

국내산 더러브렛 경주마의 씨수말 평가 기준으로 이용되는 연간수득상금 분석

이도형¹ · 공홍식¹ · 이학교¹ · 박경도^{1*} · 조병욱² · 최연호³ · 전병순³ · 조광현³ · 신영수⁴

¹국립한경대학교, ²부산대학교, ³국립축산과학원, ⁴신구대학교

Analysis of the Annual Earnings used as the Sire Evaluation Criteria in Home-produced Thoroughbred Racehorses

Do-Hyeong Lee¹, Hong-Sik Kong¹, Hak-Kyo Lee¹, Kyung-Do Park^{1*}, Byung-Wook Cho², Yun-Ho Choy³,
Byeong-Soon Jeon³, Kwang-Hyun Cho³ and Young-Soo Sin⁴

¹Hankyong National University, Anseong-si, 456-749, Korea, ²Pusan National University, Miryang-si, 627-706, Korea,

³National Institute of Animal Science, Cheonan-si, 330-801, Korea, ⁴Shingu University, Seongnam, 462-743, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to analyze demerits of the sire evaluation system using annual earnings and to examine relationship between annual earnings and finish time in home-produced thoroughbred racehorses. The average number of progenies and number of starts per sire were 34 heads and 221 times, respectively. On the other hand, the number of progenies with the average age of 2 years and the number of starts were 9 heads and 25 times, respectively. The earnings of the horses with the age of 2 years accounted for 8.3% of annual earnings. The simple correlation coefficient between the number of progenies and the number of starts in annual earnings were 0.922 and 0.934, respectively. The correlation coefficient between the number of progenies and the number of starts was very high (0.985). The number of progenies and starts of sires for the first year of test career were very low (6 heads and 17 times), and there was very close relationship between number of progenies and annual earnings by the year of test career. The number of progenies was over 40 heads during the first 4 years of test career, and as the number of progenies increased the average earning index increased. The average earning index of sires with less than 30 progenies was lower than 1.00. When the number of progenies was less than 10, the average earning index was in the range of 0.06~0.13, indicating that the number of progenies affects much for determining the ranking of sires. The correlation coefficient between breeding value for finish time and annual earnings per start was very high (-0.524~-0.633) compared with other traits.

(**Key words** : Annual earnings, Number of starts, Average earning index, Test career)

서 론

경주능력에 대한 평가형질들은 속도(Oki et al., 1997; Mota et al., 2005), 부담중량(Bugislaus et al., 2004), 승률(Gillespie, 1971; Watanabe, 1974), 착순(Tavernier, 1991; Sobczynska, 2006)과 수득상금(Klemetsdal, 1994; Langlois & Blouin, 2004) 등으로 이들에 대한 다양한 연구가 이루어졌으며, BLUP (best linear unbiased prediction) 이론을 이용한 경주마의 유전능력 평가는 1980년대 이후 폭 넓게 연구되어 왔다(Arnason, 1982; Tavernier, 1988; Willham & Wilson, 1991; Belhajyahia et al., 2003; Langlois & Blouin, 2007; Sobczyńska, 2010). 국내 씨수말들의 경주능력은 자마의 연간수득상금에 바탕을 두고 있는 평균 수득상금지수(Average earning Index, AEI)로 평가되고 있다. 평균수득상금지수는 1948년 Estes에 의해 처음 소개된 이후 Estes와

Baumohl(1960)에 의해 씨수말과 씨암말의 선발기준으로 적합하다는 연구결과가 보고되었으며, 모든 경주마들에게 똑같은 출전기회가 주어졌을 때, 수득상금이란 실제 경쟁에서 얻을 수 있는 것이므로 수득상금의 수준은 경주능력의 수준이라 할 수 있다(Tolley et al., 1985). 또한 수득상금에 의해 제공되는 경주능력에 대한 정보의 값은 다양한 부담중량 시스템과 비교할 수 있고 더욱이 수득상금은 보조 데이터 관리가 필요하지 않으며, 계산이 쉽다는 장점이 있다(Langlois, 1980). 그러나 연간수득상금은 정규분포를 이루지 않으며, 수득상금이 없는 경주마들은 평가에서 제외되어 지고 경주등급, 경주로상태, 기수, 조교상태 등 환경효과를 고려할 수 없다는 단점이 있다(Bugislaus, et al., 2005). 따라서 본 연구의 목적은 국내 씨수말의 평가기준으로 이용되고 있는 연간수득상금형질의 문제점을 분석하고 주파기록과의 관계를 구명하는데 있다

* Corresponding author : Kyung-Do Park, GRRC, Hankyong National University, Anseong-si, Gyeonggi-do, 456-749, Korea. Tel: +82-31-670-5490, E-mail: doobalo@hknu.ac.kr

재료 및 방법

1. 공시재료

본 연구는 2006년 1월 1일부터 2009년 12월 31일까지 후대검정이 이루어진 국내산 경주마의 씨수말 339두의 자료를 수집한 후, 이 중 포입마들에 대한 씨수말 259두를 제외하고 국내에서 직접 교배된 씨수말 80두의 자료를 이용하여 연간수득상금에 대한 분석을 실시하였다.

국내 씨수말들은 평균수득상금지수(AEI; Average Earning Index)에 의하여 순위가 결정되기 때문에 평균 수득상금지수와 주파기록간의 상관관계를 구명하기 위하여 경주마 6,163두의 주파기록 총 78,455개를 이용하여 검정연도별 주파기록에 대한 씨수말의 육종가를 추정하였다.

2. 통계적 방법

평균수득상금지수(AEI; Average Earning Index)는 다음과 같다.

$$AEI_{ij} = TE_{ij}/M_i$$

위에서, AEI_{ij} = i번째 경주년도의 j번째 씨수말의 평균수득상금지수, TE_{ij} = i번째 경주년도의 j번째 씨수말의 총자마수득상금, M_i = i번째 경주년도 씨수말들의 평균 총 자마수득상금이다.

검정연도별 주파기록에 대한 씨수말들의 육종가를 추정하기 위한 단형질 통계모형은 다음과 같다.

$$y_{ijklmno} = \mu + d_i + sm_j + n_k + HMDR_l + j_m + a_n + p_n + e_{ijklmno}$$

위에서, $y_{ijklmno}$ = 주파기록, μ = 전체 평균, d_i = i번째 경주거리의 고정효과, sm_j = j번째 성-나이의 고정효과 효과, n_k = k번째 발주번호의 고정효과, $HMDR_l$ = l번째 경마장-경주월-경주일-참가경주의 고정효과, j_m = m번째 기수의 임의효과, a_n = n번째 개체의 상가적 유전효과, p_n = n번째 개체의 영구환경효과, $e_{ijklmno}$ = 임의오차이다. 방정식의 해를 풀기 위한 유전모수는 Cho 등 (2010)

이 보고한 주파기록에 대한 유전율과 반복율 0.202와 0.401 그리고 기수효과에 대한 분산성분 비율 0.020을 이용하여 PEST program (Groeneveld, 1990)을 수행하였다.

결과 및 고찰

1. 자료의 설명

2006년부터 2009년까지 국내에서 보유한 씨수말, 총 80두에 대한 후대검정이 이루어졌으며, 2009년 씨수말의 검정두수는 2006년 44두에 비하여 77% 증가한 78두로 나타난 반면, 씨수말 당 평균 자마의 수는 2006년 42두에서 2009년 26두로 38% 감소하였으며 (Table 1), 이러한 원인은 한국마사회의 교배지원정책 변화에 따른 민간 씨수말들의 도입에 따른 결과이다.

씨수말 당 평균 자마의 수는 34두, 이 중 2세 자마는 9두로 나타났다으며, 연간 출주수의 평균은 각각 221회와 25회였다. 그러나 경주능력이 입증된 씨수말들의 경우에는 최대 107두의 자마들이 경주마로 활약하고 있었으며, 2세 자마의 수도 27두로, 씨수말간 자마수의 편차는 크게 나타났다. 씨수말의 연간수득상금은 평균 737,035천 원이었으며, 이 중 2세 자마들이 벌어들인 연간수득상금은 평균 61,071천 원으로 전체 수득상금의 8.3%를 차지하였다 (Table 1).

또한 연간수득상금이 500,000천 원 미만인 씨수말의 빈도는 122두로 전체의 51.9%를 차지한 반면, 2,500,000천 원 이상 벌어들인 씨수말은 9두 (3.8%)로 연간수득상금에 대한 편차가 매우 큰 것으로 나타났다.

2. 단순상관

씨수말의 연간수득상금에 대한 자마수와 출주수간의 단순상관계수는 각각 0.922와 0.934, 자마수와 출주수간의 단순상관계수는 0.985로 매우 높게 나타난 반면, 출주당 수득상금과 검정경력간에는 모든 자료에서 유의적인 상관관계가 나타나지 않았으며, 2세마 자료를 이용한 경우 자마당 연간수득상금에 대하여 자마수와 검정 경력은 유의적인 상관관계가 나타나지 않았다 (Table 2).

Table 1. Distributional properties and statistics of data by race year

Race year	No. of sires	No. of progenies		No. of starts		Mean of AE ¹⁾ (thousand won)
		Mean	Maximum	Mean	Maximum	
2006	44 (38)	42 (11)	107 (27)	264 (27)	723 (70)	766,182 (55,290)
2007	52 (44)	38 (11)	107 (24)	247 (30)	749 (79)	712,025 (59,907)
2008	61 (50)	34 (9)	103 (25)	228 (25)	761 (68)	825,268 (63,396)
2009	78 (61)	26 (8)	103 (21)	175 (21)	646 (74)	668,263 (63,608)
Overall	235 (193)	34 (9)	107 (27)	221 (25)	761 (79)	737,035 (61,071)

⁽¹⁾ with only 2-year-old progeny data, ¹⁾ annual earnings.

Table 2. Simple correlations among traits

Traits	AE	AEP	AES	NP	NS	YTC
Annual earning (AE)		0.521**	0.401**	0.922**	0.934**	0.408**
Annual earning per progeny (AEP)	0.504**		0.826**	0.361**	0.399**	0.283**
Annual earning per start (AES)	0.617**	0.885**		0.250**	0.244**	0.123 ^{NS}
Number of progenies (NP)	0.668**	0.071 ^{NS}	0.156*		0.985*	0.399**
Number of starts (NS)	0.726**	0.147*	0.198**	0.967**		0.407**
Year of test career (YTC)	0.189**	-0.047 ^{NS}	-0.029 ^{NS}	0.304**	0.286**	

Upper triangle : with all data, Lower triangle : with 2-year-old progeny data
 * p < 0.05, ** p < 0.01, ^{NS} none significant

3. 검정경력

검정경력 (Year of test career)은 씨수말의 생애 중 첫 번째 자마그룹 (First corp)이 경주에 출전하기 시작한 연도부터의 경력을 말한다. 씨수말의 검정 데뷔 첫해의 평균 자마수는 6두이며, 대부분의 자마들이 가을에 출전하기 때문에 평균 3회 정도 경주에 출전한 후 3세가 됨으로서 씨수말당 평균 출주수는 17회로 매우 낮다. 또한 국내 경마시스템에서 2세마의 경우 상대적으로 상금이 낮은 6등급에서 첫 데뷔전을 치루기 때문에 데뷔 첫 해의 씨수말들은 연간수득상금이 매우 낮을 수밖에 없다. 반면에 검정경력이 있는 씨수말들은 상금이 높은 1, 2등급에 출전하는 자마들을 보유할 확률이 높아 연간수득상금의 편차는 커지게 된다. 따라서 검정경력에 따른 자마수와 연간수득상금은 매우 밀접한 관계를 나타내고 있었으며, 검정경력 4년차에서 40두 이상의 자마수를 확보하는 것으로 조사되었다 (Fig. 1). 반면, 검정경력에 대한 자마당 수득상금과 출주당 수득상금은 연간수득상금에 비하여 상대적으로 큰 편차는 나타나지 않았다 (Fig. 2).

4. 자마의 수

Table 3에는 검정년도별 자마수에 따른 씨수말의 빈도 및 평균 수득상금지수의 평균과 표준편차를 제시하였다. 평균수득상금지수는 1을 기준으로 하여 1 미만은 씨수말 전체집단의 평균치보다 연간수득상금이 적으며, 1 이상이면 평균치보다 상금을 많이 획득하였다는 의미이다. 자마의 수가 증가할수록 평균수득상금지수는 모든 경주년도에서 일괄적으로 증가하였고 (Fig. 3), 자마수가 30두 이하의 씨수말들은 평균수득상금지수가 1을 넘지 못하였으며, 특히 자마의 수가 10두 이하인 경우에는 0.06에서 0.13의 범위를 나타내었다. 결과적으로 자마의 수는 씨수말의 순위 결정에 매우 큰 영향을 미치고 있었다 (Table 3).

자마의 수에 따른 자마당 연간수득상금, 출주당 수득상금과 출주수의 관계를 Fig. 4에 도식으로 나타내었다. 자마수가 증가하면 출주수는 일괄적으로 증가하는 반면, 출주당 수득상금에 대한 변화의 폭은 적게 나타났다. 그러나 자마의 수가 증가할수록 자마당 연간수득상금은 증가하였는데 이러한 원인은 앞서 언급한 바와 같이 검

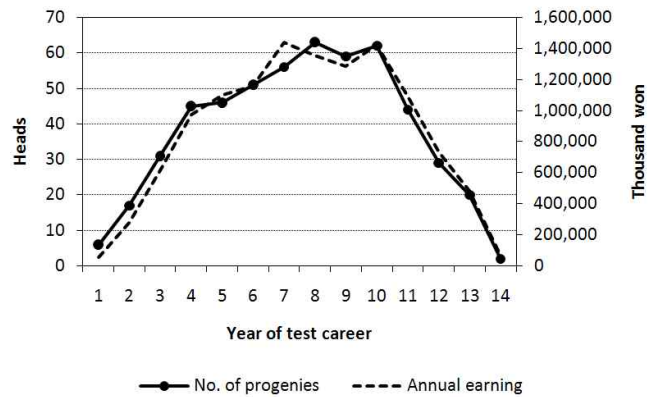


Fig. 1. Relationship between number of progenies and annual earnings by year of test career.

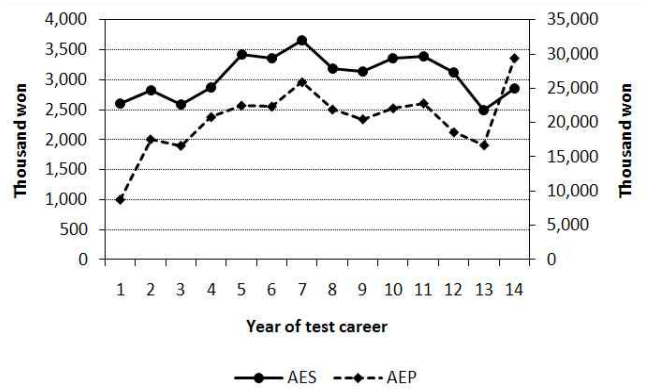


Fig. 2. Relationship between annual earnings per progeny (AEP) and annual earnings per start (AES) by year of test career.

정경력이 3년차 이상인 씨수말의 자마들은 경주등급이 높은 경주에 출전하여 더 많은 상금을 획득할 기회가 더 많기 때문이다.

5. 수득상금형질과 주파기록 관계

주파기록에 대한 육종가와 평균수득상금지수의 상관계수는 다른 형질들에 비하여 상대적으로 낮게 추정되었으며, 2008년과 2009년

Table 3. Average Earning Index (AEI) of sire groups by number of progenies and test year

No. of progeny groups	2006		2007		2008		2009	
	Sires	Mean ± STD	Sires	Mean ± STD	Sires	Mean ± STD	Sires	Mean ± STD
≤ 10	7	0.06 ± 0.05	15	0.08 ± 0.09	20	0.07 ± 0.07	33	0.13 ± 0.17
11~20	7	0.18 ± 0.10	4	0.22 ± 0.16	10	0.27 ± 0.15	13	0.36 ± 0.20
21~30	3	0.48 ± 0.13	7	0.65 ± 0.33	4	0.70 ± 0.20	4	0.98 ± 0.43
31~40	5	0.71 ± 0.17	3	0.79 ± 0.41	1	1.22 ± 0.00	8	1.35 ± 0.29
41~50	4	1.09 ± 0.38	4	1.03 ± 0.22	7	1.25 ± 0.44	2	2.68 ± 0.94
51~60	5	1.51 ± 0.29	5	1.58 ± 0.74	7	1.79 ± 0.25	5	1.81 ± 0.46
61~70	5	1.86 ± 0.36	2	1.72 ± 0.23	2	3.05 ± 0.92	5	2.78 ± 0.52
71~80	4	1.70 ± 0.19	8	2.01 ± 0.51	5	2.54 ± 0.42	5	3.10 ± 0.52
> 80	4	2.57 ± 0.88	4	3.12 ± 0.69	5	2.97 ± 0.85	3	3.76 ± 1.06

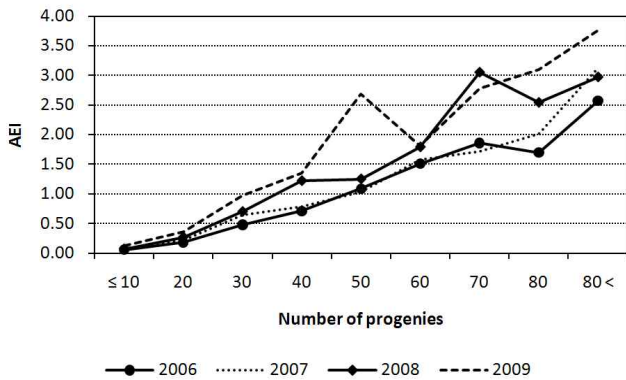


Fig. 3. Relationship between number of progenies and Average Earning Index (AEI) in each race year.

에는 유의차가 나타나지 않은 반면, 2세마의 자료에서는 모든 경주년도에서 유의차를 나타내었다. 주과기록에 대한 육종가와 자마당 수득상금과 출주당 수득상금간의 상관계수는 각각 -0.411에서 -0.564와 -0.524에서 -0.633의 범위를 나타내었으며, 출주당 수득상금이 주과기록과 더 많은 상관관계를 갖는 것으로 조사되었다 (Table 4). 수득상금에 대한 유전능력을 평가하기 위해서는 모형에 출주수를 포함시키는 것은 바람직하며 (Gomez et al. 2010), 출주당 수득상금은 총 수득상금을 출주수로 나눈 측정치로서 이는

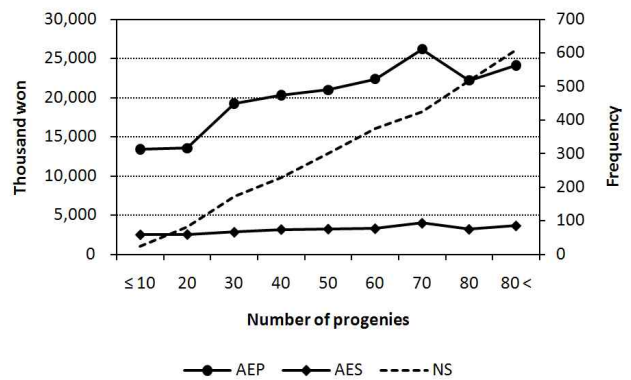


Fig. 4. Relationship among annual earnings of progeny (AEP), annual earnings per start (AES), number of starts and number of progenies.

출주수의 효과를 포함할 수 있어 더 정확한 평가형질이기 때문에 (Ricard et al., 2000; Langlois & Blouin, 2007) 출주당 수득상금이 씨수말의 합리적인 평가형질로 판단되었다.

국내 씨수말의 후대검정 평가 척도인 평균수득상금지수는 씨수말들의 연간 총수득상금을 이용한 단순 비교식으로서 모든 씨수말이 동일한 자마수, 동일한 출전기회, 동일한 상금의 경우에 출전한다는 가정하에 표현형에 입각하여 씨수말들의 순위를 결정하는 것이

Table 4. Correlation coefficients of earning traits to the breeding values for finish time

Race year	No. of sires	No. of progenies	No. of starts	Overall data (BV) vs			2-year-old data (BV) vs		
				AEI ¹⁾	AEP ²⁾	AES ³⁾	AEI	AEP	AES
2006	44	1,860	11,620	-0.404**	-0.411**	-0.586**	-0.614**	-0.648**	-0.659**
2007	52	1,989	12,834	-0.462**	-0.564**	-0.572**	-0.545**	-0.652**	-0.647**
2008	61	2,062	13,881	-0.250 ^{NS}	-0.426**	-0.524**	-0.366**	-0.424**	-0.422**
2009	78	2,055	13,638	-0.181 ^{NS}	-0.520**	-0.633**	-0.428**	-0.541**	-0.633**

¹⁾ Average Earning Index, ²⁾ Annual earning per progeny, ³⁾ Annual earning per start
 ** p < 0.01, ^{NS} none significant

라 할 수 있다.

따라서 씨수말의 능력평가에 있어서 평균수득상금지수를 이용하기보다는 연간수득상금형질들과 여러 요인을 고려할 수 있는 선발지수식의 개발이 필요할 것으로 판단된다. 한편 국내 경주마의 개량목표 형질이 경주속도인 만큼 주파기록과 상금지수를 동시에 고려할 수 있는 평가모형의 개발이 바람직할 것으로 보이며, 검정경력이 없는 씨수말들의 경우 최초 교배 시 안정적인 자마수의 확보를 위한 방안도 필요할 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 연간수득상금형질을 이용한 국내 씨수말 평가시스템을 분석하여 주파기록과의 관계를 구명하고자 수행되었다. 씨수말 당 평균 자마수와 출주수는 각각 34두와 221회였다. 반면에 평균 2세 자마수와 출주수는 각각 9두와 25회였으며, 2세 자마들이 벌어들인 상금은 연간 수득상금의 8.3%였다. 연간수득상금에 대한 자마수와 출주수간의 단순상관계수는 각각 0.922와 0.934, 그리고 자마수와 출주수간의 단순상관계수는 0.985로 매우 높게 나타났다. 씨수말의 검정경력 첫해의 평균 자마수는 6두, 출주수는 17회로 매우 낮았으며, 검정경력에 따른 자마수와 연간수득상금은 매우 밀접한 관계를 나타내었다. 검정경력 4년차에서 40두 이상의 자마수를 확보하는 것으로 나타났으며, 자마수가 증가할수록 평균수득상금지수는 일괄적으로 증가하였다. 자마수가 30두 이하의 씨수말들의 평균수득상금지수는 1.00 보다 낮았으며, 자마수가 10두 이하인 경우에는 0.06에서 0.13의 범위를 나타내어 자마수는 씨수말의 순위 결정에 매우 큰 영향을 미치고 있었다. 주파기록에 대한 육종가와 출주당 수득상금의 상관계수는 다른 형질들에 비하여 가장 높은 -0.524에서 -0.633의 범위를 나타내었다.
(주제어 : 더러브렛, 연간수득상금, 출주수, 평균수득상금지수, 검정경력)

사 사

This work was supported by a grant from the Next-Generation BioGreen 21 Program(No.PJ0081062011), Rural Development Administration, Republic of Korea.

인 용 문 헌

Arnason, Th. 1982. Prediction of breeding values for multiple traits in small non-random mating (horse) populations. *Acta. Agr. Scand.* 32:171-176.
 Belhajyahia, T., Blouin, C., Langlois, B. and Harzalla, H. 2003. Breeding evaluation of Arab horses from their racing results in Tunisia by a BLUP with an animal model. *Anim. Res.* 52:481-488.

Bugislaus, A. E., Roehe, R. and Kalm, E. 2005. Comparison of two different statistical models considering individual races or racetracks for evaluation of German trotters. *Livest. Prod. Sci.* 92:69-76.
 Bugislaus, A. E., Roehe, R., Uphaus, H. and Kalam, E. 2004. Development of genetic models for estimation of racing performances in German Thoroughbreds. *Arch. Tierz. Dummerstorf* 47:505-516.
 Cho, K. H., Son, S. K., Cho, B. W., Kim, J. G., Kong, H. S., Lee, H. K. and Park, K. D. 2010. Genetic Evaluation of Thoroughbred Racehorses Using the Integrated Racing Records Collected from Different Racetracks. *Journal of Animal Science and Technology.* 52(2):1-10
 Estes, A. and Baumohl, A. 1960. Racing class and sire success. *Blood Horse* 80:48.
 Gillespie, R.H. 1971. A new way to evaluate race horses, performance rates. *Thoroughbred Rec.* 7:961-977.
 Gomez, M. D., Valera, M and Molina, A. 2010. Genetic analysis of racing performance of trotter horses in Spain. *Livest. Sci.* 127:197-204.
 Groeneveld, E. 1990. PEST User's Manual. Department of Animal Sciences, University of Illinois, Urbana, Illinois.
 Klemetsdal, G. 1994. Application of standardized, accumulated transformed earnings in breeding of Norwegian trotters. *Livest. Prod. Sci.* 35:245-253.
 Langlois, B. 1980. Heritability of racing ability in Thoroughbreds - A review. *Livest. Prod. Sci.* 7: 591-605.
 Langlois, B. and Blouin, C. 2004. Practical efficiency of breeding value estimations based on annual earnings of horses for jumping, trotting, and galloping races in France. *Livest. Prod. Sci.* 87:99-107.
 Langlois, B. and Blouin, C. 2007. Annual, Career or single race records for breeding value estimation in race horse. *Livest. Sci.* 107, 132-141.
 Mota, M. D. S., Abrahao, A. R. and Oliveira, H. N. 2005. Genetic and environmental parameters for racing time at different distances in Brazilian Thoroughbreds. *J. Anim. Breed. Genet.* 122, 393-399.
 Oki, H., Sasaki, Y. and Willham, R. L. 1997. Estimation of genetic correlations between racing times recorded at different racing distance by restricted maximum likelihood in Thoroughbred racehorses. *J. Anim. Breed. Genet.* 114:185-189.
 Ricard, A., Bruns, E. and Cunningham, E. P. 2000. Genetics of performance traits. In: Bowling, A.T., Ruvinsky, A. (Eds.), *Genetics of the Horse*. CABI Publishing, United Kingdom, pp. 411-438.

- Sobczynska, M. 2006. Genetic correlations between racing performance at different racing distances in Thoroughbreds and Arab horses. *Czech J. Anim. Sci.* 51(12):523-528.
- Sobczyńska, M. 2010. Genetic parameters of racing performance indices in Polish Arabian horses. *Livest. Sci.* 131:245-249.
- Tavernier, A. 1991. Genetic evaluation of horses based on ranks in competitions. *Genet. Sel. Evol.* 23:159-173.
- Tavernier, A. 1988. Advantage of BLUP animal model for breeding value estimation in horses. *Livest. Prod. Sci.* 20:149-160.
- Tolley, E. S., Notter, D. R. and Marlowe, T. J. 1985. A review of the inheritance of racing performance in horses. *Anim. Breed. Abstr.* 53:163-185.
- Watanabe, Y. 1974. Performance rates of Thoroughbreds as a criterion of racing ability. *Jpn. J. Zootech. Sci.* 45, 408-411.
- Willham R. L. and Wilson, D. E. 1991. Genetic prediction of racing performance in Quater Horse. *J. Anim. Sci.* 69:3891-3894.
- (Received Mar. 29, 2011; Revised Apr. 20, 2011; Accepted May 19, 2011)