campus Kiadó. Debrecen. 20-21.
- The Poultry Site (2012): Global Poultry Trends - Asia Leads Output of Duck and Goose Meat. URL: <http://www.thepoultrysite.com/articles/2327/global-poultry-trends-asia-leads-output-of-duck-and-goose-meat/>
- Veszeka A. (2014): Túl hosszú a libasor... Baromfiágazat, 14 (4) 51-54; 57-58. 123/2005. FVM rendelet a tenyésztő szervezeti és fajtaelismerés rendjéről

Levelezési cím (*corresponding author*):

Molnár Szilvia

Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar

4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

University of Debrecen, Faculty of Economics and Business

H-4032 Debrecen Böszörményi str. 138.

+36 (52) 526-904

e-mail: molnar.szilvia@econ.unideb.hu



New distribution data of orb-weaver spiders in Morocco (Araneae: Araneidae)

J. Gál¹, L. Robson¹, G. Kovács²

¹University of Veterinary Science, Department of Exotic Animal and Wildlife Medicine
H-1078, Budapest, István Street 2.

²H-6724, Szeged, Londoni Krt. 1., IV-II/10.

ABSTRACT

The authors collected and examined 11 species of 7 genera of the Araneidae family in Morocco between the 1st of June 2012 and the 31st of November 2013. These 11 species belong to the following genera: *Agalenatea*, *Araneus*, *Argiope*, *Cyclosa*, *Cyrtophora*, *Larinioides* and *Zygiella*. In this paper we add the first report on 10 of these species in the area of Morocco. Of all the taxa we found in Morocco only one - *Araneus arganicola* Simon, 1909 - was known from the country previously.

(Keywords: *Araneidae*, faunistic data, spider, Morocco)

INTRODUCTION

The orb-weaver spider (*Araneidae*) shows high variety in morphologically forms including relatively small to large species (Jäger, 2012; Jones, 1983; Loksa, 1972; Ubick et al., 2004). Their cephalic region of the prosoma is narrow, and then broadens like a bottle, but still usually remains flat. Their eyes are seated in two rows. The two lateral eyes in the lower row are further away from the rest of the eyes in the middle. They have strong chelicerae. Opisthosoma is very diverse in appearance, but usually carries the specific colour pattern for the given taxon. Pointed shoulders can often be seen on the dorsal side, as well as diverse protrusions facing the muscles and silk-gland. Their legs have well developed claws and are usually covered with spikes and hair (Loksa, 1972; Ubick et al., 2004). Sometimes there is a significant difference in size and color between the sexes (sexual dimorphism). Most of their species make classic spiral orb webs, which are perpendicular to the ground, but some genera (eg. *Cyrtophora*), make their webs horizontal to the ground and these are more complexly built than the spiral orb webs. In other species a thicker decoration line can be seen starting from the middle of the tangle web (Loksa, 1972; Ubick et al., 2004; Álvares & Maria, 2004).

There are very few data to be found about the occurrence of the species of this family in Morocco. Only one species is mentioned in the *World Spider Catalog* (2016), the *Araneus arganicola*. Deltshv (2015) has listed three species [*Araneus angulatus* Clerck, 1757, *Larinioides sclopetarius* (Clerck, 1757) and *Mangora acalypha* (Walckenaer, 1802)] in his work. In this research were examined the spider species from high Atlas Mountains, Morocco above of altitude of 2000 m. *M. acalypha* and the *Argiope lobata* (Pallas, 1772) were published from Morocco by Denis (1956). The *A. lobata* was found in Volubilis and Ifrane. Beron (2008) in his work has listed some spider species but only *L. sclopetarius* belongs of *Araneidae* from Morocco in Atlas Mountains.

MATERIALS AND METHODS

The first author collected in Morocco between the 1st of June 2012 and the 31st of November 2013 on the coastline between Rabat and Agadir. Potential habitats were checked on a weekly basis for months during the time of the research where special attention was paid for tangle webs. We documented our work with photographs. Specimens were collected individually and stored in the deep freezer until determination. We studied 40 females, 12 males and 4 juveniles. We examined the genitals in adults and other morphological characters. We used the papers of *Loksa* (1972), *Jones* (1983), *Ubick et al.* (2004) and *Jäger* (2012) for determination to species level. The prepared genitals of specimens are deposited in the private collection of the first author in his department.

RESULTS

In our research in Morocco we found species of the Araneidae family that we listed below and marked on map (*Figure 4*).

Gen. *Agalenatea* Archer, 1951

Agalenatea redii (Scopoli, 1763) (*Figure 1.*) - The species was found in a strip of cork oak next to Sidi Allal el Bahraoui, (1♀, 34°06'01,48"N, 6°19'21,69"W, 20.09.2013., J. Gál).



Figure 1. *Agalenatea redii* (Scopoli, 1763)

Gen. *Araneus* Clerck, 1757

Araneus angulatus Clerck, 1757 - The spiders were collected in the center of Rabat in a park (1♀, 1♂, 33°59'32,83"N, 6°51'51,88"W, 30.10.2012., J. Gál).

Araneus arganicola Simon, 1909 - We found the species in a cork oak park northeast of Sidi Allal el Bahraoui (1♀, 34°06'12,43"N, 6°21'38,08"W, 19.09.2013., J. Gál), (1 juv., 33°59'28,88"N, 6°51'18,55"W, 10.09.2013., J. Gál), (1♀, 33°58'28,92"N, 6°52'03,53"W, 8.10.2013., J. Gál) (1♂, 33° 58'33,08"N, 6°52'01,07"W, 11.10.2013., J. Gál).

Gen. *Argiope* Audouin, 1826

Argiope lobata (Pallas, 1772) - We only found the spider in one place in Morocco, about 80 km north of Sidi Alla el Bahraoui in a cork oak forest (6♀, 3♂, 34°05'56,27"N, 6°19'02,25"W, 17.09.2012., 22.09.2012., J. Gál).

Argiope trifasciata (Forsskál, 1775) - While collecting our samples, we found this species in areas north of Sidi Allal el Bahraoui, where they wove their tangle webs close to smaller lakes (11♀, 2♂, 34°06'09,14"N, 6°22'00,59"W, 13.08.2012., J. Gál). We found two animals sitting in their webs in parks in Rabat and we managed to verify one specimen sitting on artificially established hedges in front of the library of the Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II located at the crossing of Avenue Allal Al Fassi and Avenue Hfiane Cherkaoui (2♀, 33°58'49,53"N, 6°51'45,88"W, 18.09.2012., J. Gál) and at the Rabat Zoo (Jardin Zoologique de Rabat) (1♀, 33°57'16,92"N, 6°53'41,53"W, 01.10.2013., J. Gál).

Gen. *Cyclosa* Menge, 1866

Cyclosa conica (Pallas, 1772) - We collected this species in areas surrounding Kenitra (1♀, 34°15'02,60"N, 6°35'00,00"W, 10.08.2012., J. Gál), Fez (3♀, 34°02'04,38"N, 5°00'01,41"W, 19.09.2012., J. Gál) and Casablanca (1♀, 2♂, 33°32'06,09"N, 7°34'58,67"W, 27.08.2013., J. Gál).

Cyclosa oculata (Walckenaer, 1802) - We found the specimens in the region of the Atlantic Ocean in Morocco all along the coastline. We also collected specimens from northern Tanger (1♀, 35°46'07,18"N, 5°48'02,08"W, 21.10.2012., J. Gál) until Agadir (3 juv., 30°25'46,62"N, 9°35'53,86"W, 11.06.2013., J. Gál) going south.

Gen. *Cyrtophora* Simon, 1864

Cyrtophora citricola (Forsskál, 1775) (Figure 2) – We collected this species in more than one place in Morocco, including the parts of Kenitra (1♀, 34°15'02,60"N, 6°35'00,00"W, 10.08.2012., J. Gál) and Mohammedia (3♀, 2♂, 33°40'59,96"N, 7°23'00,00"W, 10.09.2012., J. Gál). We found more than one web between the branches of a medieval thuja located in Rabat (4♀, 33°59'05,71"N, 6°51'148,04"W, 02.08.2013., J. Gál).



Figure 2. *Cyrtophora citricola* (Forsskál, 1775)

Cyrtophora citricola lurida Karsch, 1879 - We found the specimens in Morocco close to Rabat next to a lower-order road (2♀, 33°58'12,24"N, 6°47'35,95"W, 27.07.2013., J. Gál).

Gen. *Larinioides* Caporiacco, 1934

Larinioides cornutus (Clerck, 1757) (Figure 3) - We collected the spider close to Sidi Boukhalkhal and its web on dried vegetation close to a lake (1♀, 1♂, 34°06'03,16"N, 6°19'21,96"W, 13.10.2012., J. Gál).



Figure 3. *Larinioides cornutus* (Clerck, 1757)

Gen. *Zygiella* F. O. Pickard-Cambridge, 1902

Zygiella x-notata (Clerck, 1757) - We found this species during our collecting close to Khemisset (1♀, 33°48'57,67"N, 6°06'14,91"W, 01.11.2012., J. Gál) next to the two lined A2 highway going to Fes.

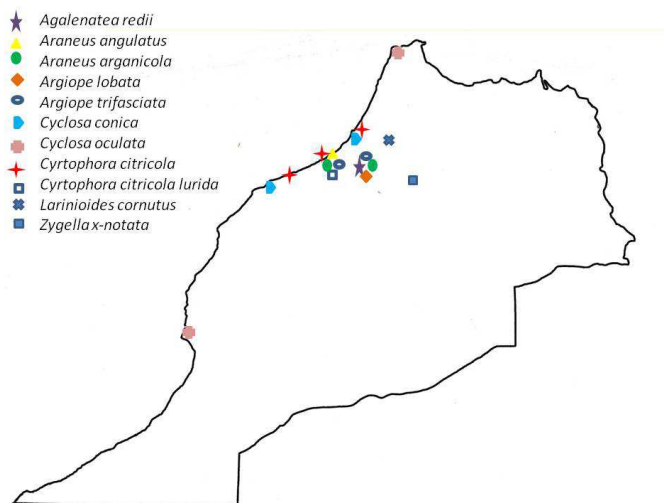


Figure 4. Map of sampling sites and distribution of the occurred species in Morocco

DISCUSSION

During the 17 months research we found 7 genera (*Agalenatea*, *Araneus*, *Argiope*, *Cyclosa*, *Cyrtophora*, *Larinioides* and *Zygiella*) and 11 species all belonging to the Araneidae family. We confirmed the occurrence of *Araneus arganicola* in Morocco as mentioned in the *World Spider Catalog* (2016) by collecting specimens north-east of Sidi Allal el Bahraoui in a cork oak park and in Rabat. *Araneus angulatus* is known as a palearctic species (*World Spider Catalog*, 2016). We collected our evidentiary sample in a pine park in the center of Rabat. From our knowledge, at the moment we think that Morocco is the most southern area of the distribution of this species. We also found the palearctic *Agalenatea redii* in the northern part of Morocco. Despite the wide distribution area of *Argiope lobata* and *A. trifasciata* in the old world, Moroccan occurrence was cited by *Denis* (1956). While collecting spiders in Morocco we found *A. trifasciata* in areas north of Sidi Allal el Bahraoui, where they made their tangle webs between soft stem plants near smaller lakes. We found a high density of spiders in these locations (an average of 26.7 adults and sub-adults in an area of 10 m²). We found specimens sitting in their nets in more than one place in Rabat, like in the park of the Hassan II University and in the man-made hedge in the areas of Rabat Zoo. We found *Argiope lobata* only in areas north of Sidi Allal el Bahraoui in an extreme dry, bushy habitat. *Wunderlich* (1991) published data on the occurrence of this species on the El Hierro Island of the Canary Islands. *Denis* (1956) recorded the species in Volubilis and Ifrane. On our expeditions searching south of Rabat, we did not find any species of the genus *Argiope*. We could certify the northern occurrence of the above mentioned species numerous times while doing our research in Morocco. Even though the two species of the genus *Cyclosa*: *C. conica* and *C. oculata* are found in the palearctic region (*World Spider Catalog*, 2016), we found several specimens in Morocco. We found *C. conica* as south as Casablanca, while a smaller population of *C. oculata* was found as south as Agadir which were live low to medium-height bushy vegetation. *Cyrtophora citricola* was found in the old world, the Greater Antilles, Columbia and Costa Rica (*Viquez*, 2007; *World Spider Catalog*, 2016), as well as in Brasil (*Álvares & Maria*, 2004) and Turkey (*Elverici et al.*, 2012) while *Cyrtophora citricola lurida* was found in northern Africa (*World Spider Catalog*, 2016). *Wunderlich* (1991) published data on the presence of *C. citricola* in the Canary Islands of the coast of Morocco. Both are species of the genus *Cyrtophora*, which we found in the outskirts, as well as in downtown Rabat and in the neighboring city, Kenitra, where the spiders and their tangle webs were found in smaller trees and bushes. *Larinioides cornutus* of the genus *Larinioides* is known to be a holarctic species, which we found in the Sidi Allal el Bahraoui area next to its tangle webs built on a dried soft stem plant. *Zygiella x-notata* of the genus *Zygiella* is known as a temperate zone and neotropical species. We marked its occurrence in Morocco on a cactus hedge next to a petrol station on the highway going to Fes. *Wunderlich* (1991) published data on the occurrence of this species on the Azores of the coast of Morocco.

In the case of other species, many publications can be found about them on other continents, sometimes worldwide. This way *A. angulatus* is known as a palearctic species by the *World Spider Catalog* (2016), while *Loksa* (1972) previously put the range of the species through Europe, Asia, Japan and North America. *Agalenatea redii* is a palearctic spider species (*World Spider Catalog*, 2016). The species is also known to be found on the Azores and the Canary Islands (*Wunderlich*, 1991). The species of the genus *Argiope* are spectacularly colored big spiders. *Argiope lobata* can be found in the

old-world (Gray & Roobas, 2015; *World Spider Catalog*, 2016). *Wunderlich* (1991) found the species on the El Hierro Island, which is part of the Canary Islands. *Levi* (1983) mentioned the species to be found in Burma, New-Caledonia and the northern part of Australia. *A. trifasciata* was stated both by *Levi* (1983) and *World Spider Catalog* (2016) to be found worldwide (mentioned as a cosmopolitan species). Genus *Cyclosa* has dozens of species all over the world. Their bulging protrusions have a characteristic physique on the end of the opisthosoma (*Loksa*, 1972). *C. conica* and *C. oculata* are palearctic species (*World Spider Catalog*, 2016). The species of the genus *Cyrtophora* have a very attractive body and the structure of the tangle web differs from the characteristics of the family (*Leborgne et al.*, 1998). According to *World Spider Catalog* (2016), *Cyrtophora citricola* can be found in the old-world, the Greater Antilles, Columbia and Costa Rica. *Wunderlich* (1991) mentions this species to be found on the Canary Islands off the coast of Morocco. There is also data of the later one in a statement by *Viquez* (2007). *Álvares & Maria* (2004) mentioned its occurrence in South America, in Brazil, while *Elverici et al.* (2012) found it in Turkey. On the other hand, *Cyrtophora citricola lurida* is listed as a species found in Northern Africa in *World Spider Catalog* (2016). The species of the genus *Larinioides* are small and have a typical pattern, but the color often varies between specimens even within a species. *Larinioides cornutus* is distributed across the holarctic area (*Loksa*, 1972). Small species belong of the genus *Zygiella*. The *Zygiella x-notata* can be found in the temperate zone and the neotropical region. We did not find any data on the occurrence of this species in the Northern African region (*World Spider Catalog*, 2016). *Wunderlich* (1991) mentions the presence of the species on the Azores.

Based on our data, we assume that some members of the Araneidae family somehow got to Morocco, either by man or by natural methods. *Wunderlich* (1991) also mentions this finding during his observations on the Macaronesian Island. We collected 11 species during our research and we couldn't find any literature or data on some species out of the 11 for the area of Morocco until now.

ACKNOWLEDGEMENTS

The first author owes thanks to Dr. Péter Sótonyi for the creative freedom he made available for him.

REFERENCES

- Álvares, É.S.S., Maria, M. (2004): First record of *Cyrtophora citricola* (Forsskál) in Brazil (Araneae, Araneidae). *Rev. Bras. Zool.*, 21. 155-156.
- Beron, P. (2008): High Altitude Isopoda, Arachnida and Myriapoda in the Old World. – *Bureschiana*, 1. 556 pp.
- Deltshev, C. (2015): Spiders from High Atlas Mountains, Morocco (Arachnida: Araneae). *Historia Naturalis Bulgarica*. 22. 33-35.
- Denis, J. (1956): Spiders collected in French Morocco by the Durham Colleges Expedition Club, 1952. – *Proceedings of the Zoological Society of London*, Volume 126, 2. 275-231.
- Elverici, M., Teksam, I., Özkütük, R.S., Kunt, K.B. (2012): *Cyrtophora citricola* (Araneae: Araneidae), a first record for Turkey. *Arachnol. Mitt.*, 44. 7-9.
- Gray, R.F., Roobas, B. (2015): Spiders of the United Arab Emirates: an introductory catalogue. *Tribulus. Journal of the Emirates Natural History Group.*, 23. 4-98.

- Jäger, P. (2012): A review on the spider genus *Argiope* Audouin 1826 with special emphasis on broken emboli in female epigynes (Araneae: Aranidae: Agriopinae). *Beitr. Araneol.*, 7. 272-331.
- Jones, D. (1983): A guide to spiders of Britain and Northern Europe. Hamlyn Publ. Group LTD., London.
- Leborgne, R., Cantarella, T., Pasquet, A. (1998): Colonial life versus solitary life in *Cyrtophora citricola* (Araneae, Araneidae): *Insects Soc.*, 45. 125-134.
- Levi, H.W., (1983): The orb-weaver genera *Argiope*, *Gea* and *Neogea* from the Western Pacific Region (Araneae: Aranidae, Argiopinae). *Bull. Mus. Comp. Zool.*, 150. 1-338.
- Loksa, I. (1972): Pókok II. - Araneae II. In: Magyarország Állatvilága (Fauna Hungariae), pp. 65-112.
- Ubick, D., Paquin, P., Cushing, P.E., Roth, V. (2004): Spiders of North America. American Arachnological Society. USA, New Hampshire, pp. 68-74.
- Viquez, C. (2007): First record of *Cyrtophora citricola* (Forsskál) from Costa Rica, with notes on some related species (Araneae: Araneidae). *Bol. Soc. Entomol. Argo.*, 40. 385-388.
- World Spider Catalog (2016): Natural History Museum Bern.
<http://wscnmbe.ch> [version 17.5]
- Wunderlich, J. (1991): Die Spinnen-fauna der Makaronesischen Inseln., pp. 12-97.

Corresponding author (*levelezési cím*):

Gál János

Szent István University, Faculty of Veterinary Science
Department of Exotic Animal and Wildlife Medicine
H-1078 Budapest, István Street 2.
e-mail: gal.janos@aotk.szie.hu