

Rhizobium padermiø ir ankøtiniø augalø skirtingø veisliø inokuliavimo efektyvumas

Edmundas Lapinskas

Lietuvos þemdirbystës instituto
Vëþaiëiø filialas, Gargþdø g. 29,
LT-96216 Vëþaiëiai, Klaipëdos rajonas,
el. paðtas filialas@vezaiciai.lzi.lt

Nepasotintame giliau glëþiðkame balkðvaþemyje buvo atlikti lauko (pH_{KCl} 5,5–5,8) ir vegetaciniai (pH_{KCl} 4,0–5,0) *Sinorhizobium meliloti*, *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* ir *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* skirtingø padermiø suderinamumo su ávairiø ankøtiniø (*Medicago sativa* L., *Trifolium pratense* L., *Pisum sativum* L. ir *Vicia sativa* L.) veisliø augalais simbiotinio efektyvumo tyrimai.

Tyrimais nustatyta, kad ankøtiniø augalø inokuliavimo efektyvumas priklausë nuo *Rhizobium* padermës ir ankøtiniø augalø veislës simbiotinio suderinamumo. Tarp gumbelinø bakterijø padermiø ir liucernø veisliø nenustatyta neefektyvios simbiozës atvejo ir visi padermiø bei veisliø inokuliavimo deriniai buvo efektyvûs: sausøjø medþiagø derliaus priedai sudarë nuo 0,39 iki 1,23 t ha⁻¹. Raudonøjø dobilø ávairiø veisliø ir *Rhizobium* padermiø deriniai buvo maþiau veiksmingi ir padidino augalø derliø 0,31–0,57 t ha⁻¹. Tuo tarpu veislës raudonøjø dobilø ‘Kamaniai’ ir þirniø – ‘Palsviai’ su jokia paderme nesudarë efektyvios simbiozës.

Gumbeliø susidarymà þirniø ðaknyse *Rhizobium* padermë kontroliavo 21%, veislës – 31%, o vikio, atvirkðëiai, – padermë kontroliavo 32%, o veislës – tik 3%.

Raktaþodþiai: *Rhizobium*, padermë, liucernos, dobilai, þirniai, vikiai, veislës, simbiotinis efektyvumas

ÁVADAS

Simbiotinio azoto fiksacija – vienas svarbiausiø biologiniø procesø, kurio metu kaupiamas atmosferos azotas, didinama augalø biomasë, dirvoþemio derlingumas, derliaus kokybë ir gerinama aplinkos ekologinë buklë.

Pinoma, kad simbiotiná azotà fiksuoja gumbelinës bakterijos (*Rhizobium*). Taëiau patá fiksacijos procesà genetiðkai kontroliuoja abu simbiozës partneriai *Rhizobium* ir ankøtiniai augalai [4]. Daugelio autoriø darbai nustatyta, kad gumbelinø bakterijø kiekviena padermë gali sudaryti efektyvià simbiozà su ribotu skaiëiumi ankøtiniø augalø rûðiø ir veisliø [6, 12, 13]. Antra vertus, ankøtiniø vienos veislës gali sudaryti efektyvià simbiozà su viena *Rhizobium* paderme ir maþiau efektyvià – su kita. Pagaliau, þinomi faktai, kai *Rhizobium* padermës ir augalo ðeimininko genomai nėra komplementarûs, t. y. nesuderinami. Tokiais atvejais mikro- ir makrosimbionto simbiozë ið viso nėra galima [9]. JAV mokslininkai tyrë gumbelinø bakterijø 10 padermiø efektyvumà 16 liucernø veisliø, ið viso 160 inokuliavimo kombinacijø [3]. Ið jø tik 8 kombinacijos buvo veiksmingos augalams.

Panaðiø rezultatø gauta Anglijoje, kur buvo tiriami þirniø gumbelinø bakterijø 25 padermës 10 þirniø veisliø ið JAV, Tibeto, Afrikos, Irano ir Turkijos [5]. Nustatyta, kad tik 4 padermës sudarë efektyvià simbiozà su visomis tirtomis veislëmis.

Rusijos akademikas I. Tichonoviëius 1991 m. pirmà kartà suformulavo azoto fiksacijos procesø makrosimbionto genetines kontrolës koncepcijà [14, 16]. Jos pagrindu pateikë ankøtiniø augalø selekcijos metodus didesnës azoto fiksacijos veislëms kurti. Todël ðiuo metu mikrobiologai skiria daug dëmesio gumbelinø bakterijø ir ankøtiniø augalø genomø komplementarioms savybëms arba jø simbiozës suderinamumo tyrimams [3, 5, 9, 13].

Darbo tikslas – nustatyti gumbelinø bakterijø (*Rhizobium*) ávairiø padermiø simbiozës efektyvumà su þirniø, vikio, liucernø ir raudonøjø dobilø skirtingø veisliø augalais.

TYRIMØ SÀLYGOS IR METODAI

Lauko bandymuose buvo tiriamos ðitokios liucernø gumbelinø bakterijø (*Sinorhizobium meliloti* D.) padermës: 425a, efektyvi, gauta ið Rusijos þemës ūkio

mikrobiologijos mokslinio tyrimo instituto (RPŪMMTI); AL3, efektyvi, išskirta iš Australijoje gaminamo nitragino; M1 ir 2M24, efektyvios, išskirtos iš Lietuvos dirvožemiuose auginamų liucernų pasėlių. Dobilų gumbelinio bakterijų (*Rhizobium leguminosarum* *bv. trifolii* F.) buvo tiriamos šitokios padermės: 348a, efektyvi, gauta iš RPŪMMTI; R99 ir 8RM1, efektyvios, išskirtos iš Lietuvos dirvožemiuose auginamų raudonųjų dobilų pasėlių.

Bandymuose buvo tiriamos mėlynėdžių liucernų (*Medicago sativa* L.) veislės 'Pydrūnė' ir 'Birutė' (Lietuva), 'Meļotnė' (Latvija) ir 'Uzgenskaja' (Kirgizija), taip pat raudonųjų dobilų (*Trifolium pratense* L.) veislės 'Liepsna', 'Kamaniai' ir 'Vyčiai'. Visų veislių augalų sėklą kasmet parūpindavo Lietuvos žemdirbystės instituto selekcininkas, habil. dr. Antanas Svirskis.

Dirvožemis – nepasotintas giliau glėbįjūkas balkvų žemė, pH_{KCl} 5,5–5,8, humusas – 1,926–2,76 % (organinė C – 1,11–1,60%), judrieji P_2O_5 – 108–172 ir K_2O – 164–210 mg kg^{-1} dirvožemio).

Paskutiną kartą akėjant prieš sėją buvo įterpiamos visame plote pakrikai išbertos fosforo ir kalio trąšos $P_{60}K_{60}$. Mėlynėdžių liucernos (20 $kg\ ha^{-1}$) ir raudonųjų dobilų (16 $kg\ ha^{-1}$) buvo sėjama į antsėlinius miežius 'Roland' grūdams. Miežių sėklos norma – 220 $kg\ ha^{-1}$.

Sėkloms inokuliuoti naudota gryna, ne senesnė kaip 10 d. *Rhizobium* kultūra, vienam hektarui sėklos kiekio skaičiuojant apie $600 \cdot 10^9$ cfu (ląstelių formuojančių vienetų).

Apskaitinis laukelis – 18 m^2 , pakartojimai – 4. Variantai išdėstyti pakartojimuose atsitiktine tvarka.

Ūirnių ir vikio gumbelinio bakterijų (*Rhizobium leguminosarum* *bv. viciae* F.) padermių efektyvumas buvo tiriamas vegetaciniuose bandymuose. Visų *Rhizobium* grynos kultūros inokuliuojimui buvo naudojamos ne senesnės kaip 10 d. amžiaus.

R. leguminosarum *bv. viciae* buvo tirtos tokios padermės: 145, efektyvi (gauta iš Rusijos žemės ūkio mikrobiologijos mokslinio tyrimo instituto (RPŪMMTI, Sankt Peterburgas); P2, efektyvi, išskirta iš Australijoje gaminamo nitragino, ir B39, efektyvi, išskirta iš Dotnuvos rudžemyje, vidutinio sunkumo priemolyje (pH_{KCl} 6,8, humusas – 3,2%, judrieji P_2O_5 ir K_2O atitinkamai 203 ir 187 mg kg^{-1} dirvožemio) auginamų pašarinio pupų 'Auðra' gumbelių.

Vegetaciniuose bandymuose 1997–2000 m. tirti tokie veislių augalai: ūirniai (*Pisum sativum* L.) 'Neosipajušiesiai', 'Palsviai', 'Grafila', 'IP-5', 'Rainiai' ir 'Ilgiai' ir vasariniai vikiai (*Vicia sativa* L.) – 'Tverai', 'Kurðiai', 'Baièiai', 'Pilkiai', 'Palsvasėkliai' ir 'Baltsėkliai'. Sėjos metu sėkla buvo inokuliuojama atitinkamų padermių gumbelinio bakterijų vandens suspensija, sunaudojant 5 ml vegetaciniam indui. Gumbelinio bakterijų titras toks, kaip lauko bandymuose – apie $600 \cdot 10^6$ cfu ml. Visų veislių sėkla aprūpindavo Lietuvos žemdirbystės instituto ilgametė selekcininkė dr. Regina Jonuðytė.

Vegetaciniai bandymai buvo daromi Mitėerlichio tipo vegetaciniuose induose, pakraunant po 6,5 kg persijoto per 10 mm akutes turintą sietą dirvožemio. Dirvožemis – nepasotintasis giliau glėbįjūkas balkvų žemė (J14-n), kurio pH_{KCl} 4,0–5,0, humusas – 1,36–2,63% (organinė C – 0,79–1,52%), judrusis P_2O_5 – 90–231 ir judrusis K_2O – 186–250 mg kg^{-1} dirvožemio). Judriojo Al buvo palyginti nedaug – nuo 6,3 iki 26,1 mg kg^{-1} dirvožemio.

Visi lauko ir vegetaciniai bandymai buvo daromi pagal dvifaktorišią tyrimų principinę schemą: faktorius A (augalų veislės) ir faktorius B (neinokuliuota ir gumbelinio bakterijų skirtingos padermės).

Lauko ir vegetaciniuose bandymuose ankðtiniai augalai buvo ūjaunami žiems suþyðus. Liucernų ir dobilų per vegetaciją buvo 2–3 ūjýtys. Kiekvienos ūjýties viso apskaitinio laukelio þaliosios masės derlius buvo perskaièiuojamas á sausųž medþiagų ir botanikai grynų ankðtinių þolių sausųž medþiagų derlių. Darbe pateikti metiniai duomenys.

Bendrasis azotas augaluose buvo nustatomas Kjeldalio metodu.

Gumbelinio bakterijų padermių simbiotinis efektyvumas buvo vertinamas pagal inokuliuotų ir neinokuliuotų augalų sausųž medþiagų derliaus (masės) skirtumą, išreikðtà t ha^{-1} arba g $indo^{-1}$.

Simbiotinio azoto fiksacija liucernų ir raudonųjų dobilų ávairių veislių augaluose buvo apskaièiuota, remiantis mūsų ankstesnių tyrimų rezultatais ir koreliacinės-regresinės analizės metodais apskaièiuotomis kreivėmis bei formulėmis [7]. Liucernų azoto fiksacija ($kg\ N\ ha$) $y = -133,15 + 60,491x$ ir raudonųjų dobilų – $y_1 = -103,35 + 89,152x - 5,5647x^2$. Èia x yra ankðtinių augalų derlius t ha^{-1} . Ðios formulės galioja, kai dirvožemis netrąðiamas mineralinėmis azoto trąðomis.

Tyrimų rezultatai apskaièiuoti statistinės analizės metodais LPI Vėþaièių filialo skaièiavimo grupėje [2].

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APITARIMAS

Mėlynėdžių liucernų ir raudonųjų dobilų simbiozės efektyvumas. Liucernų ávairių veislių augalams gumbelinio bakterijų skirtingos padermės buvo nevienodai efektyvios, taèiau visos padermės davė statistiðkai patikimus sausųž medþiagų derliaus priedus (1 lentelė). Gumbelinio bakterijų vietinė padermė 2M24 buvo veiksmingiausia net 3 liucernų veislėms: 'Pydrūnė', 'Birutė' ir 'Meļotnė', padidinusi augalų derlių 0,79–1,23 t ha^{-1} . Padermė 425a buvo veiksminga tik vienai veislei 'Birutė' ir kita padermė M1 – taip pat buvo efektyvi vienai veislei 'Uzgenskaja'.

Vertinant skirtingų liucernų veislių jautrumą inokuliuojimui, paþymėtina, kad visos tirtos veislės maþdaug vienodai reagavo á gumbelines bakterijas. Su visomis tirtomis padermėmis efektyviausia simbioza sudarė veislė 'Birutė'. Vidutinis derliaus priedas 0,85 t ha^{-1} . Maþiausiai suderinta gumbelinio bakterijų pa-

1 lentelė. *S. meliloti* padermiø ūaka ūairiø veislø liucernø sausøjø medžiagø derliui (t ha⁻¹)
Lauko bandymai, 1991–1993 m.

Augalo veislė (A faktorius)	<i>Rhizobium</i> padermės (B faktorius)				A faktorius vidurkiai
	neinokuliuota	425a	M1	2M24	
'Pydrūnė'	4,19	4,88	4,84	4,98	4,72
'Birutė'	4,32	5,33	4,90	5,29	4,96
'Meþotnė'	3,06	3,45	3,97	4,29	3,69
'Uzgenskaja'	2,42	3,01	3,30	2,92	2,91
B faktorius vidurkiai	3,50	4,17	4,25	4,37	
R ₀₅		0,34			0,29

2 lentelė. *R. leguminosarum* bv. *trifolii* padermiø ūaka ūairiø veislø raudonøjø dobilø sausøjø medžiagø derliui (t ha⁻¹)

Lauko bandymai, 1992–1994 m.

Augalo veislė (A faktorius)	<i>Rhizobium</i> padermės (B faktorius)				A faktorius vidurkiai
	neinokuliuota	348a	R99	8RM1	
'Liepsna'	4,81	5,12	5,38	5,15	5,12
'Kamaniai'	4,93	4,96	5,12	5,00	5,00
'Vyliai'	5,28	5,50	5,75	5,45	5,50
B faktorius vidurkiai	5,01	5,19	5,42	5,20	
R ₀₅		0,34			0,29

dermiø ir augalø veislø simbiozė buvo inokuliuojant veislę 'Uzgenskaja' (vidutinis derliaus priedas 0,66 t ha⁻¹). Taèiau ðiø kraøtutiniø veislø derliaus padidėjimo nuo inokuliacijos skirtumai vis dëlto buvo statistiškai nepatikimi. Taigi nepriklausomai nuo ekologinės adaptacijos liucernø visos tirtos veislės buvo imlios gumbelinėms bakterijoms. Ankstesniais tyrimais kai kurios paðarinio pupø ir vikiø veislės ið viso nesudarė efektyvios simbiozės [7]. Ðiandien daugelis mikrobiologø ir augalø selekcininkø prieina prie bendros iðvados, kad siekiant ið esmės padidinti biologinio azoto fiksavimà, būtina ankøtiniø augalø veislø ir gumbelinio bakterijø padermiø kryptinga selekcija, gerinanti abiejø simbiozės partneriø genomø suderinamumà [1, 11, 12, 15].

Raudonøjø dobilø didþiausi derliaus priedai gauti, inokuliuojant 'Liepsnos' augalus, kiek maþesni – 'Vylis' ir inokuliacijos buvo neveiksmingos veislei 'Kamaniai' (2 lentelė). Iðryškėjo viena efektyviausio gumbelinio bakterijø – vietinø padermė R99, kuri dobilø 'Liepsna' derliø padidino vidutiniškai 0,57 t ha⁻¹ ir dobilø 'Vyliai' derliø – 0,47 t ha⁻¹. Kitos padermės – 348a efektyvumas nebuvo árodytas, nors juo inokuliuojant, derliaus priedas buvo arti patikimumo ribos.

Tokiø būdu raudonøjø dobilø simbiozei daug didesnė reikðmė, negu liucernoms, turėjo gumbelinio bakterijø padermės ir augalø veislės simbiotinis suderinamumas. Padermė R99 sudarė efektyvià simbiozæ su dviem dobilø veislėmis – 'Liepsna' ir 'Vyliai'. Padermė 8RM1 buvo veiksminga tik vienai veislei 'Liepsna'. Tuo tarpu tirtø efektyviø padermiø ir 'Ka-

manio' veislės genomai, matyt, ið viso nėra suderinti, nes negauta nė vienos efektyvios simbiozės atvejo [16].

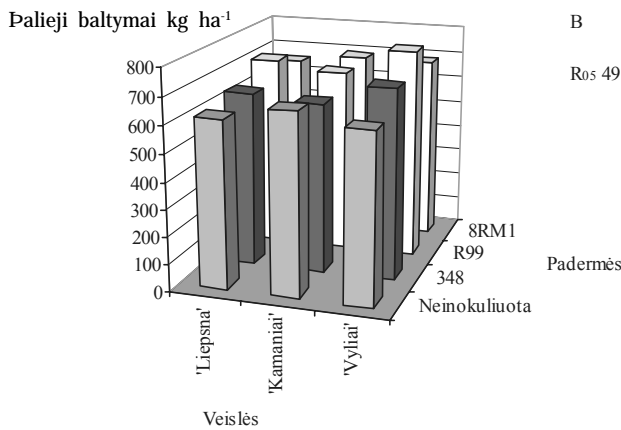
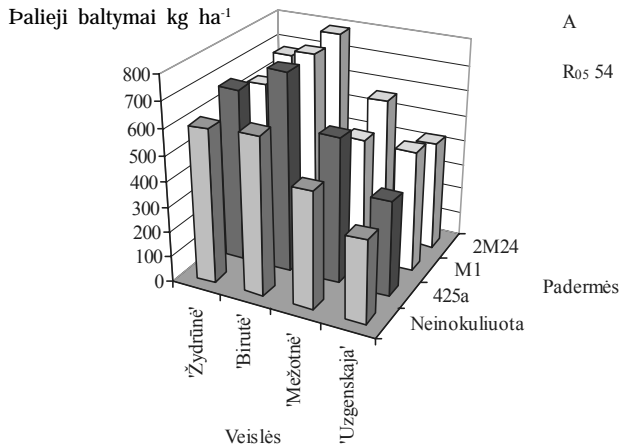
Liucernø derliaus baltymingumas labai priklausė nuo panaudotos gumbelinio bakterijø padermės ir augalo veislės. Nuo inokuliacijos þaliøjø baltymø (%) daugėjo 'Birutės' ir kiek maþėjo 'Pydrūnės' augaluose.

Vertinant sukauptà þaliøjø proteinø masæ, didþiausi ðiø medžiagø derliaus priedai (159–171 kg ha⁻¹) gauti, inokuliuojant 'Birutės' augalus (1 pav. A). Daug menkesnė simbiozė buvo inokuliuojant 'Uzgenskaja' (vidutinis þaliøjø proteinø masės priedas 100 kg ha⁻¹), 'Meþotnės' (83 kg ha⁻¹) ir 'Pydrūnės' (56 kg ha⁻¹) augalus.

Kaupiant baltymus, efektyviausios buvo ne tos paèios gumbelinio bakterijø padermės skirtingoms augalø veislėms. 'Birutės' ir 'Meþotnės' augaluose daugiausia þaliøjø proteinø gauta, inokuliuojant padermė 2M24, 'Uzgenskaja' – padermė M1 ir 'Pydrūnės' – 425a ir 2M24.

Þaliøjø baltymø sankaupa raudonuosiuose dobiluose, kaip ir liucernose, daug priklausė nuo gumbelinio bakterijø padermės ir augalo veislės individualiø savybiø. Nuo inokuliacijos 'Liepsnos' ir 'Kamanio' dobiluose ðiø medžiagø (%) nebedaugėjo. Taèiau 'Vylis' augalams ðia prasme visos padermės buvo veiksmingos.

Þaliøjø baltymø daugiausia sukaupė 'Vyliai', t. y. tetraploidiniai augalai (vidutiniškai 698 kg ha⁻¹), kiek maþiau – 'Kamaniai' ir 'Liepsna' (1 pav. B). Literatūroje þinomi faktai, kai ankøtiniø tetraploidiniø veis-

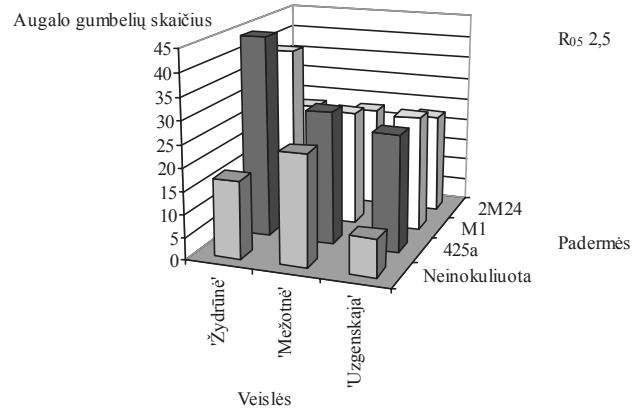


1 pav. *Sinorhizobium meliloti* ir *Rhizobium leguminosarum* *bv. trifolii* padermių ūtaka ėalių baltymų masė ūvirių veislų liucernų (A) ir raudonųjų dobilų (B) augaluose

lių augalai daėnai sudaro efektyvesnā simbiozā ir sukaupia daugiau baltymų, negu diploidiniai augalai [6]. 'Liepsnos' augalų baltymų masē teigiamai veikē tik viena padermē R99. Inokuliuojant 'Kamaniai', nepriklausomai nuo padermės, ėaliųjų proteinų masē iđ esmės nesikeitē.

Vertinant liucernų gumbelių susiformavimā, reikia paėymėti, kad neinokuliuotų skirtingų veislų augalai buvo imlūs spontaninei inokuliacijai. Daugiausia spontanineės gumbelinės bakterijos sudarē gumbelių 'Meėotnės' augaluose: vidutiniškai 24,5, kiek maėiau 'Pydrūnės' augaluose – 17,1 ir 'Užgenskaja' augaluose – tik 8,3 gumbelio augalo⁻¹ (2 pav.). Priklausomai nuo veislės neinokuliuotų augalų gumbelių skaičius skyrēsi iki 3 kartų. Antra vertus, ir skirtingos gumbelinų bakterijų padermės buvo nevienodo virulentiškumo. Prie labai virulentiškų ėiuose bandymuose reikia priskirti nevietinės kilmės padermē 425a ir vietinā M1, kurios 'Pydrūnės' augaluose gumbelių skaičius padidino atitinkamai 2,6 ir 2,3 karto. Gumbelių susiformavimui inokuliacija dar didesnā poveikā darē 'Užgenskaja' veislės augalams.

Taigi gumbelinų bakterijų ūtakā gumbelių susidarymui sālygoja ne tik bakterijų padermių virulentiškumas, bet ir ankėtinio augalo genetinės savybės, t.



2 pav. *S. meliloti* padermių ūtaka gumbelių susidarymui ūvirių veislų liucernų ėaknyse

y. mikro- ir makrosimbiontų genetinis suderinamumas [15].

Liucernų simbiotinio azoto fiksacija ūvirių veislų augalų ir juos inokuliuojant skirtingomis gumbelinų bakterijų padermėmis labai skyrēsi (2 pav. A). Pagal azoto fiksacijos intensyvumą maėjanēia eile ūvirių veislų augalus buvo galima surikiuoti taip: 'Birutė' fiksavo vidutiniškai 167, 'Pydrūnė' – 90 ir 'Užgenskaja' – 57 kg N ha⁻¹. Tokā azoto fiksacijos skirtumā iđ esmės nulēmē nevienodas skirtingų veislų augalų derlingumas. Maėiausia derliū iđaugino ir maėiausiai fiksavo azoto – 'Užgenskaja'. JAV genetikē J. Lamb dalyvavo sukuriant liucernų veisles, kurios palyginti maėai fiksuoja atmosferos azoto ir iđaugina nedidelā antėminės masės derliū, taēiau iđsiskiria iđ kitų galinā ėaknų sistema, galinēia imobilizuoti daug mineralinio azoto junginiū iđ dirvoėemio. Tokiū veislų augalai gerai apvalo dirvoėemā nuo tarėos azotu ir turi didelē reikėmā aplinkosaugai [10].

Azoto fiksacijos poėiūriu labiausiai iđsiskyrē efektyvios padermės 425a ir 2M24, kurios, priklausomai nuo veislės, padėjo papildomai sukaupti iki 60 kg N ha⁻¹.

Raudonųjų dobilų skirtingų veislų augalai fiksavo kur kas daugiau azoto, negu liucernos. Kiek daugiau azoto iđ oro sukauptē 'Vyliai' (212 kg N ha⁻¹) ir nuo jos atsilikō 'Liepsna' bei 'Kamaniai' (2 pav. B). Taēiau nuo dobilų inokuliacijos maėai tepadidėjo simbiozės efektyvumas. Kaip rodo ankstesni mūsų tyrimai, dobilų spontanineės gumbelinės bakterijos gana plaēiai paplitusios kraėto dirvoėemiuose, ypaē rudėmiuose ir iđplautėmiuose ir jų simbiotinis efektyvumas nēra maėas [7].

ėirniū ir vikiū simbiozės efektyvumas. ėirniū plaēiausiai specifėškumo spektru iđsiskyrē gumbelinų bakterijų padermē Ė2, kuri buvo veiksminga visoms tirtoms 6 veislėms (3 lentelė). Kiek siauresnio specifėškumo buvo likusios padermės 145 ir B39, efektyviai inokuliacijos 5 veisles. Taēiau skirtingoms veislėms padermių veiksmingumas buvo nevienodas. Padermės 145 inokuliacijos efektyvumas, priklausomai nuo veislės, sudarē nuo 110 iki 180%, padermės Ė2 – 105–142 ir padermės B39 – 112–154%.

3 lentelë. *R. leguminosarum* bv. *viciae* padermiø átakà ávairiø veislø þirniø sausøjø medþiagø derliui (g indo⁻¹) Vegetaciniai bandymai, 1997–2000 m.

Augalo veislë (A faktorius)	<i>Rhizobium</i> padermës (B faktorius)				A faktorius vidurkiai
	neinokuliuota	145	Ð2	B39	
'Neosipajuðiesia'	16,1	18,3	20,0	24,8	19,8
'Palsviai'	11,6	11,4	14,2	12,7	12,5
'Grafile'	22,2	26,2	31,0	24,9	26,1
'IP-5'	35,6	40,6	41,8	40,4	39,6
'Rainiai'	22,5	40,4	32,0	37,3	33,1
'Ilgiai'	32,5	35,6	34,2	38,2	35,1
B faktorius vidurkiai	23,4	28,8	28,9	29,7	
R ₀₅			2,0		3,96

4 lentelë. *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* padermiø átakà ávairiø veislø vikiø sausøjø medþiagø derliui (g indo⁻¹)

Vegetaciniai bandymai, 1997–2000 m.

Augalo veislë (A faktorius)	<i>Rhizobium</i> padermës (B faktorius)				A faktorius vidurkiai
	neinokuliuota	145	Ð2	B39	
'Tverai'	14,9	14,0	15,6	17,8	15,6
'Kurðiai'	17,1	19,3	19,2	20,5	19,0
'Baiëiai'	11,0	16,2	16,5	14,7	14,6
'Pilkiai'	13,2	16,9	19,2	15,7	16,2
'Palsvasëkliai'	17,7	18,5	21,4	20,6	19,6
'Baltasëkliai'	10,1	14,2	12,7	13,4	12,6
B faktorius vidurkiai	14,0	16,5	17,4	17,1	
R ₀₅			2,8		3,5

Inokuliacijai imliausi buvo 'Rainiai' ir 'Neosipajuðiesia'. Tuo tarpu 'Palsviai' sudarë efektyvià simbiozà tik su viena paderme Ð2. Kitos padermës su ðia veisle nesudarë efektyvios simbiozës.

Ûsuotosios arba pusiau belapës veislës 'Grafile' ir 'IP-5' sudarë efektyvià simbiozà su visomis trimis padermėmis ir ðiuo poþiuriu neatsiliko nuo lapiniø þirniø 'Ilgiai' arba 'Rainiai'. Tokiu būdu tyrimø rezultatai nebuvo galima patvirtinti literatūros teiginio esà þirniø lapinems veislėms inokuliacijai yra veiksmingesnis, negu Ûsuotosioms [9].

Vertinant visø gumbelinio bakterijø padermiø ir þirniø veislø suderinamumà, nustatyta, kad inokuliacijai buvo parinktos maþdaug vienodo efektyvumo padermës. Tuo tarpu nuo veislës simbiozës efektyvumas ávairavo nuo 110 iki 163%.

Ir þirniams, ir vikiams inokuliacijos efektyvumas priklausë nuo abiejø simbiozës partneriø genomø suderinamumo. Padermë B39 buvo veiksminga visoms ðeðioms vikiø veislėms. Priklausomai nuo jø augalo sausøjø medþiagø derliaus priedas sudarë nuo 116 ('Palsvasëkliai') iki 134% ('Baiëiai'), palyginti su neinokuliuotais augalais (4 lentelë). Kita padermë Ð2 efektyviai didino 5 veislø derliø. Galiausiai padermë 145 buvo veiksminga tik 4 veislø augalams. Iðryðkëjo efektyviø skirtingø padermiø nevienodas specifiskumo spektras [8]. Antra vertus, ávairiø veislø auga-

lai buvo nevienodai imlūs skirtingø padermiø inokuliacijai.

Veislø 'Baiëiai', 'Pilkiai' ir 'Baltasëkliai' genomai, matyt, buvo suderinti su visø trijø skirtingos prigimties, bet vienodo efektyvumo padermiø genomais. Kitos veislės buvo imlios vienai ar kitai padermei. Reikia išskirti veislę 'Baiëiai', kuri su trimis padermėmis sudarë efektyviausią simbiozà; augalø sausøjø medþiagø derliaus priedas priklausomai nuo padermës sudarë 134–150%, palyginti su neinokuliuotais augalais.

Remiantis dvifaktoriškos analizės duomenimis, vikiø, kaip ir þirniø, simbiozës efektyvumà lėmë augalo veislės genotipas 28%, kiek maþiau – gumbelinio bakterijø padermės genotipas – 21%.

Atsiþvelgiant á þirniø baltymingumo bei derlingumo pokyčius, priklausomai nuo inokuliacijos, daugiausia þaliojøjø baltymø masë padidëjo, inokuliuojant þirnius padermėmis B39 ir Ð2 (3 pav. B). Ðios padermës teigiamai paveikë keturiø veislø augalø baltymingumà. Tuo tarpu padermë 145, taip pat simbiotiniu poþiuriu efektyvi, turëjo teigiamos átakos tik trims þirniø veislėms.

Vikiø baltymingumas nuo inokuliacijos dauguma atvejø nedidëjo. Taëiau atskiri padermiø ir augalø veislø deriniai padëjo daugiau sukaupti þaliojøjø baltymø. Dël padermës 145 ðiø medþiagø (%) padaugë-

5 lentelë. Ankðtiniø augalø ávairiø veisliø atsakas á inokuliavimà

Veislë	Rodiklis	Lygties $y = a + bx + cx^2$ koeficientai			r arba η	t
		a	b	c		
Mëlynþiedës liucernos						
'Pydrùnë'	Ðalieji baltymai kg ha ⁻¹	546,3	158,9		0,858	5,28**
	Fiksuota azoto kg ha ⁻¹	118,9	62,43		0,723	3,31**
'Birutë'	Augalo gumbeliø skaiëius	33,2	43,80	-48,877	0,545	2,06
	Ðalieji baltymai kg ha ⁻¹	0,08	0,001		0,133	0,42
'Mëþotnë'	Fiksuota azoto kg ha ⁻¹	-0,34	0,0066		0,631	2,57*
	Ðalieji baltymai kg ha ⁻¹	1,65	-0,0015		0,204	0,66
'Uzgenskaja'	Fiksuota azoto kg ha ⁻¹	-0,32	0,011		0,721	3,29**
	Augalo gumbeliø skaiëius	-0,31	0,134	-0,0033	0,539	1,61
	Ðalieji baltymai kg ha ⁻¹	-0,25	0,0021		0,650	2,70*
	Fiksuota azoto kg ha ⁻¹	0,13	0,0099		0,790	4,07**
	Augalo gumbeliø skaiëius	0,39	0,021	-0,0004	0,147	0,47
	Raudonieji dobilai					
'Liepsna'	Ðalieji baltymai kg ha ⁻¹	1,08	-0,001		0,492	1,79
	Fiksuota azoto kg ha ⁻¹	1,82	-0,0068		0,530	1,98
'Kamaniai'	Ðalieji baltymai kg ha ⁻¹	-0,08	0,0003		0,214	0,69
	Fiksuota azoto kg ha ⁻¹	-0,15	0,0012		0,201	2,15
'Vyliai'	Ðalieji baltymai kg ha ⁻¹	0,68	-0,0005		0,194	0,62
	Fiksuota azoto kg ha ⁻¹	-9,20	0,095	-0,0002	0,326	1,09
Ðirniai						
'Neosipa-juðëisia'	Bendrasis azotas augaluose mg indo ⁻¹	136,53	-0,032	0,0005	0,283	0,93
	Augalo gumbeliø skaiëius	163,53	-1,793	0,015	0,216	0,70
'Þalsviai'	Bendrasis azotas augaluose mg indo ⁻¹	128,34	-0,023		0,123	0,39
	Augalo gumbeliø skaiëius	135,86	-0,251	-0,0006	0,334	1,12
'Grafila'	Bendrasis azotas augaluose mg indo ⁻¹	152,86	-0,064	0,0005	0,344	1,16
	Augalo gumbeliø skaiëius	80,12	3,542	-0,042	0,423	1,48
'IP-5'	Bendrasis azotas augaluose mg indo ⁻¹	124,42	-0,0043		0,30	0,99
	Augalo gumbeliø skaiëius	108,99	0,687	-0,006	0,298	0,99
'Rainiai'	Bendrasis azotas augaluose mg indo ⁻¹	222,97	-0,069	0,0005	0,115	0,37
	Augalo gumbeliø skaiëius	115,42	10,656	-0,2006	0,331	1,11
'Ilgiai'	Bendrasis azotas augaluose mg indo ⁻¹	163,34	-0,110	0,00005	0,30	0,99
	Augalo gumbeliø skaiëius	89,67	4,993	-0,1003	0,23	0,75
Vikiai						
'Tverai'	Bendrasis azotas augaluose mg indo ⁻¹	98,05	0,041	-0,00005	0,23	0,74
	Augalo gumbeliø skaiëius	100,09	0,109		0,30	0,99
'Kurðiai'	Bendrasis azotas augaluose mg indo ⁻¹	170,67	-0,035		0,36	1,22
	Augalo gumbeliø skaiëius	157,91	-0,121		0,13	0,42
'Baieiai'	Bendrasis azotas augaluose mg indo ⁻¹	144,32	0,0037		0,08	0,26
	Augalo gumbeliø skaiëius	173,12	-1,195	0,0064	0,64	2,62
'Pilkiai'	Bendrasis azotas augaluose mg indo ⁻¹	198,07	-0,266	0,0002	0,45	1,58
	Augalo gumbeliø skaiëius	163,31	-0,369		0,35	1,17
'Þalsvasëkliai'	Bendrasis azotas augaluose mg indo ⁻¹	137,12	-0,015		0,39	1,34
	Augalo gumbeliø skaiëius	171,5	-2,0012	0,0129	0,49	1,77
'Baltasëkliai'	Bendrasis azotas augaluose mg indo ⁻¹	326,08	-0,659	0,0005	0,39	1,34
	Augalo gumbeliø skaiëius	374,63	-12,91	0,1173	0,45	1,61

labai priklausė ne tik nuo inokuliacijai parinktos padermės virulentiškumo, bet ir nuo veislės (4 pav. A).

Gumbelinio bakterijos padermė 145 buvo virulentiška, t. y. sudarė daugiau gumbelių, negu neinokuliuoti augalai, bent 4 veislių 'Neosipajuđiesia', 'Palsviai', 'Grafila' ir 'IP-5' ėirniuose. Skirtingose veislėse pagal gumbelių susidarymą buvo nevienodai imlios inokuliacijai: 'Palsviai', 'Grafila' ir 'IP-5' sudarė gumbelius su 2–3 gumbelinio bakterijos padermėmis, tuo tarpu 'Neosipajuđiesia' ir 'Rainiai' augaluose gumbelių skaičius didino tik viena padermė. Tokiu būdu, padermė kaip faktorius ėtaka gumbelių susidarymui buvo 21%, veislė – 36% ir abiejų faktorių sąveikos – 26%. Nekontrijuojamų veiksnių ėtakai lieka 17%. Apskritai, nustatytas silpnas *Rhizobium* padermio efektyvumo (y) ir gumbelių skaičiaus ėirnių ėaknyse (x) ryšys ($\eta = 0,38$, $t = 1,64$).

Vikių gumbelių susiformavimui didelė reikėmė turėjo padermio virulentiškumas ir specifikuumas. Padermė 145, nors ir nepasipymėjo didelė specifikuumu, taėiau veislių 'Kurđiai', 'Pilkiai' ir 'Palsvasėkliai' augaluose sudarė labai daug gumbelių – 178–194%. Padermė P2 veiksmingai didino gumbelių skaiėius 5 veislių, o padermė B39 – trijų veislių augaluose (4 pav. B).

Skirtingose veislių augalai taip pat pasipymėjo nevienodu atsaku ė inokuliacijai. Ēiuo poėiuriu jautriausios veislės buvo 'Palsvasėkliai' ir 'Kurđiai'. Tuo tarpu 'Baltasėkliai', nepriklausomai nuo panaudotos padermės, suformuodavo – 10–34% maėiau gumbelių, negu kontroliniai augalai.

Daugiafaktorinė analizė duomenimis *Rhizobium* padermės genotipas kontroliavo 32% vikių gumbelių susidarymą, o augalo veislė – tik 3%. Padermio efektyvumo (y) ir augalo gumbelių skaičiaus (x) silpnas ($r = 0,311$, $t = 1,31$) koreliacinis ryšys rodo, kad iđ vikių gumbelių skaičiaus augaluose negalima spręsti apie simbiozės efektyvumą.

Ankėtinių augalų ėvairių veislių atsakas ė inokuliacijai. Koreliacinė-regresinė analizė parodė, kad skirtingose augalų veislių atsako ė inokuliacijai ir kai kurių augalų fiziologinio rodiklio ryšys yra nevienodo glaudumo (5 lentelė). Geriausiai ankėtinių augalų jautrumą arba atsaką inokuliacijai atspindi mėlynėiedės liucernos 'Pydrėnė' ir 'Uzgenskaja'. Be to, 'Birutė' ir 'Mėpotnė' augalų fiksuotas azoto kiekis taip pat parodo vidutinio glaudumo ryšį su inokuliacijai efektyvumu. Augalo gumbelių skaiėius nėra tas rodiklis, iđ kurio galima spręsti ne tik apie ankėtinių augalų atsaką ė inokuliacijai, bet ir apskritai apie gumbelinio bakterijos efektyvumą [6, 9]. Jis parodo tik bakterijos virulentiškumą, o simbiozės efektyvumą nulemia abiejų simbiozės partnerių suderinamumas [16].

Raudonųjų dobilų, ėirnių ir vikių atskirų veislių atsako ė inokuliacijai ir bendrojo azoto susikaupimo augaluose bei gumbelių susiformavimo jė ėaknyse aiđkių ryšio nenustatyta. Galima teigtė apie tokie augalų veislių, kaip raudonųjų dobilų 'Liepsna', ėirnių

'Grafila', vikių 'Pilkiai', 'Palsvasėkliai' ir 'Baltasėkliai', apskaiėiuotą silpną minėtose fiziologinio rodiklio ir veislių atsako ė inokuliacijai koreliacinį ryšį. Taigi pagrindinis rodiklis, atspindintis ankėtinių augalų veislių ir gumbelinio bakterijos padermio simbiotiną efektyvumą, yra inokuliuotose ir neinokuliuotose augalų sausųjų medėiagų masės pokyėiai [9, 13].

ĒVADOS

1. Ankėtinių augalų (liucernų, raudonųjų dobilų, ėirnių ir vikių) inokuliacijai efektyvumas priklausė nuo *Rhizobium* padermės ir augalų rūšies bei veislės simbiotinio efektyvumo. Tarp gumbelinio bakterijos padermio ir liucernų veislių nenustatyta neefektyvios simbiozės atvejo ir visi padermio ir veislių inokuliacijai deriniai buvo veiksmingi. Tuo tarpu raudonųjų dobilų veislės 'Kamaniai' ir ėirnių – 'Palsviai' augalai nesudarė efektyvios simbiozės su jokia padermė.

2. Liucernų gumbelinio bakterijos padermė 2M24 ir dobilų gumbelinio bakterijos padermė R99 buvo plataus specifikuumo ir padidino atitinkamai liucernų sausųjų medėiagų derlė 0,79–1,23 ir dobilų – 0,47–0,57 t ha⁻¹.

3. *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* padermės P2 ir B39 sudarė efektyvią simbiozė su 6 ėirnių ir 5 vikių veislėmis.

4. Ēaliojė baltymų (%) nuo inokuliacijai daugėjo tik liucernų 'Pydrėnė' (0,72–0,99 proc. punkto) ir raudonųjų dobilų tetraploidinių 'Vyliai' (nuo 0,81 iki 1,78 proc. punkto) veislių augaluose. Likusie liucernų ir dobilų veislių, o ėirnių ir vikių visose tirtose veislių augaluose ėaliojė baltymų (%) nuo inokuliacijai nepadaugėjo.

5. Gumbelių susidarymą ėirnių ėaknyse padermės genotipas kontroliavo 21%, veislės – 31%, o vikių, atvirkėiai, – padermės genotipas kontroliavo 32%, veislės – tik 3%. Todėl efektyvios simbiozės suformavimui labai svarbus yra gumbelinio bakterijos padermės ir ankėtinių augalų veislės parinkimas.

Gauta 2004 04 09

Literatūra

1. Crush J. R. *Rhizobium* strain ė host genotype interactions for white clover (*Trifolium repens* L.) genotypes with different aluminium tolerances // Agricultural Research. 1995. Vol. 38. N 2. P. 163–167.
2. Ēėkanaviėius V., Murauskas G. Statistika ir jos taikymas. Vilnius, 2002. T. 1. P. 240, T. 2. P. 272.
3. Hale C. N. Lucerne cultivars and their *Rhizobium* requirement // New Zealand Journal of Experimental Agriculture. 1983. Vol. 11. N 2. P. 161–163.
4. Hamdy Y. A. Application of nitrogen – fixing systems in soil improvement and management // Soils Bulletin. Rome, 1982. Vol. 49. 188 p.
5. Kneen B. E., Larue M. A. Peas (*Pisum sativum* L.) with strain specificity for *Rhizobium leguminosarum* // He-

- redity. 1984. Vol. 52. N 3. P. 383–389.
6. Knykendall L. D., Hashem F. M., Bauchan G. R., Devine T. E. et al. Symbiotic competence of *Sinorhizobium fredii* on twenty alfalfa cultivars of diverse darmancy // Symbiosis. 1999. Vol. 27. Iss. 1. P. 1–16.
 7. Lapinskas E. Biologinio azoto fiksavimas ir nitraginas. Dotnuva-Akademija, 1998. 218 p.
 8. Lapinskas E. *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* ávairiø padermiø ir skirtingø veislø þirniø bei vikiø simbiotinis suderinamumas // Þemdirbystë. Mokslo darbai. 2002. T. 80. Nr. 4. P. 75–85.
 9. Martensson A. M., Rydberg I. Cultivar ´ rhizobial strain interactions in peas with respect to early symbiosis, nodule initiation and N uptake // Plant Breeding, 1996. Vol. 115. N 5. P. 402–406.
 10. Vance C. P., Lamb J. A. and Russelle M. P. Novel alfalfa cleans fertilizer spill // Agriculture Research. 1997. N 1. P. 14–17.
 11. Вилимене Р. Зависимость урожая сухой массы и сырого протеина от инокуляции клубеньковыми бактериями *B. lupini* семян люпина (*Lupinus angus tiffolius*) // Проблемы питания растений и использование удобрений в современных условиях. Минск, 2000. С. 109–112.
 12. Орлова И. Ф., Фесенко А. Н., Проворов Н. А. и др. Об эффективности симбиоза у разных сортов гороха // Селекция и семеноводство. 1995. № 3. С. 19–20.
 13. Проворов Н. А., Симаров Б. В., Сметанин Н. И., Класова Э. В. Селекция люцерны на повышение эффективности симбиоза с клубеньковыми бактериями. Москва, 1990. 50 с.
 14. Симаров Б. В., Тихонович И. А. Генетические основы бобово-ризобиального симбиоза // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. Москва, 1985. С. 165–175.
 15. Танривердиев Т. А. Эффективность симбиоза сортов люцерны со штаммами клубеньковых бактерий *Rhizobium meliloti* в условиях Северного Зауралья // Научно-технический бюллетень ВНИИ растениеводства. 1992. № 223. С. 46–47.
 16. Тихонович И. А. Генетический контроль симбиотической азотфиксации у гороха (*Pisum sativum* L.) / Дисс. ... доктора биол. наук. Санкт-Петербург, 1991. 567 с.

Edmundas Lapinskas

THE IMPORTANCE OF SYMBIOTIC EFFICIENCY OF *RHIZOBIUM* STRAINS AND LEGUME SPECIES AND CULTIVARS

Summary

In Dystri-Endohypogleyic Albeluvisols, the symbiotic compatibility of *Sinorhizobium meliloti*, *Rhizobium leguminosa-*

rum bv. *trifolii* and *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* different strains with various lucerne, clover, pea and vetch cultivars has been investigated.

It was established that the genomes of the majority of legume cultivars and *Rhizobium* strains were compatible for effective symbiosis. However, the clover cultivar 'Kamaniai' and the pea cultivar 'Palsviai' did not make effective symbiosis.

The effective combinations of *Rhizobium* strain and legume cultivars increased the dry matter yield from 0.39 to 1.23 t ha⁻¹ and of clover by 0.31–0.57 t ha⁻¹.

Nodule formation on pea roots was controlled by the strain genotype by 21% and by the cultivar genotype by 31%. On the her hand, in vetch nodule formation was controlled by the strain genotype by 32% and by the cultivar genotype only by 3%.

Key words: *Rhizobium*, strains, lucerne, clover, pea, vetch, symbiotic efficiency

Эдмундас Лапинскас

ЗНАЧЕНИЕ СИМБИОТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШТАММОВ *RHIZOBIUM* И РАЗНЫХ СОРТОВ БОБОВЫХ РАСТЕНИЙ

Резюме

На дерново-подзолистых глееватых почвах изучали симбиотическую совместимость штаммов *Sinorhizobium meliloti*, *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* и *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* с разными сортами люцерны, клевера лугового, гороха и вики яровой. Полевыми и вегетационными опытами установлено, что большинство штаммов *Rhizobium* и сортов бобовых проявили высокую симбиотическую совместимость.

Между штаммами и сортами люцерны не выявлено ни одного случая несовместимости, все сочетания по инокуляции были эффективными. Прибавки урожая сухого вещества составляли 0,39–1,23 т га⁻¹. Сочетания различных штаммов и сортов клевера лугового оказались менее эффективными. Однако прибавки урожая от инокуляции были существенными и составляли 0,31–0,57 т га⁻¹. Тем не менее у сорта клевера 'Каманяй' и сорта гороха 'Жальсваяй' геномы были несовместимы, и растения не могли образовать эффективный симбиоз со штаммами *Rhizobium*.

Образование клубеньков на корнях гороха генотип штамма контролировал на 21%, сорта – на 31%, а вики яровой, наоборот, штамм контролировал на 32%, а сорт – лишь на 3% от всех образованных клубеньков.

Ключевые слова: *Rhizobium*, штаммы, люцерна, клевер луговой, горох, вика яровая, сорта, симбиотическая эффективность