

KIAULIŲ PRODUKTYVUMO GENETINĖS KORELIACIJOS TYRIMAI

Aleksandras Muzikevičius¹, Vida Juozaitienė¹, Sigita Kerzienė¹, Arūnas Juozaitis², Nijolė Kvietkutė³,
Stepas Grikšas⁴, Elena Čekajeva⁴, Liubov Kalašnikova⁴

¹Gyvūnų veisimo ir genetikos katedra, ²Gyvūnų mitybos katedra, ³Gyvulininkystės katedra,

Lietuvos veterinarijos akademija, Tilžės g. 18, LT-47181, Kaunas; tel. (8~37) 36 37 85; el.paštas: biometrija@lva.lt

⁴Rusijos Timiriazovo žemės ūkio universitetas, Maskva, Timiriazevskaja g. 49, tel. 7095 976 2910

Santrauka. Šio darbo tikslas buvo įvertinti kiaulių produktyvumo požymių genetinės koreliacijos koeficientus. Darbas atliktas 2001–2006 metais „Berkos“ kiaulių bandoje, Valstybinėje kiaulių veislininkystės stotyje ir Lietuvos veterinarijos akademijoje. Kiaulių produktyvumą genetiškai įvertinti taikytas mišrių tiesinių modelių metodas. Statistiškai patikima genetinė koreliacija nustatyta tarp pagrindinių produktyvumo požymių „Berkos“ kiaulių bandoje, visoje Lietuvos baltųjų kiaulių populiacijoje bei didžiųjų baltųjų kiaulių veislėje. „Berkos“ bandoje tarp kiaulių raumeningumo ir pašarų sąnaudų nustatytas labai glaudus neigiamas genetinis ryšys ($-0,851$; $p < 0,001$), o visoje Lietuvos baltųjų kiaulių populiacijoje ($-0,172$; $p < 0,001$) ir didžiųjų baltųjų veislės kiaulių ($-0,226$; $p < 0,001$) nedidelė neigiama koreliacija. Genetinė koreliacija tarp kiaulių priesvorio, įvertinto ūkyje ir kontrolinio penėjimo stotyje, „Berkos“ kiaulių buvo $0,865$ ($p < 0,001$), o Lietuvos baltųjų kiaulių populiacijoje – $0,302$ ($p < 0,001$), didžiųjų baltųjų – $-0,008$ ($p < 0,05$). Tarp kiaulių lašinių storio ir raumeningumo buvo nustatyta ženkli neigiama genetinė koreliacija – nuo $-0,569$ didžiųjų baltųjų veislės kiaulių iki $-0,81$ – $0,956$ ($p < 0,001$) Lietuvos baltųjų veislės kiaulių.

Raktažodžiai: Lietuvos baltųjų kiaulių veislė, didžiųjų baltųjų kiaulių veislė, selekcija, produktyvumas, genetinės koreliacijos koeficientai.

THE STUDY OF GENETIC CORRELATION IN LITHUANIAN WHITE AND LARGE WHITE PIGS

Aleksandras Muzikevičius¹, Vida Juozaitienė¹, Sigita Kerzienė¹, Arūnas Juozaitis³, Nijolė Kvietkutė⁴,
Stepas Grikšas⁴, Elena Čekajeva⁴, Liubov Kalašnikova⁴

¹Department of Animal Breeding and Genetics, ²Department of Animal Nutrition, ³Department of Animal Science,
Lithuanian Veterinary Academy, Tilžės str. 18, 47181 Kaunas, Lithuania.

tel. +370-37 36 28 63; e-mail: biometrija@lva.lt

⁴Timiriazov Russian University of Agriculture, Timiriazevskaja str. 49; Moscow, Russia.

Summary. The objective of this research was to evaluate the genetic correlation between pig breeding farm “Berka” and whole Lithuanian White and Large White pigs population. The study was performed in 2001–2006 at the largest Lithuanian White pig breeding farm “Berka”, State Pig Breeding Station and Lithuanian Veterinary Academy. For genetic evaluation of production traits the mixed linear model was used. Statistically significant genetic correlations between the main production traits on farm “Berka” and whole Lithuanian White and Large White pigs population were determined. Further, highly significant negative correlation between pigs lean meat and feed consumption (-0.851 ; $p < 0.001$) in farm “Berka” was obtained. However, the negative correlation in whole Lithuanian White pigs population (-0.172 ; $p < 0.001$) and in Large White breed (-0.172 ; $p < 0.001$) was low. In addition, it was estimated that genetic correlation between daily weight gains in farm “Berka” was 0.865 ($p < 0.001$), in Lithuanian White pigs population – 0.302 ($p < 0.001$), in Large White breed – -0.008 ($p < 0.05$), respectively. Finally, the correlation between lean meat and fat thickness in point F2 was from -0.569 in Large White breed to -0.81 – 0.956 ($p < 0.001$) in Lithuanian White breed pigs.

Key words: Lithuanian White and Large White pigs, selection, production, genetic correlation.

Įvadas. Lietuvos baltosios yra pagrindinė Lietuvoje veisiamą kiaulių veislę. Grynaveislės Lietuvos baltosios kiaušės yra vislios, pieningos, neblogai penisi, bet prastesnės jų mėsinės savybės. Fenotipinio įvertinimo ultragarso aparatu „Piglog 105“ duomenimis, 2003 m. pradžioje veislynuose auginamo šio tipo prieauglio vidutinis raumeningumas siekė 51,9 proc., o prieauglio, užauginto Valstybinės kiaulių veislininkystės stoties kontrolinio penėjimo tvartuose, – 50,1 proc. (Klimas ir kt., 2003).

Spartesniai grynaveislių Lietuvos baltųjų populiacijos produktyvumo genetinio potencialo gerinimui numatyta panaudoti Anglijos didžiųjų baltųjų veislės kuilius (Klimas ir Klimienė, 2004), mat Lietuvos baltųjų išvedimui didžiausios įtakos turėjo būtent ši veislė. Pagal parengtą programą darbas pradėtas devyniuose grynaveislių Lietuvos baltųjų kiaulių veislynuose, vienas jų – Kelmės r. UAB „Berka“ veislynas (Klimas ir kt., 2003).

Didinat selekcijos efektyvumą svarbu atsižvelgti ne tik į produktyvumo požymių fenotipinio bei genetinio įvertinimo reikšmes, bet ir paveldimumo bei genetinės koreliacijos (r_g) koeficientus. Kiaulių produktyvumo požymių paveldimumas bei tarpusavio ryšio stiprumas priklauso nuo daugelio veiksnių. Vieni iš svarbiausių yra veislė, bandos genetinė struktūra, produktyvumas ir aplinkos sąlygos (Mikelėnas, Štuopytė, 2000; Tānavots et al., 2002; Hoste, 2003; Jukna ir kt., 2004; Klimas ir kt.,

2005).

Genetinės koreliacijos koeficientus galima nustatyti multivariacinės analizės būdu, eliminavus negenetinių veiksnių įtaką. Genetinės koreliacijos koeficientai parodo, kaip selekcija pagal vieną požymį genetiškai daro įtaką kitam. Genetinės koreliacijos koeficientai yra labai svarbūs veislių gerinimo programose nustatant selekcijos kriterijus ir prioritetus (Falconer, Mackay, 1996; Lynch, Walsh, 1998; Clutter, Brascamp, 1998; Ponzoni et al., 2006).

Darbo tikslas – įvertinti Lietuvos baltųjų kiaulių produktyvumo požymių genetinę koreliaciją didžiausiame Lietuvos baltųjų kiaulių veislyne „Berka“, visos Lietuvos baltųjų kiaulių populiacijos ir Lietuvoje veisiamų Anglijos didžiųjų baltųjų veislės kiaulių.

Medžiagos ir metodai. Tyrimų duomenys įvertinti „R“ statistiniu paketu (The R Project for statistical computing, 2007) Lietuvos veterinarijos akademijos Gyvūnų veisimo ir genetikos katedros Gyvūnų veislinės vertės tyrimų ir selekcijos laboratorijoje. Duomenys gauti iš Valstybinės kiaulių veislininkystės stoties kiaulių genetinio įvertinimo „postgreSQL“ duomenų bazės LINUX operacinėje sistemoje.

Genetinės koreliacijos (r_g) koeficientai buvo įvertinti 8285 „Berkos“ veislyno gyvuliams, visos Lietuvos baltųjų kiaulių populiacijos bei Lietuvoje veisiamų didžiųjų baltųjų veislės. Taikytas tiesinio modelio didžiausio tikėtumo metodas (REML) programomis PEST (Groeneveld et al., 1998) ir VCE (Groeneveld, 1998). Skaičiuojant panaudoti trijų kartų gyvulių duomenys.

Kontrolinio penėjimo ir skerdimo stotyje matuotiems požymiams (priesvoriui per parą, g; pašarų sąnaudoms 1 kg priesvorio, kg; lašinių storiui F_2 taške, mm) genetiškai įvertinti buvo taikoma multivariacinė analizė, naudojat tokį mišrų tiesinį modelį:

$$Y_{ijkln} = \mu + Vada_i + L_j + SMS_k + GYVULYS_l + e_{ijkln}$$

kur: $Vada_i$ – atsitiktinis vados, iš kurio gyvulys kilęs, efektas;

L_j – fiksuotas lyties efektas (kiaulaitės ir kastratai);

SMS_k – atsitiktinis jungtinis stotis-metai-sezonas efektas (sezonas nustatytas kaip metų laikas pagal gyvulio skerdimo datą);

$GYVULYS_l$ – gyvulio atsitiktinis adityvinis genetinis efektas;

e_{ijkln} – atsitiktinė paklaida.

Ūkyje išmatuotiems produktyvumo požymiams (priesvoriui per parą g ir gyvulio raumeningumui proc.) genetiškai įvertinti buvo taikomas statistinis modelis:

$$Y_{ijkln} = \mu + Vada_i + L_j + \bar{U}MS_k + GYVULYS_l + e_{ijkln}$$

kur $\bar{U}MS_k$ – fiksuotas jungtinis ūkis-metai-sezonas (sezonas nustatytas pagal „Piglog-105“ matavimų datą).

Lašinių storiui analizuoti modelis papildytas svorio skerdimo metu regresija (SV_m):

$$Y_{ijklnm} = \mu + Vada_i + L_j + \bar{U}MS_k + SV_m + GYVULYS_l + e_{ijklnm}$$

Statistiniai rodikliai laikyti patikimais, kai skirtumai tarp rodiklio ir dydžio $1,96 \times SE$ buvo didesni už nulį.

Tyrimų rezultatai ir aptarimas. Atlikus mišrių tiesinių modelių multivariacinę analizę bei eliminavus negenetinių veiksnių įtaką, nustatyti Lietuvos baltųjų kiaulių produktyvumo požymių genetinės koreliacijos koeficientai UAB „Berkos“ veislyne (1 lentelė), visos Lietuvos baltųjų kiaulių populiacijos ir šalyje veisiamų didžiųjų baltųjų veislės kiaulių (2 lentelė). Koreliacijos koeficientai įvertinti pagal gyvulių kilmės, palikuonių ir fenotipinę informaciją, vienoje analizėje sujungus kontrolinio penėjimo ir veislyne įvertintų požymių duomenis.

1 lentelė. Lietuvos baltųjų kiaulių veislės produktyvumo genetinės koreliacijos (r_g) koeficientai „Berkos“ veislyne

Požymiai		r_g	p<
Priesvoris, g (kontrolinio penėjimo stotyje)	Pašarų sąnaudos 1 kg priesvorio (kontrolinio penėjimo stotyje)	-0,821	0,001
Priesvoris, g (kontrolinio penėjimo stotyje)	Lašinių storis F_2 , mm (kontrolinio penėjimo stotyje)	-0,839	0,001
Priesvoris, g (kontrolinio penėjimo stotyje)	Priesvoris, g (veislyne)	0,865	0,001
Priesvoris, g (kontrolinio penėjimo stotyje)	Raumeningumas, proc. (veislyne)	0,648	0,001
Pašarų sąnaudos 1 kg priesvorio (kontrolinio penėjimo stotyje)	Lašinių storis F_2 , mm (kontrolinio penėjimo stotyje)	0,934	0,001
Pašarų sąnaudos 1 kg priesvorio (kontrolinio penėjimo stotyje)	Priesvoris, g (veislyne)	-0,590	0,001
Pašarų sąnaudos 1 kg priesvorio (kontrolinio penėjimo stotyje)	Raumeningumas, proc. (veislyne)	-0,851	0,001
Lašinių storis F_2 , mm (kontrolinio penėjimo stotyje)	Priesvoris, g (veislyne)	-0,486	0,001
Lašinių storis F_2 , mm (kontrolinio penėjimo stotyje)	Raumeningumas, proc. (veislyne)	-0,956	0,001
Priesvoris, g (veislyne)	Raumeningumas, proc. (veislyne)	0,209	0,01

UAB „Berka“ genetinė koreliacija tarp kiaulių priesvorių, įvertintų veislyne ir kontrolinio penėjimo stotyje, buvo ženkliai teigiama ($r_g=0,865$; $p<0,001$). Analogiškus duomenis gavo P. Chen su grupe tyrėjų (2000). Visoje Lietuvos baltųjų kiaulių populiacijoje šis koeficientas yra žemas teigiamas ($r_g=0,302$; $p<0,001$), o didžiųjų baltųjų kiaulių – net mažai neigiamas ($r_g=-0,080$; $p<0,05$). Maži koreliacijos koeficientai tarp to paties požymio genetinio įvertinimo veislyne ir stotyje gali būti paaiškinti nepakankamu giminytės ryšių kiekiu vertinamų gyvulių kilmės informacijoje.

Genetinė koreliacija tarp lašinių storio, įvertinto kontrolinio penėjimo stotyje, ir raumeningumo, įvertinto veislyne UAB „Berka“, yra labai smarkiai neigiama ($r_g=-0,956$; $p<0,001$) ir rodo, kad bandos selekcinėje programoje kiaulių atranką pakanka atlikti pagal Europos Sąjungoje prioritetinį – kiaulių raumeningumo požymį, kartu bus netiesiogiai selekciuojama ir paal lašinių storį. Analogiškas, kiek mažesnis genetinis ryšys ($r_g=-0,810$; $p<0,001$) tarp lašinių storio ir raumeningumo nustatytas ir visoje Lietuvos baltųjų kiaulių populiacijoje. Į gautus genetinės koreliacijos koeficientus tikslinga atsižvelgti įgyvendinant veislės selekcijos programą.

Ne toks glaudus genetinės koreliacijos koeficientas tarp lašinių storio ir raumeningumo nustatytas Lietuvoje veisiamų didžiųjų baltųjų kiaulių ($r_g=-0,569$; $p<0,001$).

Gauti duomenys artimi nustatytiems užsienio mokslininkų. Koreliacija tarp kiaulių lašinių storio ir raumeningumo pagal T. D. Pringle ir S. E. Wiljams (2001) buvo $-0,45$, o tyrėjas P. T. Berger su kolegomis (1994) nustatė koreliaciją $-0,57$. P. Chen su grupe mokslininkų (2000), JAV atlikę 15 metų kiaulių kontrolinio penėjimo stočių sukauptų duomenų analizę, nustatė, kad genetinė koreliacija tarp raumeningumo ir nugaros lašinių storio svyruoja nuo $-0,25$ iki $-0,41$.

Nustatėme, kad genetinė koreliacija tarp pašarų sąnaudų ir priesvorių kontrolinio penėjimo stotyje buvo glaudžiai neigiama ($r_g=-0,693$ – $0,821$; $p<0,001$), o su priesvoriais veislyne svyravo nuo $-0,590$ UAB „Berka“ iki $0,069$ Lietuvoje veisiamų didžiųjų baltųjų kiaulių.

Palyginę veislyne gautus koeficientus (1 lentelė) su visos Lietuvos baltųjų kiaulių populiacijos genetinė koreliacija (2 lentelė) matome, kad tarp pagrindinių produktyvumo požymių „Berkos“ veislyne nustatyta statistiškai patikima genetinė koreliacija. Atskirų produktyvumo požymių genetinės koreliacijos koeficientai UAB „Berka“ buvo reikšmingesni nei visoje Lietuvos baltųjų populiacijoje. Veislyno kiaulių raumeningumo su pašarų sąnaudomis koreliacijos koeficientas buvo ženkliai neigiamas $-0,851$ ($p<0,001$), o visos Lietuvos baltųjų populiacijos sudarė tik $-0,172$ ($p<0,001$).

2 lentelė. Lietuvos baltųjų ir didžiųjų baltųjų kiaulių veislių produktyvumo požymių genetinės koreliacijos (r_g) koeficientai šalyje

Požymiai		Lietuvos baltųjų kiaulių		Didžiųjų baltųjų kiaulių	
		r_g	$p<$	r_g	$p<$
Priesvoris, g (kontrolinio penėjimo stotyje)	Pašarų sąnaudos 1 kg priesvorio (kontrolinio penėjimo stotyje)	-0,693	0,001	-0,745	0,001
Priesvoris, g (kontrolinio penėjimo stotyje)	Lašinių storis F_2 , mm (kontrolinio penėjimo stotyje)	0,148	0,01	0,215	0,001
Priesvoris, g (kontrolinio penėjimo stotyje)	Priesvoris, g (veislyne)	0,302	0,001	-0,008	0,05
Priesvoris, g (kontrolinio penėjimo stotyje)	Raumeningumas, proc. (veislyne)	0,098	0,01	-0,231	0,001
Pašarų sąnaudos 1 kg priesvorio (kontrolinio penėjimo stotyje)	Lašinių storis F_2 , mm (kontrolinio penėjimo stotyje)	0,078	0,05	0,642	0,001
Pašarų sąnaudos 1 kg priesvorio (kontrolinio penėjimo stotyje)	Priesvoris, g (veislyne)	-0,288	0,001	0,069	0,05
Pašarų sąnaudos 1 kg priesvorio (kontrolinio penėjimo stotyje)	Raumeningumas, proc. (veislyne)	-0,172	0,001	-0,226	0,001
Lašinių storis F_2 , mm (kontrolinio penėjimo stotyje)	Priesvoris, g (veislyne)	-0,147	0,001	0,032	0,05
Lašinių storis F_2 , mm (kontrolinio penėjimo stotyje)	Raumeningumas, proc. (veislyne)	-0,810	0,001	-0,569	0,001
Priesvoris, g (veislyne)	Raumeningumas, proc. (veislyne)	0,210	0,001	-0,045	0,05

„Berkos“ veislyno kiaulių genetinės koreliacijos koeficientas tarp nugaros lašinių storio ir priesvorio stotyje buvo neigiamas $-0,839$ ($p<0,001$) ir rodo, kad priesvorio didinimas „Berkos“ kiaulių bandoje genetiškai yra glaudžiai susijęs su lašinių storio mažėjimu. Visos Lietuvos

baltųjų populiacijos, taip pat didžiųjų baltųjų veislės kiaulių šalyje šie koeficientai buvo teigiami – atitinkamai $0,148$ ($p<0,01$) ir $0,215$ ($p<0,001$). Panašius teigiamus koreliacijos koeficientus nustatė ir kiti mokslininkai (Kaplon et al., 1991; Mrode and Kennedy, 1993; Bidanel, Du-

cos, 1996; Chen et al., 2000; Michalska et al., 2000).

Išvados.

1. Informacija apie požymių genetinės koreliacijos koeficientus yra labai svarbi nustatant selekcijos kriterijus veislių gerinimo programose. Mūsų atliktais multivariacinės analizės tyrimais, tarp pagrindinių selekcionuojamų kiaulių produktyvumo požymių šalyje nustatyta statistiškai patikima genetinė koreliacija.

2. Lietuvos baltųjų kiaulių veislė pastaruoju metu intensyviai gerinama Anglijos didžiųjų baltųjų kiaulių veislės genetiniu potencialu. Didžiausia genetiškai pagerintų kiaulių banda yra Kelmės rajono UAB „Berka“, kur atskirų produktyvumo požymių genetinės koreliacijos koeficientai buvo reikšmingesni, nei Lietuvos baltųjų kiaulių populiacijos ar didžiųjų baltųjų kiaulių veislės.

3. Tarp kiaulių lašinių storio ir raumeningumo nustatyta ženkliai neigiama genetinė koreliacija – nuo $-0,569$ (didžiųjų baltųjų veislės kiaulių) iki $-0,81-0,956$ (Lietuvos baltųjų veislės kiaulių šalyje ir UAB „Berka“). Tokia koreliacija rodo, kad norint padinti selekcijos efektyvumą Lietuvos baltųjų kiaulių veislės gerinimo programoje, būtina pakoreguoti selekcijos prioritetus. Dėl aukštos neigiamos genetinės koreliacijos atranka pagal raumeningumą mažins ir kiaulių lašinių storį ($p < 0,001$).

Literatūra

- Berger P. T., Cristian L. L., Louis C. F. and Mickelson R. J. Estimation of genetics parameters for growth, muscle quality, and nutritional content of meat products for centrally tested purebred marked hogs. Research Investment report. Nat. Pork Prod. 1994. P. 51–63.
- Bidanel J. P., Ducos A. Genetic correlations between test station and on-farm performance traits in Large White and French Landrace pig breeds. Livest. Prod. Sci. 1996. 45. P. 55–62
- Chen P., Mabry J. W., Baas T. J. Genetic parameters for lean growth rate and its components in U.S. Landrace pigs. ISU swine research report. 2000. P. 80–82.
- Clutter A. C. and Brascamp E. W. Genetic of performance traits. Genetics of the pigs. CAB International. 1998. P. 427–462.
- Falconer D. S., Mackay, T. F. C. Introduction to Quantitative Genetics. 4th edn. Harlow, Essex: Longman. 1996. 464 P.
- Groeneveld E., Kovac M., Wang T. PEST Users Manual Guide. Institute of Animal Husbandry and Animal Behavior, FAL, Mariensee, Germany. 1998.
- Groeneveld E. VCE 4 Version 4.2.5. Institute of Animal Husbandry and Animal Behavior, FAL, Mariensee, Germany. 1998.
- Hoste S. Genotype environment interactions. Perspectives in pig science. Nottingham Univ. Press. 2003. P. 25–39.
- Jukna Č., Jukna V., Kvietkutė N., Mauručaitė G., Rimkevičius S. Paršavedžių įtaka palikuonių mėsinėms savybėms ir mėsos kokybei. Gyvulininkystė. Mokslo darbai. 2004. T. 44. P. 20–29.
- Kaplon M. J., Rothschild M. F., Berger P. J., Healey M. Population parameter estimates for performance and reproductive in Polish Large White nucleus herd. J. Anim. Sci. 1991. 69. P. 91–98.
- Klimas R., Klimienė A. Anglijos didžiųjų baltųjų veislės įtaka Lietuvos baltųjų kiaulių produktyvumui. Veterinarija ir zootechnika. Kaunas. 2004. T. 27 (49). P. 75–78.
- Klimas R., Klimienė A., Rimkevičius S. Fattening and carcass traits of Lithuanian White pigs with different part of English Large White blood. Proceeding of the Baltic Animal Breeding and Genetics Conference. Palanga. 2005. P. 93–96.
- Klimas R., Klimienė A., Rimkevičius S. Grynaveislių Lietuvos baltųjų kiaulių populiacijos genetinio potencialo gerinimas panaudojant Anglijos didžiąsias baltąsias. Šiauliai, 2003. 21 p.
- Lynch M., Walsh B. (1998). Genetics and Analysis of Quantitative Traits. Sunderland, MA: Sinauer. 980 p.
- Michalska G., Nowachowicz J., Kapelanski W. et al. Interrelationships between performance test characteristics in Polish Large White and Polish Landrace boars. Book of Abstracts of the 51th annual meeting of the European association for animal production. Wageningen, 2000. P. 326.
- Mikelėnas A., Štuopytė N. Kiaulių skerdienos kokybės ir ūkiškai naudingų požymių koreliacija. Veterinarija ir zootechnika. Kaunas. 2000. T. 11(33). P. 53–56.
- Mrode R. A. and Kennedy B. W. Genetic variation in measures of food efficiency in pigs and their genetic relationships with growth rate and backfat. Anim. Prod. 1993. 56. P. 225–232.
- Ponzoni R.W., H.N. Nguyen and H.L. Khaw. Importance and implementation of simple and advanced selective breeding programs for aquaculture species in developing countries. In: Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. 13-18 August 2006, Brazil. Web accessat. http://www.wcgalp8.org.br/wcgalp8/articles/paper/9_683-1814.pdf
- Pringle T. D. and Williams S. E. Carcass traits, cut yields, and compositional end points in high-lean-yielding pork carcasses: Effects of 10th rib backfat and loin eye area. J. Anim. Sci. 2001. 79. P. 115–121.
- Tānavots A., Kaart T., Saveli O. Heritability and correlation of meat and fertility traits in pigs in Estonia. Veterinarija ir zootechnika. Kaunas, 2002. T. 19 (41). P. 106-108.
- The R Project for statistical computing, 2007. Žiūrėta [2006-02-02].- Internetė: <http://www.r-project.org/>