ISSN 1392-3196
Žemdirbystė, t. 94, Nr. 4 (2007), p. 12–19
UDK 633.322:631.526.32:631.59

BALTŲJŲ DOBILŲ VEISLIŲ SAUSŲJŲ MEDŽIAGŲ DERLIAUS STABILUMAS

Pavelas TARAKANOVAS[1], Algirdas SPRAINAITIS[1], Marija CHOMIAK[2]

[1]Lietuvos žemdirbystės institutas
Akademija, Dotnuva, Kėdainių rajonas
El. p. pavelas@lzi.lt

[2]Ukrainos mokslų akademijos Vakarų regiono
Žemdirbystės ir gyvulininkystės institutas
Lišnia, Drogobyčeskij rajonas

Santrauka

Lietuvos žemdirbystės institute 2003–2006 m. įvertinta dvylikos veislių baltųjų dobilų (*Trifolium repens* L.) sausųjų medžiagų derlius. Tyrimams naudotos ANOVA, regresinė ir klasterinė analizės. Nustatyta esminė (P>0,01) tyrimų metų sąlygų, pjūčių, genotipų ir jų tarpusavio sąveikos įtaka baltųjų dobilų sausųjų medžiagų derliaus kitimui. Perspektyvios veislės 'Nemuniai' ir 'Dotnuviai' išsiskyrė didžiausiu derliumi – 7,893 t ha^{-1} – 8,39 t ha^{-1} bei nedideliu stabilumo įvairavimu (0,302–0,397). Klasterinė analizė išryškino dvi grupes genotipų, besiskiriančių panašiu reagavimu į sąveiką genotipas–aplinka.

Klasterinės analizės rezultatai sutampa su genotipų įvertinimo pagal sausųjų medžiagų derliaus stabilumą rezultatais.

Reikšminiai žodžiai: baltieji dobilai, derliaus stabilumas, klasterinė analizė.

Įvadas

Baltieji dobilai – vieni iš labiausiai vertinamų pašarinių augalų pagal maistingųjų medžiagų kiekį. Lietuvoje jie naudojami kaip pašaras gyvuliams. Sėjant juos su varpinėmis žolėmis, pašaras turi daug baltymų. Be to, baltieji dobilai turi savybę gumbelinėmis bakterijomis kaupti atmosferos azotą, tuo praturtindami dirvą azotinėmis medžiagomis. Baltųjų dobilų veislės turi duoti ne tik gausų žolių derlių, bet jis turi būti ir stabilus skirtingais metais, nepaisant kokios klimato sąlygos. Augalų selekcijoje labai svarbi genotipo ir aplinkos sąveika, ypač daugiaterpių bandymų paskutinėmis atrankos stadijomis /Annicchiaro, 2002; Sprainaitis ir kt., 2002/. Išskiriamos dvi skirtingos stabilumo koncepcijos – „statistinė“ ir „dinaminė“ /Lin ir kt., 1986; Becker, Leon, 1988/. Statistinis stabilumas analogiškas biologinei homeostazės koncepcijai: stabilus genotipas – tai pastovus derlius esant skirtingai aplinkai. Dinaminis stabilumas suprantamas kaip pastovaus genotipo derlius, kuris visada panašus vidutiniam visų tiriamų genotipų derlingumui /Annicchiaro, 2002/. Genotipo ir aplinkos (GA) sąveika gali lemti selekcinio proceso paklaidas, kadangi jo privalumas vienomis sąlygomis nesuteikia privalumo esant kitoms sąlygoms /Simmonds, 1991/.

Baltųjų dobilų populiacijose prisitaikymas (adaptacija) pagrįstas genetine homeostaze, kuri suprantama ne tik kaip heterozigotiškumas, bet ir kaip homozigotiškumas, kuris susidaro esant augalų persikryžminimui. Taigi baltųjų dobilų veislės turi platų prisitaikymo prie vietinių sąlygų diapazoną /Seeker ir kt., 2003/. Trisdešimties metų baltųjų dobilų tyrimai Australijoje rodo, jog vėlyvos vasaros sukelia augalams stresą, kadangi trūksta drėgmės ir tai atsiliepia jų vystymuisi /Hutchison ir kt., 1995/. Žinant naujų baltųjų dobilų veislių sausųjų medžiagų kiekį, galima rekomenduoti būtiną agrotechniką, norint gauti optimalų žolės ir sėklų derlių. Keletas metodų pritaikyta analizuoti genotipo ir aplinkos tarpusavio sąveiką ir fenotipinį stabilumą. Šiuos metodus galima apibūdinti juos skirstant į dvi dideles grupes, t.y. atitinkančias vienareikšmės ir daugiareikšmės stabilumo statistikos grupes /Lin ir kt., 1986/. Apjungta regresinė analizė populiaresnė ir dažniau tyrėjų taikoma darbe. K. Finlajus ir G. Wilkinsonas (1963) stabilia veisle vadina tada, kai jos reagavimas į aplinką būtų lygus visų tirtų veislių reakcijos vidurkiui. Veislės, kurių koeficientas b_i = 1, visapusiškai atitinka tyrimų sąlygas. Kuo aukštesnė koeficiento b_i >1, tuo didesnis veislės prisitaikymo prie aplinkos lygis. Kai b_i < 1, matyti, kad veislė menkai prisitaikiusi prie aplinkos sąlygų. Stabilus genotipas turi regresijos koeficiento reikšmę b_i apie 1 ir kuo mažesnį nukrypimą nuo regresijos (S^2_d= 0). Tiriant genotipo ir aplinkos sąveiką, naudojami įvairūs matematiniai metodai, vienas jų – modelio analizė, realizuota kompiuterinėje programoje IRRISTAT.

Darbo tikslas – ištirti 12-kos baltųjų dobilų veislių sausųjų medžiagų derliaus stabilumą ir atrinkti stabilias ir derlingas veisles. Hipotezė: atrinkti baltųjų dobilų pradinę selekcinę medžiagą naujoms veislėms kurti, pasižyminčią geromis agronominėmis savybėmis, sparčiu vystymusi vegetacijos periodo metu, ilgu išsilaikymu mišiniuose, stabiliu žolės, sausųjų medžiagų derliumi bei derliaus indeksu.

Tyrimų metodai ir sąlygos

Tyrimui buvo parinktos lietuviškos veislės ‘Sūduviai’, ‘Bitūnai’, ‘Atoliai’, ‘Nemuniai’, ‘Dotnuviai’, daniškos – ‘Nanouk’, ‘Millo’, ‘Rivendel’, olandiškos – ‘Riesling’, ‘Retor’, norvegiška – ‘Holev’, švediška – ‘Ramona’. Visos veislės tirtos konkursiniuose veislių bandymuose, kurie rengiami Lietuvos žemdirbystės instituto Bandymų skyriaus šešialaukėje daugiamečių žolių selekcinėje sėjomainoje, kur vyrauja lengvo priemolio giliau karbonatingas sekliai glėjiškas rudžemis. Armuo – 25–30 cm, kurio pH_{KCl} – 7,2–7,5, humuso – 1,9–2,2 %, bendrojo azoto – 0,14–0,16 %, P_2O_5 – 201–270 mg kg^{-1}, K_2O – 101–175 mg kg^{-1} dirvožemio.

Sėjomainos rotacija: 1. Juodasis pūdymas. 2. Pirmų sėjos metų žolės. 3. Pirmų naudojimo metų žolės. 4. Antrų naudojimo metų žolės. 5. Varpiniai javai. 6. Varpiniai javai. Bandymai buvo atliekami 2, 3 ir 4-me rotacijos laukuose. Standartinė veislė – ‘Sūduviai’.

Baltieji dobilai buvo sėjami 10–12,5 m^2 laukeliuose pirmoje birželio pusėje be antsėlio. Sėklos norma – 8 kg ha^{-1}. Sėjos schema – rendomizuoti blokai, pakartojimai – 3. Rudenį augalai buvo tręšiami P_{60} K_{90}. Žolės pjautos kombainu „Hege 212“, kai žydi 10 % augalų. Pjūties metu paimti ėminiai sausųjų medžiagų kiekiui nustatyti. Bandiniai džiovinti +105 ^oC temperatūroje.

Meteorologinės sąlygos 2005 m. ir 2004 m. buvo palankios augalams vystytis. 2006 m. antra vasaros pusė buvo sausringa, todėl derlius buvo mažas.

Stabilumo analizė atlikta naudojant kompiuterinę programą YIELDSTAB, sukurtą P. Tarakanovo /2006/, kuri dirba kaip priedas prie EXCEL programos, turinčios „joint“ (jungtinę) regresinę analizę, detaliai aprašytą J. Brewbakerio /1996/, ir stabilumo analizę, aprašytą M. Kango, R. Magario /1995/. Modelio bandinių analizei naudota programa IRRISTAT, kurioje adaptuota programa GEBEI, sukurta J. Delasy iš Kvinslendo universiteto (Australija) IRRISTAT 4.3 Tutorial manual (2002). Taikant klasterinę analizę, nustatytas objektų panašumas ir jie suskirstyti į klasterius (Klasteris – tai panašių objektų grupė). Analizės tikslas – suskirstyti objektus taip, kad skirtumai klasterio viduje būtų kuo mažesni, o tarp klasterių – kuo didesni.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Dispersinės analizės rezultatai rodo, kad pirmos ir antros pjūties sausųjų medžiagų derlius labai priklausė nuo metų, genotipų ir jų santykio su aplinka. Paskutinis veiksnys buvo esminis – P < 0,01, tai suteikė galimybę tęsti analizę.

Didelę įtaką sausųjų medžiagų derliui turėjo kritulių kiekis. Didžiausias sausųjų medžiagų derlius (10,70 t ha^{-1}) buvo 2005 metais, iš esmės mažesnis – 2004 ir 2006 metų – 1,7–3,3 karto. 2006 metų vegetacijos periodas buvo sausas, ypač trūko drėgmės vasarą. Antros pjūties sausųjų medžiagų derlius buvo mažas rudenį. Veislių tyrimui reikšmingas produktyvumo ir stabilumo suderinimas, nes tai padeda atrinkti vertingesnius numerius tolesniems tyrimams.

1 lentelė. Baltųjų dobilų genotipų sausųjų medžiagų derliaus dispersinės analizės kvadratų vidurkiai

Table 1. *Mean square relevant to the study of dry matter yields of white clover genotypes*

Dotnuva, 2003–2006 m.

Šaltinis *Source*	Kvadratų suma *SS Sums of squares*	Laisvės laipsniai *Df*	Kvadratų vidurkis *MS Mean squares*	$F_{fakt.}$ kvadratų vidurkis *Mean squares*	$F_{teor.05}$ kvadratų vidurkis *Mean squares*	$F_{teor.01}$ kvadratų vidurkis *Mean squares*	Tikimybės lygmuo *Confidence interval*
Bendroji *General*	1038,485	47					
Veislių (V) *Varieties*	98,582	11	8,962	21,518**	2,093	2,840	5,80156E-12
Punktų (P) *Initial point*	926,159	3	308,720	2046,0465**	2,708	4,012	0,00000
Sąveikos (P x V) *Interaction*	13,744	33	0,416	2,76**	1,569	1,887	0,00008
Heterogeniškumas *Heterogenety*	12,266	11	1,115	16,589**	2,259	3,184	0,00000
Liekanos *Residual*	1,479	22	0,067	0,445ns	1,664	2,048	0,98319
Bendra paklaida *Pooled error*		88	0,151				

**P < 0,01 – ne esminė / *non significant*

Jungtinė regresinė analizė plačiai naudojama tirti genotipo ir aplinkos sąveikai tarp pagrindinių stabilumo parametrų.

Stabilumo parametrai: regresijos koeficientas, standartinis nukrypimas ir determinacijos koeficientas pateikti 2 lentelėje.

2 lentelė. Baltųjų dobilų genotipų metinio sausųjų medžiagų derliaus vidurkio ir stabilumo įvertinimas

Table 2*. Means and estimates of stability statistics for annual dry matter yield of white clover genotypes*

Dotnuva, 2003–2006 m.

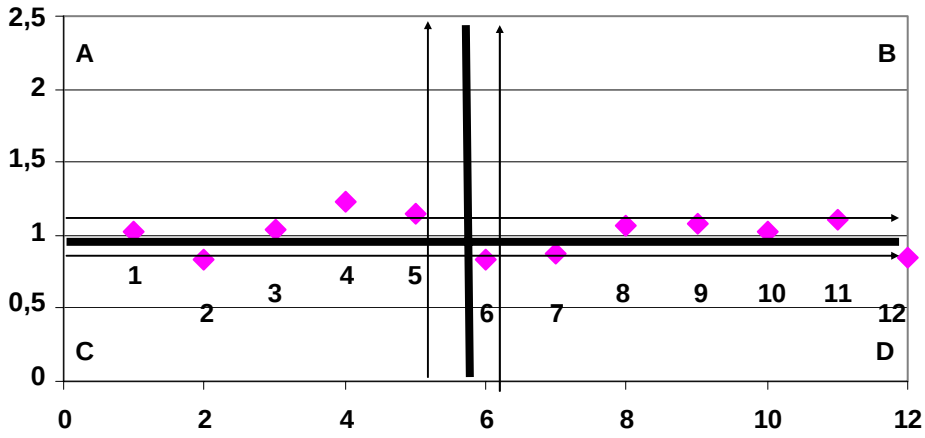
Veislė *Name of variety*	Vidurkis t ha^{-1} *Means t ha^{-1}*	Regresijos koeficientas b_i *Regression coefficient*	Standartinis nukrypimas S^2 d *Standard deviation*	Determinacijos koeficientas r^2 *Determination coefficient*
Sūduviai	7,269	1,017	0,0103	0,999**
Bitūnai	6,401	0,841	0,017	0,996**
Atoliai	7,526	1,029	0,0018	0,999**
Nemuniai	7,893	1,119	0,0002	0,997**
Dotnuviai	8,39	1,148	0,00108	0,974**
Holev	5,976	0,839	0,0022	0,995**
Nanouk	6,074	0,867	0,0078	0,968**
Riesling	7,703	1,061	0,094	0,993**
Millo	7,997	1,118	0,028	0,989**
Retor	7,662	1,0207	0,047	0,997**
Ramona	7,839	1,095	0,025	0,972**
Rivendel	6,0558	0,840	0,008	0,970**
Vidurkis / *Average*	7.232	1,0		
R_{05} / LSD_{05}	0,1662	0,0694		

** Patikimumo lygis 0,01 / *Significant at the 0.01 levels*

Regresinis koeficientas b_i rodo veislės derliaus vidutinį padidėjimą pagal sąlygų kitimo indeksą. Vidutinis kvadratinis nukrypimas nuo regresijos (S^2d) išmatuoja ir rodo, kaip genotipo ir aplinkos sąveika veikia derlių. Jei genotipo koeficientas didesnis už vienetą, veislės skirtos auginti palankiomis sąlygomis, palyginti su visų veislių derliaus vidurkiu. Tuo tarpu esant genotipo regresiniam koeficientui mažesniam už vienetą, veislės nėra tokios jautrios genotipo ir aplinkos sąveikai. Maža S^2d ir aukšta determinacijos koeficiento reikšmė (r^2) rodo, jog veislė yra labiau stabili, palyginti su kitomis. Pagal keturis stabilumo parametrus veislės ‘Nemuniai’ ir ‘Dotnuviai’ turi iš esmės didesnį sausųjų medžiagų derlių (7,89 t ha^{-1} ir 8,39 t ha^{-1}) su regresijos koeficientu atitinkamai 1,0 ir 1,14, turi žemą nukrypimą nuo standarto regresijos (0,0010 ir 0,0002) determinacijos koeficiento ir didelį patikimumą ($P<0,01$) nuo determinacijos koeficiento (0,974 ir 0,997) (2 lentelė). Veislių ‘Dotnuviai’ ir ‘Nemuniai’ stabilumo parametrai matyti pirmame paveiksle. Šie genotipai šiek tiek skiriasi nuo regresijos koeficiento 1,0

pagal sausųjų medžiagų derlių, palyginti su vidurkiu. Todėl jos priskiriamos prie geriausių veislių pagal stabilumą. Šios dvi veislės yra plataus taikymo ir gali būti rekomenduotos auginti Lietuvoje skirtingomis sąlygomis. Veislė 'Nemuniai' sausųjų medžiagų derliumi (8,39 t ha^{-1}) skiriasi iš esmės nuo bandymo vidutinio derliaus ir regresijos koeficientas b_i taip pat iš esmės skiriasi ($P < 0,05$) >1,0. Todėl ji gali būti rekomenduota auginti ypač palankiomis sąlygomis. Veislių 'Holev' ir 'Rivendel' derlingumas daug mažesnis už tyrimų vidurkį ir regresijos koeficientas yra mažesnis nei 1,0, todėl šias veisles galima rekomenduoti auginti nepalankiomis sąlygomis.

Tokie pat rezultatai gauti 'Bitūnai' ir 'Nanouk' veislių, turinčių mažesnį regresijos koeficientą b_i <1, todėl jos tinka auginti nepalankiomis sąlygomis.

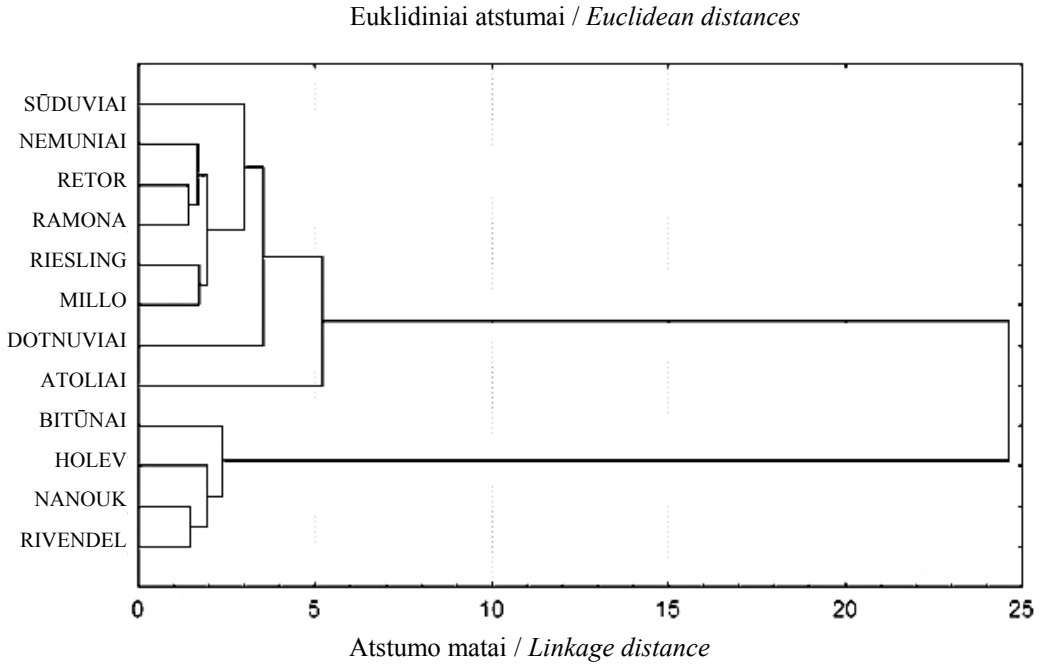


1 paveikslas. Baltųjų dobilų genotipų metinio sausųjų medžiagų derliaus ir regresijos koeficientų erdvinė diagrama. 1 – 'Sūduviai', 2 – 'Bitūnai', 3 – 'Atoliai', 4 – 'Nemuniai', 5 – 'Dotnuviai', 6 – 'Holev', 7 – 'Nanouk', 8 – 'Riesling', 9 – 'Millo', 10 – 'Retor', 11 – 'Ramona', 12 – 'Rivendel'

Figure 1. *Scattered diagram for annual dry matter yield and regression coefficient. 1 – 'Sūduviai',2 – 'Bitūnai', 3 – 'Atoliai', 4 – 'Nemuniai', 5 – 'Dotnuviai', 6 – 'Holev', 7 – 'Nanouk', 8 – 'Riesling', 9 – 'Millo', 10 – 'Retor', 11 – 'Ramona', 12 – 'Rivendel'*

Klasterinė analizė taikoma panašioms veislėms grupuoti pagal genotipo ir aplinkos sąveiką /Haussmann ir kt., 2001/. Modelio analizė (pattern), naudojama klasterinės klasifikacijos technikas genotipams ir aplinkos sąlygoms grupuoti, pagrįsta panašiais minėtais efektais /Annicchiarico, 2002/. Dažniausiai naudojami „euklidinių atstumų" ir „Wardo" klasteriniai metodai /Delacy ir kt., 1996/. Jis buvo sėkmingai naudojamas genotipo ir aplinkos sąveikai nustatyti daugeliui bandymų su kviečiais /Robert, 1997/, sorgais /Haussmann ir kt., 2001/, saulėgrąžomis /Ghafoor ir kt., 2005/ ir kitais augalais. 2 paveiksle pateikti klasterinės analizės rezultatai pagal genotipo ir aplinkos santykį baltųjų dobilų veislių sausųjų medžiagų derliaus grupavimui pagal euklidinius atstumus, mažesnius nei 2,72. Buvo nustatytos dvi veislių grupės. Veislės,

priskiriamos grupei, turi panašią genotipo ir aplinkos sąveiką. Pirmai grupei priklauso labai produktyvios lietuviškos veislės: ‘Nemuniai’, ‘Dotnuviai’ ir ‘Atoliai’, antrai – mažo ir vidutinio produktyvumo veisles: ‘Bitūnai’, ‘Holev’ ir ‘Nanouk’ bei neproduktyvi daniška veislė ‘Rivendel’.



2 paveikslas. Baltųjų dobilų genotipų metinio sausųjų medžiagų derliaus klasterinė dendrograma: 1 – ‘Sūduviai’, 2 – ‘Nemuniai’, 3 – ‘Retor’, 4 – ‘Ramona’, 5 – ‘Reisling’, 6 – ‘Millo’,7 –‘Dotnuviai’, 8 – ‘Atoliai’, 9 – ‘Bitūnai’,10 – ‘Holev’, 11 – ‘Nanouk’, 12 – ‘Rivendel’

Figure 2. *The cluster dendrogram for annual dry matter yield of white clover genotypes: 1 – ‘Sūduviai’, 2 –‘ Nemuniai’, 3 – ‘Retor’, 4 – ‘Ramona’, 5 – ‘Reisling’, 6 – ‘Millo’, 7 – ‘Dotnuviai’, 8 – ‘Atoliai’, 9 – ‘Bitūnai’, 10 – ‘Holev’, 11 – ‘Nanouk’, 12 – ‘Rivendel’*

Klasterinės analizės rezultatai suderinti su veislių įvertinimu pagal regresinę analizę. Vertingiausi baltųjų dobilų veislių ‘Nemuniai’ ir ‘Dotnuviai’ augalai gali būti panaudoti tolesniam selekcionavimui. Pirmoje ir antroje pjūtyse jie pasižymi dideliu ir stabiliu sausųjų medžiagų derliumi, kurį augalai formuoja ir esant nepakankamai drėgmės.

Išvados

1. Atrinktos 5 baltųjų dobilų veislės: ‘Nemuniai’, ‘Dotnuviai’, ‘Sūduviai’, ‘Atoliai’ ir ‘Bitūnai’, realizuojančios savo genetinį potencialą skirtingomis auginimo sąlygomis.

2. Sausųjų medžiagų pirmos ir antros pjūties derliui įtakos turi tyrimų metai, veislės ir jų tarpusavio sąveika ($P < 0,01$). Gerą stabilumo parametrą turi veislės

‘Dotnuviai’ ir ‘Nemuniai’. Jų genotipai esmingai nesiskiria regresijos koeficientu nuo 1,0 ir sausųjų medžiagų derlius gautas didesnis nei bandymo vidurkis. Atsižvelgus į gautus rezultatus, veislės gali būti rekomenduotos auginti įvairiomis sąlygomis įvairiuose regionuose. Veislės ‘Bitūnai’ ir ‘Nanouk’ turi specifinį prisitaikymą auginant blogomis sąlygomis; veislė ‘Dotnuviai’ tinka auginti palankiomis sąlygomis.

3. Klasterinė analizė išryškino dvi veislių grupes, kurios panašiai reaguoja į genotipo ir aplinkos sąveiką. Šios analizės rezultatai parodė duomenų panašumą, palyginti su bendra regresine analize.

Gauta 2007 06 14
Pasirašyta spaudai 2007 10 01

LITERATŪRA

1. Annicchiarico P. Genotype x environment interaction – challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations. FAO. – Rome, 2002. – 150 p.

2. Becker H. C., Leon J. Stability analysis in plant breeding // Plant Breeding. – 1988, vol. 100, p. 1–23

3. Delacy I. H., Basford K. E., Cooper M. et al. Analysis of multienvironment data – An historian perspective // Plant Adaptation and Crop Improvement. – Wallington, UK, CABI, 1996, p. 39–124

4. Eberhart S. A., Russel W. W. Stability parameters for comparing // Crop Science. – 1966, vol. 6, p. 36–40

5. Finlay K. W., Wilkinson G. N. Adaptation in plant breeding programme // Australian Journal of Agricultural Research. – 1963, vol. 14, p. 742–754

6. Ghafoor A., Arshad L. A., Muhammad F. Stability and adaptability analysis in sunflower from eight locations in Pakistan / Journal of Applied Sciences. – 2005, vol. 5 (1), p. 118–121

7. Goncalves P. S., Bortoletto N., Martins A. L. M. et al. Genotype-environment interaction and phenotypic stability for girth growth and rubber yield of Hevea clones in Sao Paulo State, Brazil // Genetics and Molecular Biology. – 2003, vol. 26, p. 441–448

8. Haussmann B. I. G., Hess D. E., Reddy B. V. S. et al. Pattern analysis of genotype x environment interaction for striga resistance and grain yield in African sorghum trails // Euphytica. – 2001, vol. 122, p. 297–308

9. Hutchinson K. J., King K. L., Wilkinson D. R. Effects of rainfall, moisture stress, and stocking rate on the persistence of white clover over 30 years // Australian Journal of Experimental Agriculture. – 1995, vol. 35, p. 1039–1047

10. IRRISTAT 4.3 for Windows. Tutorial manual // Biometrics Units International Rice Research Institute. – 2002. – 182 p.

11. Kang M. S., Magari R. STABLE a BASIC program for calculating stability and yield – stability statistics // Agronomy Journal. – 1995, vol. 87, p. 276–277

12. Lin C. S., Binns M. R., Lefkovitch L. P. Stability analysis: where do we stand? // Crop Science. – 1986, vol. 26, p. 894–900

13. Robert N. Structuring genotype x environment interaction for quality traits in bread wheat, in two multi-location series of trials // Euphytica. – 1997, vol. 97, p. 53–66

14. Seeker H., Rowe D. E., Brink G. E. White clover morphology changes with stress treatments // Crop Science. – 2003, vol. 43, p. 2218–2225

15. Simmonds N. W. Selection for local adaptation in plant breeding programme // Theoretical and Applied Genetics. – 1991, vol. 82, p. 363–367

16. Sprainaitis A., Dabkevičienė G., Svirskis A., Bilis J. Application of various methods in clover breeding // Žemdirbystė: mokslo darbai. – 2002, vol. 78 (2), p. 133–140

ISSN 1392-3196
Žemdirbystė / Zemdirbyste / Agriculture, vol. 94, No. 4 (2007), p. 12–19
UDK 633.322:631.526.32:631.59

DRY MATTER YIELD STABILITY OF CULTIVARS (*Trifolium repens* L.) WHITE CLOVER

P. Tarakanovas, A. Sprainaitis, M. Chomiak

Summary

Dry matter yield peculiarities in 12 cultivars of white clover were studied during the period 2003–2006 at the Lithuanian Institute of Agriculture (Dotnuva). Anova, stability and cluster analysis were employed to draw the conclusions. The promising varieties Nemuniai and Dotnuviai combined I, II cuts, and annual yield of dry matter of Nemunai and Dotnuviai (7.789 t $ha^{-1;}$ 8.39 t ha^{-1}) with a low variance of stability (0.302–0.397). Cluster analysis revealed the presence of 2 groups of varieties distinguished by a similar genotype – environment response. The results of cluster analysis in general confirmed the breeding value data of the varieties and of the population, obtained on the basis of an integral evaluation.

Key words: white clover, yield integral evaluation, cluster analysis.