

**ВЛИЯНИЕ НА СТЕПЕНТА НА ИНБРИДИНГ ВЪРХУ ДИНАМИКАТА НА
ФЕНОТИПНИТЕ КОРЕЛАЦИИ МЕЖДУ НЯКОИ РЕПРОДУКТИВНИ ПРИЗНАЦИ
ПРИ ЖЕНСКИ ЗАЙЦИ (*ORYCTOLAGUS CUNICULUS*)**

**Светлин Танчев, Станимир Димитров, Деяна Генчева, Светлана Георгиева,
Георги Бонев, Радослав Михайлов**

Тракийски университет, Аграрен факултет, 6000 Стара Загора

**INFLUENCE OF THE LEVEL OF INBREEDING ON THE PHENOTYPIC
CORRELATION DYNAMICS BETWEEN CERTAIN REPRODUCTIVE TRAITS IN
FEMALE RABBITS (*ORYCTOLAGUS CUNICULUS*)**

**Svetlin Tanchev, Stanimir Dimitrov, Deyana Gencheva, Svetlana Georgieva,
George Bonev, Radoslav Mihailov**

Trakia University, Agricultural faculty, 6000 Stara Zagora, Bulgaria

e-mail: dimitrov@af.uni-sz.bg

ABSTRACT

The influence of different degrees of experimental inbreeding ($F_x=0$, $F_x=0,125$; $F_x=0,25$; $F_x=0,375$; $F_x=0,5$; $F_x=0,625$) has been studied on the reproductive traits of 47 nrs. Californian rabbit does. Each animal was followed by 3 to 5 reproductive cycles and the present parameters: number of total born (TB), born alive (AB) and stillborn kits (SB), litter size on the 21st day (LS21) and litter size on the 41st day (LS41) *post partum*. Correlative and regression analyzes have shown a pronounced negative influence of high degrees of inbreeding on the reproductive qualities of does. Evidence of this was the calculated coefficients of phenotypic correlation between the studied reproductive parameters at different degrees of inbreeding, which with few exceptions were positive in the direction and in most cases significant and high in degree. Particularly significant in this respect were the negative regression coefficients obtained at the constant argument (x) - the level of inbreeding and the variable function (y) - each individual reproductive trait, which has confirmed again the negative influence of inbreeding depression on the studied traits.

Keywords: rabbits, reproductive traits, inbreeding depression

Въведение

Редица изследвания показват, че инбридингът при животните, включително и домашния заек (*Oryctolagus cuniculus*) води до вредни последствия. Установено е, че при инбридинг се засягат негативно признаците свързани с жизнеността, репродуктивните способности и приспособимостта на животните към променящите се условия на средата. При това се влошават растежните способности, оползотворяването на фуража и продуктивността (Tanchev, 2006; Leroy, 2014; Wakchaurе and Ganduly, 2015; Tanchev, 2016). Последното е израз на инбредната депресия, която съпътства развитието и съществуването на инбредните потомци. Инбредната депресия се обяснява преди всичко с привиждането на много алелни двойки гени в хомозиготно състояние (Leroy, 2014). При това се загубва част от ефекта на доминирането и свръхдоминирането, а повишаването на хомозиготността създава условия за фенотипната проява на рецесивни нежелани гени (Tanchev et al., 2011). Повишаването на хомозиготността намалява генетичната хетерогенност на алелните двойки в генотипа на индивида продукт на инбридинг, вследствие на което се засягат някои важни функции като синтезирането на ензими, хормони, белтъци и др. Повишаването на хомозиготността води до намаляване на способността на организма да произвежда по-широк спектър от биологично активни вещества, които може да произвеждат хетерозиготните аутбредни или кросбредни организми. За негативно влияние на инбридинга върху репродуктивните способности на зайци и тяхната продуктивността съобщават Chai, 1969; Poujardieu and Toure, 1980; Jawriska, 1988; Toro et al., 1988; Park et al., 1990; Ferraz et al., 1992; Bielanski et al., 2003.

Чрез използване на специализирани математически модели за изчисляване на важни развъдни и селекционни параметри (коефициенти за сила на влияние на определени фактори, коефициенти на фенотипни, генетични и средови корелации, коефициенти на регресия,

коэффициенти на генетично разнообразие и др.) Farghaly, 2000; Nagy et al., 2011; Nagy et al., 2013; Ragab et al., 2015; Nagy et al., 2016; Palka et al., 2016 изразяват становища, че нивото на инбридинг в популациите трябва да се следи и контролира, тъй като по-високите му степени в повечето случаи оказват негативно влияние, както върху репродуктивните качества на инбредните зайкини-майки, така и върху жизнеността, растежните способности и кланичните характеристики на подрастващите зайчета.

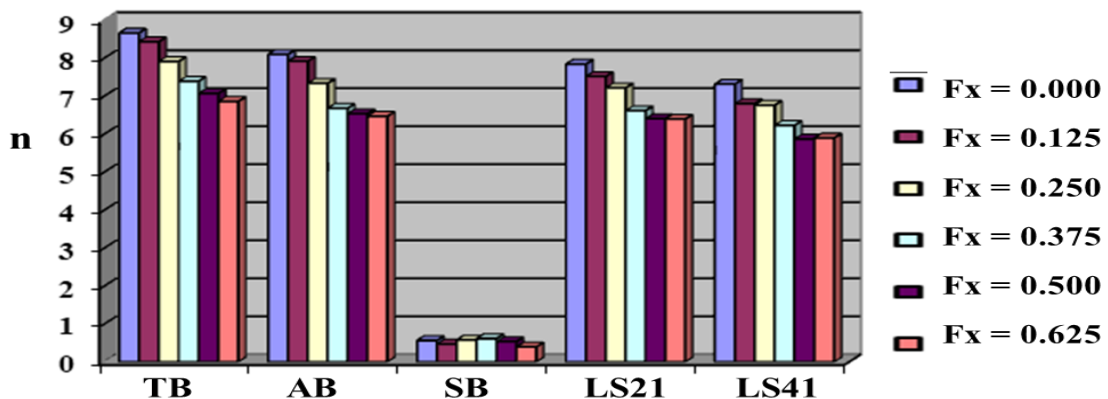
Целта на настоящото проучване е да се проследи и анализира динамиката на коефициентите характеризиращи фенотипните корелации (rp) и коефициентите на регресия (b) между важни репродуктивни признаци при женски зайци представители на групи, получени чрез прилагане на различни степени на експериментален инбридинг.

Материал и методи

В проучването бяха включени общо 47 бр. зайкини-майки от породата Калифорнийски заек, разпределени по групи, в зависимост от степента на инбридинг, както следва: $Fx=0$ - 8 бр.; $Fx=0,125$ - 8 бр.; $Fx=0,25$ - 8 бр.; $Fx=0,375$ - 8 бр.; $Fx=0,5$ - 8 бр.; $Fx=0,625$ - 7 бр. Степента на инбридинг беше определена по формулата на Wright 1922. Всички животни в групите бяха изравнени по възраст, като разликите в повечето случаи не надвишаваха 4 месеца. На всяка зайкиня-майка бяха отчетени и проследени от три до пет раждания. Контролирани бяха следните продуктивни признаци: 1) общ брой родени зайчета, 2) брой живородени зайчета, 3) брой мъртвородени зайчета, 4) брой живи зайчета на 21^{-я} ден и 5) брой отбити зайчета на 41^{-я} ден. При анализа на зависимостите между признаците определяхме коефициенти на фенотипна корелация (rp) и линейни регресионни зависимости, при които извеждахме уравненията на регресия от вида: $Y = a + bx$, където, Y - стойността на зависимия признак; a - стойността на свободния член; b - регресионен коефициент; x - стойността на независимия корелиращ признак. Всички статистически обработки са извършени с помощта на статистическия пакет STATISTICA (StatSoft. Inc.).

Резултати и обсъждания

На фигура 1 са представени средните стойности на проучваните признаци при отделните групи.



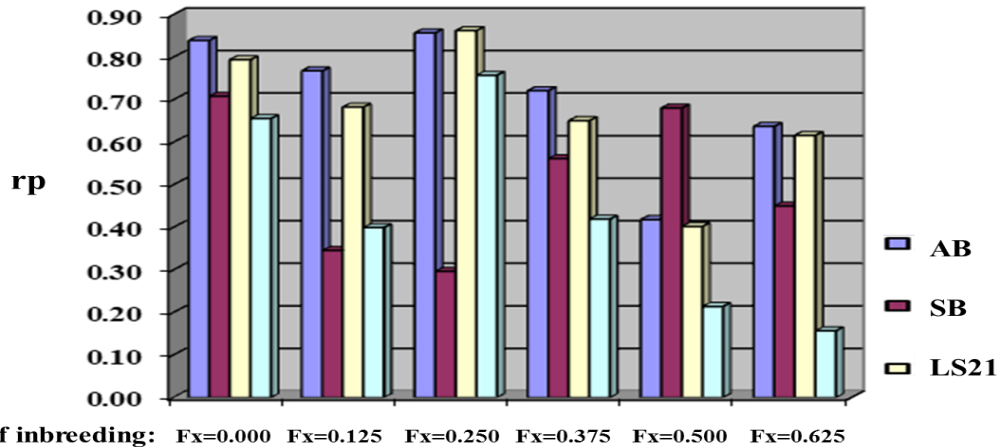
Фигура 1. Средни стойности на изследваните репродуктивни признаци при хомогенни зайци по групи в зависимост от степента на инбридинг

Figure 1. Mean values of the studied reproductive parameters in homogeneous rabbits by groups depending on the degree of inbreeding

Наблюдава се тенденция за намаляване на стойностите на всички обхванати в изследването признаци с увеличаване на инбредните нива. Намалението констатираме до ниво $Fx=0,500$, след което се наблюдава задържане на стойностите при ниво $Fx =0,625$. По

отношение на броя на мъртвородените зайчета се наблюдава много ниско вариране между отделните инбредни нива.

На фигура 2 са представени корелационните коефициенти между признака общ брой родени зайчета в зайчило и останалите репродуктивни признаци обхванати в изследването.

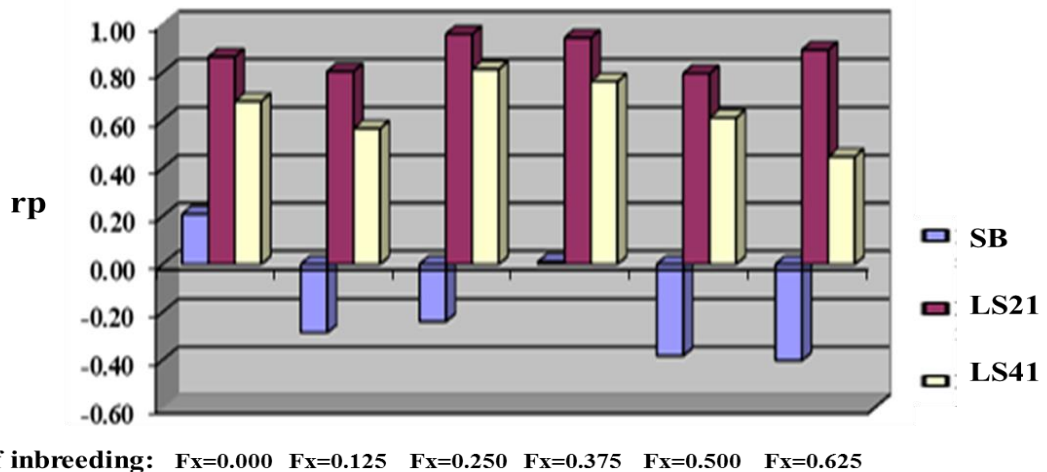


Фигура 2. Коефициенти на фенотипна корелация между общ брой родени зайчета в зайчило с репродуктивни признаци по групи в зависимост от степента на инбридинг

Figure 2. Coefficients of phenotypic correlation between the number of total born kits and the other reproductive traits in groups, depending on the degree of inbreeding

Всички корелациите са положителни по направление като до ниво $F_x=0,250$ констатираме намаляване на степента на корелациите. След това се наблюдава рязко увеличение при $F_x=0,250$ на всички зависимости без тази с броя мъртвородени зайчета и последващо намаление с увеличение на инбредните нива. По отношение на броя мъртвородени зайчета се наблюдава обратна тенденция – т.е. степента на тази зависимост се увеличава с увеличение на инбредното ниво. Особено показателно в това отношение е варирането на коефициента на корелация по отношение на броя отбити зайчета. Jawriska, 1988 отбелязва, че увеличаването на инбридинга при зайци от 25% до 80% води до съществено и статистически значимо намаляване на овулацията и плодовитостта на изследваните инбредни зайкини.

На фигура 3 са представени корелационните коефициенти между признака брой живородени зайчета в зайчило и брой мъртвородени, живородени зайчета на 21^{-я} ден и отбити зайчета на 41^{-я} ден при различни инбредни нива.

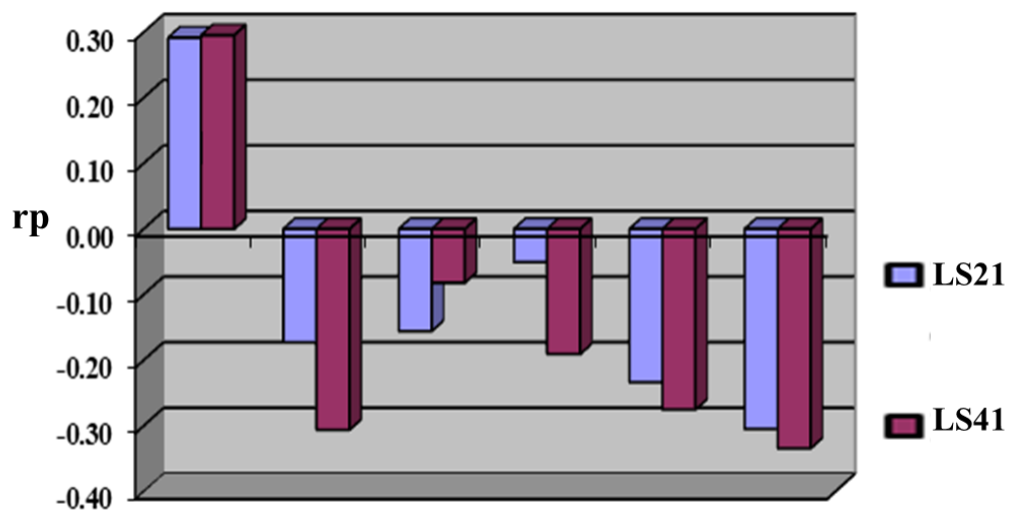


Фигура 3. Коефициенти на фенотипна корелация между броя живородени зайчета в зайчило с репродуктивните признаци по групи в зависимост от степента на инбридинг

Figure 3. Coefficients of phenotypic correlation between the number of born alive kits and the other reproductive traits in groups, depending on the degree of inbreeding

Както би трябвало да се очаква, корелациите с броя мъртвородени зайчета са отрицателни, с изключение на установените при аутбредните животни, където са ниски положителни. По другите признаци, корелациите са високи и положителни, като се задържат до инбредно ниво $Fx=0,375$ и след това намаляват. Това е много показателно по отношение на зависимостите с броя отбити зайчета на 41^{-я} ден.

На фигура 4 са представени зависимостите между броя мъртвородени зайчета и броя живи зайчета на 21^{-я} ден и отбити зайчета на 41^{-я} ден. Корелациите са отрицателни по направление, с изключение на аутбредните животни, където са умерени положителни. Степента им се намалява до инбредно ниво $Fx=0,375$, след което започва да се увеличава, достигайки до умерени по степен, но отрицателни по направление при $Fx=0,625$.



Degree of inbreeding: $Fx=0.000$ $Fx=0.125$ $Fx=0.250$ $Fx=0.375$ $Fx=0.500$ $Fx=0.625$

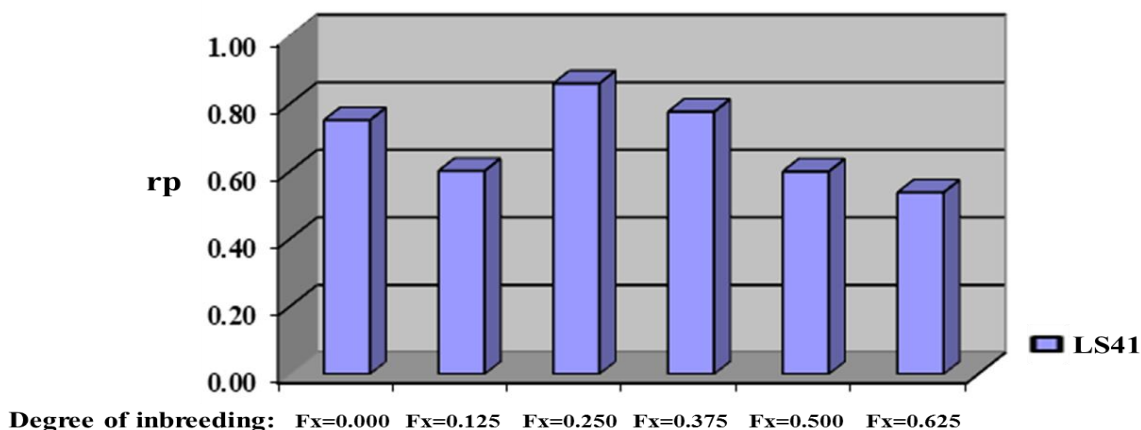
Фигура 4. Коефициенти на фенотипна корелация между брой мъртвородени зайчета и останалите репродуктивни признаци по групи в зависимост от степента на инбридинг

Figure 4. Coefficients of phenotypic correlation between the number of stillborn kits and the other reproductive traits in groups, depending on the degree of inbreeding

Nunes and Polastre, 1988 отбелязват, че инбридингът и преди всичко ниските му степени не водят до повишаване на мъртвородените зайчета В унисон с нашите резултати Miros et al., 1987 установяват математически достоверни разлики между аутбредни и инбредни зайци ($Fx=0,125$ и $Fx=0,25$) по отношение на броя на отбитите зайчета.

Интересни тенденции се наблюдават при фенотипните корелации между броя живи зайчета в зайчило на 21^{-я} ден и броя отбити зайчета на 41^{-я} ден (фиг.5). Коефициентите са високи по степен и положителни по направление, което е логично и очаквано. След намаление на стойностите при групите с $Fx=0,125$, наблюдаваме локален максимум при инбредно ниво $Fx=0,250$, след което има прогресивно спадане до ниво $Fx=0,625$. Тази констатация и анализът направен по-горе ни дават основание да считаме, че инбредната депресия настъпва при нива $Fx=0,25$ до $Fx=0,375$, като след това организмът се активизира и компенсира неблагоприятните тенденции.

Подобни на нашите резултати характеризиращи фенотипните корелации между основни репродуктивни признаци при зайци съобщават Orunmuyi et al., 2006; Iraqi et al., 2007; Sorhue et al., 2013.



Фигура 5. Коефициенти на фенотипна корелация между брой зайчета на 21-я ден и брой отбити на 41-я ден по групи в зависимост от степента на инбридинг

Figure 5. Coefficients of phenotypic correlation between the litter size on the 21st day post partum and the number of weaned rabbits on the 41st day post partum, depending on the degree of inbreeding

В таблица 1 са дадени регресионните коефициенти и стойностите на свободния член по отношение на изследваните зависимости между обхванатите репродуктивни признаци и инбредните нива. Стойностите на регресионните коефициенти са отрицателни и статистически значими, с изключение с тези на броя мъртвородени зайчета. Коефициентите на регресия още веднъж потвърждават факта, че увеличаването на инбредните нива води до влошаване на репродуктивните признаци.

Таблица 1. Регресионни коефициенти между проучваните репродуктивни признаци и степента на инбридинг при хомогенни зайци.

Table 1. Coefficients of regression between studied reproductive traits and degree of inbreeding in homogenous rabbits

| Признаци/Traits | Коефициенти на регресия | F | p | Стойности на свободен член |
|--|-------------------------|----------|--------|----------------------------|
| Общ брой родени зайчета (TB) | -3,1093 (-0.31) | 199,5148 | 0,0001 | 8,6891 |
| Брой живородени зайчета (AB) | -2,9591 (-0.29) | 51,5849 | 0,0020 | 8,0941 |
| Брой мъртвородени зайчета (SB) | -0,1424 (-0.14) | 0,8315 | 0,4134 | 0,5691 |
| Брой живи зайчета на 21- ^я ден (LS21) | -2,5534 (-0.25) | 65,7848 | 0,0013 | 7,7931 |
| Брой отбити зайчета на 41- ^я ден (LS41) | -2,3840 (-0.24) | 59,8480 | 0,0015 | 7,2209 |

Близки до нашите резултати са и резултатите на други автори. Chai, 1969 съобщава за отрицателно влияние на инбридинга върху репродуктивните способности на зайци и продуктивността като цяло. Според него при увеличаване на Fx с 10% броят на живородените приплоди се намалява с 0,7 броя. Roujardieu and Toure, 1980 установяват, че при увеличаване на инбридинга на майките с 10% се намалява общият брой на родените зайчета с 0.17 бр., а на живородените и отбити зайчета съответно с 0.13 и 0.37 бр..

Изводи

В заключение можем да отбележим, че проведените в настоящото изследване корелационни и регресионни анализи показват изразено негативно влияние на високите степени на инбридинг върху репродуктивните качества на зайкините-майки.

Доказателство за това са изчислените коефициенти на фенотипна корелация между проучваните репродуктивни признаци при различни степени на инбридинг, които с малки изключения са положителни по направление и в повечето случаи значителни и високи по степен. Особено показателен в това отношение е и регресионния анализ. Изчислените коефициенти на регресия (b) при постоянен аргумент (x) ниво на инбридинг и променлива функция (y) - всеки отделен репродуктивен признак потвърждават динамиката на признаците в зависимост от степента на родствено съешаване и засилващото се негативно действие на инбредната депресия.

Литература

1. Bielanski, P., Fijal I., Niedzwiadek S. The influence of the inbreeding level on the indices of reproduction and meat production utility in rabbits, J. of Appl. Rabbit Res., 15: 308-313, 2003.
2. Chai, C. Effect of inbreeding in rabbits, discrete characters breeding performance and mortality. Journal of Heredity, 2: 64-70, 1969.
3. Farghaly, H. M., 2000. Effects of inbreeding on doe's performance traits in closed commercial rabbit populations in Egypt. In: 7th World Rabbit Congress, Valencia, 39-43.
4. Ferraz, J., Johnson R., Van Vleck L. Use of animal models to estimate the effects of inbreeding on growth and carcass traits of rabbits. J. Appl. Rabbit Res. 15: 143-157, 1992.
5. Iraqi, E.A. Afifi; Z. B. Nayera and S. M. A. Gad, 2007. Estimation of genetic parameters for litter traits in gabali rabbits raised in the north-western coast of egypt using multi-trait animal model m. m., In: The 5th Inter. Con. on Rabbit Prod. in Hot Clim., Hurghada, Egypt, 103 – 112.
6. Jawriška, M., 1988. Influence of Inbreeding to the potential fertility in rabbits, In: Proceedings of 4th World Rabbit Congress, Budapest
7. Leroy G, 2014. Inbreeding depression in livestock species: Méndez M, Vögeli M, Tella JL and Godoy JA, 2014. Joint effects of review and meta-analysis. Animal Genetics, 45, 618-628.
8. Miros, V., V. Mikhno, N. Sklyarova. Inbreeding in rabbits. Selskokhozyaistvennaya Biologiya, 6, 72-74, 1987.
9. Nagy I., Farkas J., Onika-Szvath S., Radnai I., Szendrő Z. Genetic Parameters and Inbreeding Depression of Litter Weight in Pannon White Rabbits , Agriculturae conspectus scientificus, vol. 76, № 3, 2011.
10. Nagy I., Gyovai P., Radnai I., Kiszlinger H., Farkas J., Szendrő Z. 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, 2013.
11. Nagy I., B. Czakó, V. Ács. Estimating dominance effects and inbreeding depression of carcass traits in Pannon White rabbits, Acta Agraria Kaposváriensis Vol 20 No 1, 21-26, 2016.
12. Nunes, J., R. Polastre. Effect of inbreeding and environmental factors on reproductive performance of crossbred Norfolk rabbits. Arq. Brasil. Med. Vet. Zootecn., 40: 125-136, 1988.
13. Orunmuyi M., I.A. Adeyinka , O.A. Ojo and F.D. Adeyinka. Genetic Parameter Estimates for Pre-Weaning Litter Traits in Rabbits. Pakistan Journal of Biological Sciences, 9: 2909-2911, 2006
14. Pałka S., Maj D., Bieniek J., Derewicka O. Effect of inbreeding and sex on growth and slaughter traits in rabbits, Med. Veter., 72, 11: 712-717, 2016.
15. Park, Y., S. Hong, J. Kim, N. Kim. A study on the effect of inbreeding on the performance of Angora rabbits. Korean J. Anim. Sci., 32: 459-463, 1990.
16. Poujardieu B., Toure S., 1980. Influence de la variation du taux de consanguinite sur les performance d'levage de lapines utilisees en croisement de souches. In: Proc. II World Rabbit Congress, Spain, Vol. I, pp. 223-227.

17. Poujardieu, B., S. Toure /1980/. Influence de la variation du taux de consanguinite sur les performance d'levage de lapines utilisees en croisement de souches. In: Proc. II World Rabbit Congress, Spain, 1, 223-227
18. Ragab M., J.P. Sánchez, M. Baselga. Effective population size and inbreeding depression on litter size in rabbits. A case study, *J. Anim. Breed. Genet.* 132, 1 :68-73, 2015.
19. Sorhue G. U., Akporhwarho P. O., Udeh I., Mmereole F. U. C. Estimates of genetic parameters of litter size traits at birth and weaning in domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) raised in Anwai community. South Nigeria. *Rabbit Gen* 3, 1 :7-14, 2013.
20. Tanchev S, 2006. Experimental studies on some phenotype and genetic effects of inbreeding in multiparous mammals (*Oryctolagus cuniculus*; *Sus scrofa scrofa domestica*). Thesis for DSc, Trakia University, Stara Zagora (Bg)
21. Tanchev, S., Zhelyazkov, E. Philipov, J., Semerdjiev, V., Paskaslev, M., Sotirov, L., Georgieva, S. Phenotypic traits of skeletal anomalies observed in inbred rabbits, *Revue de Medecine Veterinaire* Volume 162, 3: 150-153, 2011.
22. Tanchev S. Classical and modern concepts of inbreeding and effects of inbreeding depression in animals. *Agricultural Science and Technology*, 8, 1: 3-13, 2016.
23. Toro, M., Nieto B., Salgado C. Note on minimization of inbreeding in small-scale selection programmes, *Livestock Prod. Sci.*, 20, 4: 317-323, 1988.
24. Wakchaure R and Ganguly S. Inbreeding: its Effects and Applications in Animal Genetics and Breeding, a Review, *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 5, 9: 73-76, 2015.
25. Wright, S. Coefficients of inbreeding and relationship. *Amer. Nat.*, 56:330-338, 1922.