

MÜGARBAKTERPREPARAATIDE MÕJU LUTSERNI PÜSIVUSELE JA SAAGILE NING SELLE KVALITEEDILE NIITELISES JA KARJATATAVAS ROHUKAMARAS

R.-J. Sarand, A. Põlluste, H. Laitamm, P. Karpa

Bioloogilise lämmastiku (N₂) sidumist peetakse fotosünteesi järel tähtsusetel teisel kohal olevaks biokeemiliseks protsessiks. Selle protsessi tulemusel seotakse kuni 140 miljonit tonni bioloogilist lämmastikku aastas, sellest 80% sümbioosete bakterite ning 20% vabalt elavate heterotroofsete mullabakterite poolt. Liblikõielised kultuurid fikseerivad mügarsümbiontidega kuni 85% haritaval maal seotavast lämmastikust (Vance, 1978; Gutschick, 1980).

Lutsern (*Medicago L.*) on hinnatud peamiselt kõrge saagivõime ja söödaväärtuse poolest, mis sõltub oluliselt sümbioosi tekkimisest lutserni ja mügarbakter *Rhizobium meliloti* vahel. Lutsern koos mügarsümbiontidega on võimeline fikseerima N₂ 50...463 kg/ha aastas (Vance, 1978; Hiechel *et al.*, 1983). Selline varieeruvus lämmastiku sidumises on tingitud mitmetest faktoritest, millistest peamiselt on taime ja bakteritüvede vaheline koostoime (Barnes *et al.*, 1984) ning rakendatavad agrotehnoloogilised võtted erinevates kliima- ja mullastiku-tingimustes (Collins *et al.*, 1981; Carter *et al.*, 1983).

Uurimused on näidanud, et *Rhizobium meliloti* bakteritüved nakatavad lutsernisorte erineva aktiivsusega, mõjutades seega oluliselt kuivaine-, proteiini- ja haljasmassisaaki (Erdman *et al.*, 1953). Sellest järeldub, et optimaalseks õhulämmastiku sidumise eelduseks on sobivus mügarbakteritüve ja peremeestaime vahel. Selle probleemi lahendamiseks on välja töötatud efektiivseid mügarbakteritüvesid sisaldavad preparaadid, millega inokuleeritakse külvieelselt lutserni seemned (Burton, 1972). Parima tulemuse annab mügarbakterpreparaatide kasutamine muldadel, kus lutserni ei ole varem kasvatatud. Sellistes muldades puuduvad *Rhizobium meliloti* efektiivsed tüved ning lutserni kasv pidurdub.

1995. aastal rajati EMVI teaduri Annes Põlluste poolt mikrobioloogia labori teadurite osavõtul Juulikule pikaajaline katse, mille eesmärgiks oli uurida lutserni püsivust ja saagikust mõjutavaid faktoreid, lähtudes taimede sordilistest iseärasustest, kasutatud mügarbakterpreparaatidest ja taimiku kasutusviisist (karjatamine ja niitmine). Käesolevas artiklis on välja toodud 1997. a. katse tulemused, mis käsitlevad lutserni saagikust, saagi kvaliteeti ning püsivust iseloomustavaid näitajaid.

Metoodika

Kordusteta katse rajati 10. mail 1995. aastal keskmise sügavusega rähksele kamar-karbonaatsele liivsavi-mullale Juulikul. Külvati 24 kg/ha seemneseugu, mis sisaldas 67% lutserni ja 33% põldtimuti 'Jõgeva 54'. Katseala väetati P₂₅K₆₀ septembris 1995, aprillis 1996 ja aprillis 1997. Möödunud aasta maikuus võetud mullaproovide analüüsi tulemuste järgi olid Juuliku katseala mulla agrokeemilised näitajad järgmised: pH_{KCl} 6,6; huumus 3,7%; P 6,0 ja K 11,3 mg 100 g mullas.

Katses oli 3 faktorit ja 40 varianti. Katseala oli jagatud kaheks osaks, ühte osa niideti 2 korda (02.06. ja 01.09.) ning teist osa karjatati 4 korda (09.06.; 07.07.; 10.08. ja 01.10.). Niidetava katseala suurus oli 600 m², karjatatava ala suurus 1200 m².

Uurimise alla võetud viiest lutsernisordist 2 olid Eesti sordid ('Karlu' ja 'Jõgeva 118') ning 3 Ameerika sordid ('Spredor', 'Viking' ja 'Vernal'). Seemnete inokuleerimise preparaatide valmistamiseks kasutati EMVI mikrobioloogia laboratooriumi kollektsiooni EIAM mügarbakterite *Rhizobium meliloti* tüvesid 425, 302 ja tüvede 179, 180, 182 segu. Inokuleerimise preparaadid valmistati vastavalt katse kavale inkubeeritud kasvsubstraadi ja kanduraine perliidi segust. Bakterpreparaadi arvestuslik kogus lahustati 10 liitris vees ja pritsiti vahetult enne külvi mulla pinnale. Ameerika päritolu lutsernisortide seemned olid tootja poolt eelnevalt inokuleeritud ja granuleeritud.

Vaatluse all olev katseaasta oli lutserni kasvuks ja talvitumiseks üldiselt soodne. Talv oli pehme, muld püsis sula ning lumi kadus põldudelt juba veebruari lõpuks. Vaatamata sellele algas taimekasv normaalsest nädala võrra hiljem ning kevad oli jahe ja vihmane. Taimekasvuks soodne periood algas alles juuni keskel. Juuli oli soe, maksimaalne õhutemperatuur ulatus 30 °C. August oli samuti kuum ja põuane.

Katsetulemused ja arutelu

Katseandmetest selgus, et kõigi katses olnud lutsernisortide, välja arvatud 'Karlu', haljasmassi, selle kuivaine ja tähtsamate komponentide toorproteiini ning toorkiu saak olid 2-niitelisel kasutamisel suuremad kui

4-kordsel karjatamisel. Suurima saagi andis sort 'Karlu' mõlema kasutusviisi puhul. Haljasmassi saagikusest järgmine oli sort 'Jõgeva 118'.

Kõigi kasutatud mügarbakterite puhul olid keskmised haljasmassi, kuivaine ja toorproteiini saagid suuremad kui looduslikul foonil. Samal ajal olid 2-niitelisel kasutamisel nimetatud näitajad kõrgemad kui 4-kordsel karjatamisel. Toorkiu saak oli mügarbakteriga inokuleerimisel väiksem kui foonil, mis on selgitatav fotosünteesiproduktide suundumisega toorproteiini lisamiseks. Toorproteiini saagi suurenemine lisatud mügarbakterite puhul on eriti märgatav 4-kordsel karjatamisel (12,8%) võrreldes 2-niitelisega (4,3%) (tabel 1).

Mügarbakteritest mõjutas lutsernisortide keskmist saaki kõige enam mügarbakterpreparaat, mis sisaldas *Rhizobium meliloti* tüvesid 179, 180, 182. Kaheniitelisel kasutamisel oli see 5,5% ja 4-kordsel karjatamisel 14,1% suurem kui looduslikul foonil. Sama segu kasutamisel saadi suurim toorproteiini saagi kasv sortidel 'Karlu' ja 'Jõgeva 118', 4-kordsel karjatamisel vastavalt 16,0% ja 17,5%. Karjatamiseks sobiv sort 'Karlu' andis nende bakterite kasutamisel absoluutselt suurima toorproteiini saagi võrreldes ka niitelise kasutamisega. Sort 'Vernal' andis karjatamisel mügarbakteri tüvega 302 samuti maksimaalse toorproteiini saagi. Saadud andmetest järeldub, et karjatamisel kui taime intensiivsemal kasutamisel ilmneb efektiivsete bakterite vajalikkus ja sobivus sümbioosiks kõige selgemalt. Samuti võib arvata, et segus kasutatud bakterite tüved olid selekteeritud peremeestaime intensiivsel kasutamisel ning bakterite selekteerimisel tuleb seda faktorit samuti arvestada.

Tabel 1. Lutsernitaimede arv m² ja saagiandmed olenevalt mügarbakterpreparaadist, sordist ning kasutamise viisist 1997. aastal Juulikul

Table 1. Effect of inoculation on number of alfalfa plants, yield of alfalfa, dry matter yield, crude protein yield and crude fibre yield depending on alfalfa cultivars and way of utilization at Juuliku in 1997

Mügarbakterpreparaat <i>Rhizobium inoculum</i>	Sort <i>Cultivar</i>	Lutsernitaimede arv tk/m ² <i>Number of alfalfa plants per m²</i>				Haljasmass t/ha <i>Grass yield, tons per ha</i>		Kuivaine t/ha <i>Yield of DM tons per ha</i>		Toorproteiin t/ha <i>Yield of crude protein, tons per ha</i>		Toorkiud t/ha <i>Yield of crude fibre, tons per ha</i>	
		N		K		N	K	N	K	N	K	N	K
		12.05.	20.10.	12.05.	20.10.								
Kontroll <i>Untreated control</i>	'Karlu'	32	46	40	38	46	47	11,6	9,0	1,763	1,621	3,643	2,527
	'Jõgeva 118'	50	44	56	30	42	35	11,0	7,2	1,420	1,220	3,151	1,809
	'Spredor'	36	46	44	60	40	32	10,5	6,6	1,483	1,270	3,136	1,630
	'Viking'	24	60	30	36	42	33	10,4	7,4	1,547	1,227	3,067	1,870
	'Vernal'	62	40	48	38	40	34	9,6	7,5	1,397	1,296	2,894	2,074
	\bar{x}	41	47	44	40	42	36	10,6	7,5	1,522	1,327	3,178	1,982
425	'Karlu'	42	56	22	38	47	49	11,6	9,4	1,811	1,795	3,506	2,310
	'Jõgeva 118'	32	64	44	24	44	37	11,0	7,6	1,480	1,346	2,909	1,674
	'Spredor'	36	74	28	52	46	37	11,4	7,5	1,640	1,520	3,340	1,599
	'Viking'	16	58	40	68	44	37	10,4	8,1	1,584	1,393	2,960	1,884
	'Vernal'	28	32	52	32	40	36	10,0	7,8	1,470	1,366	2,981	2,037
	\bar{x}	31	57	37	43	44	39	10,9	8,1	1,597	1,484	3,139	1,901
302	'Karlu'	34	60	44	56	46	47	11,3	8,9	1,766	1,704	3,329	2,139
	'Jõgeva 118'	24	40	52	38	44	39	10,8	7,9	1,460	1,377	2,849	1,730
	'Spredor'	38	60	34	64	45	36	11,0	7,2	1,627	1,448	3,215	1,578
	'Viking'	32	76	32	64	42	37	9,8	8,1	1,486	1,431	2,833	1,863
	'Vernal'	38	46	42	68	41	38	9,9	8,2	1,456	1,498	2,867	2,115
	\bar{x}	33	56	41	58	44	39	10,6	8,1	1,559	1,492	3,019	1,885
Segu 3 <i>Mixture 3</i>	'Karlu'	28	52	42	34	47	51	11,5	9,9	1,795	1,880	3,370	2,683
	'Jõgeva 118'	42	42	40	58	43	39	10,7	8,1	1,434	1,434	2,886	1,771
	'Spredor'	38	48	64	66	44	35	11,5	7,3	1,685	1,488	3,355	1,559
	'Viking'	30	64	50	56	44	34	10,8	7,5	1,632	1,304	3,085	1,656
	'Vernal'	52	52	56	52	42	38	10,1	8,2	1,482	1,462	2,947	2,184
	\bar{x}	38	52	50	53	44	39	10,9	8,2	1,606	1,514	3,129	1,971
PD₀₅/LSD₀₅		11	11	9	10								

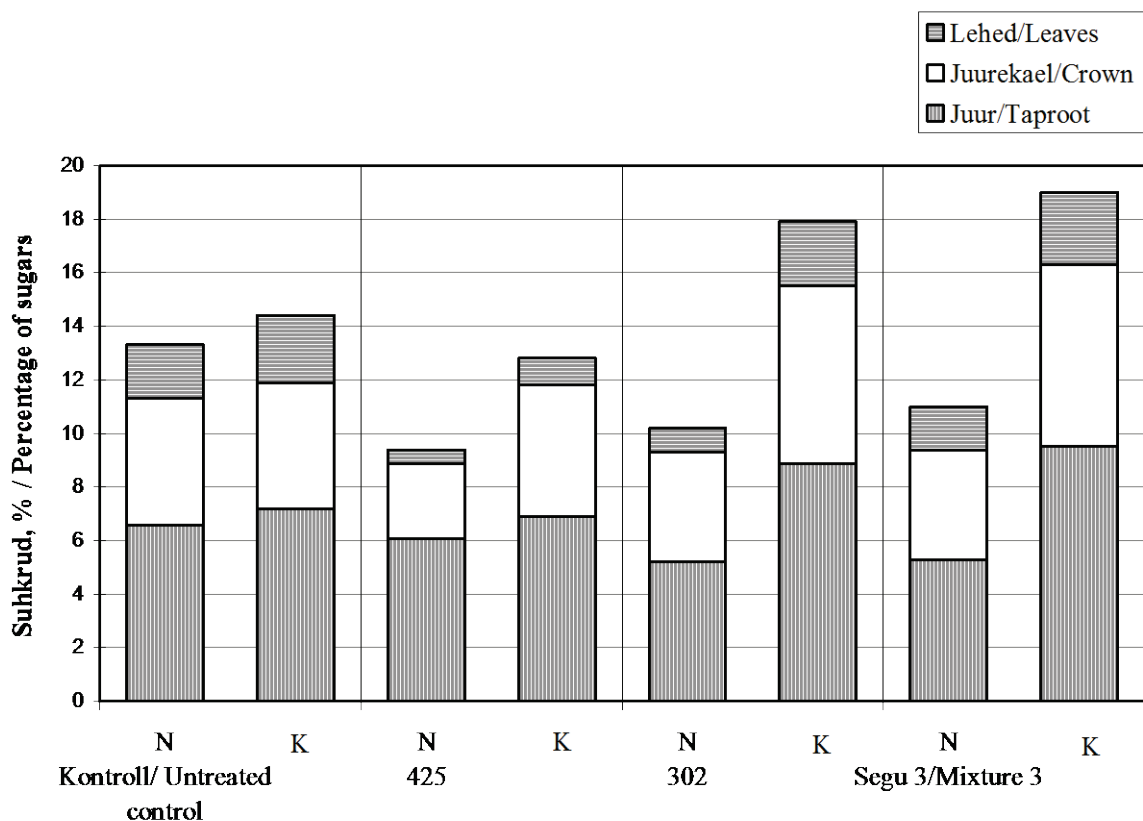
N – niidetud 2 korda (02.07.; 01.09.) / *cutted twice*

K – karjatatud 4 korda (09.06.; 07.07.; 10.08.; 01.10.) / *pastured 4 times*

Sügisel tehtud arvestuste järgi suurendasid mügarbakterpreparaadid, mis sisaldasid *Rhizobium meliloti* tüvesid 302 ning 179, 180, 182, usutavalt lutsernitaimede arvu karjatatavas kamaras, seda sortide keskmisena

vastavalt 43% ja 32% võrra foonist (tabel 1). Sortide keskmisena kõigis mügarbakteritega inokuleeritud katsevariantides taimik sügiseks tihenes võrreldes kevadega, vaid sordi 'Jõgeva 118' taimede arv karjatatud kamaras vähenes sügiseks keskmiselt 22% võrra. Mügarbakterpreparaadi, mis sisaldas *Rhizobium meliloti* tüvesid 179, 180, 182, mõjul aga mainitud sordi taimede arv ruutmeetril karjatatud kamaras suurenes keskmiselt 93% võrra võrreldes fooniga. Ka Ameerika päritolu sordi 'Vernal' taimede arv karjatatud kamaras vähenes sügiseks keskmiselt 5% võrra võrreldes kevadiste andmetega, kuid suurenes mügarbakterpreparaadi *Rhizobium meliloti* tüve 302 mõjul keskmiselt 79% võrreldes fooniga.

Sügise karastumisprotsessi käigus tõuseb järsult lutserni juurekaela ja juure rakkude suhkrute kontsentratsioon. Suhkrud on peamised talvevarud, mis suurendavad taimede vastupanuvõimet madalatele temperatuuridele. Katsetulemustest selgus, et kevadel (12. mail) paiknes suurem osa taimes sisalduvatest suhkrutest juurtes. Kõigi katsevariantide keskmisena sisaldas lutserni kuivaine 13,5% suhkruid, sellest keskmiselt 52% paiknes sammasjuures (~15 cm), 35% juurekaelas ja 13% lehtedes (joonis 1). 4 korda karjatatud lutsernitaimed sisaldasid suhkruid keskmiselt 5,1% rohkem võrreldes 2 korda niidetud taimedega, mis oli tõenäoliselt tingitud taimiku intensiivsemast kasutamisest.



Kasutusviis: N - 2 korda niidetud; K - 4 korda karjatatud
Way of utilization: N - cutted twice; K - pastured 4 times
Mügarbakterpreparaat / *Rhizobium inoculum*

Joonis 1. Lutsernitaimede lehtede, juurekaela ja juure protsentuaalne suhkrusisaldus kuivaines viie sordi keskmisena olenevalt mügarbakterpreparaadist ja kasutusviisist Juulikul 12.05.1997. a.

Figure 1. Total sugar content in the leaves, in the crown, and in the taproot of alfalfa depending on the *Rhizobium inoculum*, and on the way of utilization on May, 12 in 1997

Järeldused

Karjatamiseks sobiv sort 'Karlu' näitas mügarbakteri *Rhizobium meliloti* tüvede 179, 180, 182 seguga inokuleerituna oma maksimaalset toorproteiini saaki just karjatamise tingimustes. Ameerika päritolu lutserni-sordid, mille seemned olid tootja poolt juba inokuleeritud ja granuleeritud, andsid suurima proteiinisaagi täiendaval aktiivsete mügarbakteritega inokuleerimisel. Mügarbakter *Rhizobium meliloti* tüvede 179, 180, 182 segu mõjul tihenes lutserni taimik karjatatavas kamaras. Ka suurenes intensiivsemal kasutamisel lutserni juures, juurekaelas ja lehtedes sisalduvate ning talvevarudeks kasutatavate suhkrute kontsentratsioon. Katset tuleb jätkata ka teistes ilmastikuoludes.

Kirjandus

- Barnes D. K., Heichel G. H., Vance C. P., Ellis W. R. A multiple trait breeding program for improving the symbiosis for N₂ fixation between *Medicago sativa* L. and *Rizobium meliloti*. – Plant Soil, vol. 82, p. 303...314, 1984.
- Burton J. C. Nodulation and nitrogen fixation in alfalfa. C. H. Hansen (ed.) Alfalfa science and tehnology. – Agronomy, vol. 15, p. 229...246, 1972.
- Carter P. R., Sheaffer C. C. Alfalfa response to soil water deficits. III. Nodulation and N₂ fixation. – Crop Sci., vol. 21, p. 481...485, 1983.
- Collins M., Duke S. H. Influence of potassium-fertilization rate and form of photosynthesis and N₂ fixation on alfalfa. – Crop Sci., vol. 21, p. 481...485, 1981.
- Erdman L. W., Means U. M. Strain variation of *Rhizobium meliloti* on three varieties of *Medicago sativa*. – Agron. J., vol. 45, p. 625...629, 1953.
- Gutschick V. P. Energy flow in the nitrogen cycle, especially in fixation.– In W. E. Newton and W. H. Orme-Johnson (ed.) Nitrogen fixation, vol. I. University Park Press, Baltimore, p. 17...27, 1980.
- Hiechel G. H., Vance C. P., Barnes D. K. Symbiotic nitrogen fixation of alfalfa, birdsfoot trefoil, and red clover. J.A. Smith and V.W. Hays (ed.) Proc. 14th Int. Grassl. Congr. Westview Press, Boulder, CO, p. 336...339, 1983.
- Vance C. P. Nitrogen fixation in alfalfa: An overview. Proc. 8th Annu. Alfalfa Symp., p. 34...41, 1978.

The Effect of *Rhizobium* Inoculum on Persistence and Yield of Cutted or Pastured Alfalfa Cultivars

R.-J. Sarand, A. Põlluste, H. Laitamm, P. Karpa

Summary

Alfalfa (*Medicago* L.) has gained recognition because of its high yield and superior palatability. The capacity for N₂ fixation in association with *Rhizobium meliloti* has been a primary factor for contributing the excellence of alfalfa. To optimize the *Rhizobium* × alfalfa cultivar interaction in field, a mixture of effective strains of *Rhizobium meliloti* root nodule has been used.

The objective of this investigation was to evaluate an effect of root nodule bacteria preparation, containing *Rhizobium meliloti* strains of 425, 302, and a mixture of stains 179, 180, 182, on yield and persistence of alfalfa cultivars in cutted and pastured sward. Two Estonian cultivars, 'Karlu' and 'Jõgeva 118', and three cultivars from USA – 'Spredor', 'Viking', 'Vernal', were used. The trial was situated on soddy-calcarous sandy clay soil of which pH_{KCl} was 6.6, humus content 3.7, P 6.0, and K 11.3 mg per 100 g soil. A mixture of 67% of alfalfa and 33% of timothy grass seed 24 kg per ha was sown on May, 10 in 1995 in the Northern region of Estonia.

The trial results in 1997 were as follows:

- By using the inoculation of root nodule bacteria the total yield of alfalfa, as well as the dry matter yield, and the crude protein yield were increased considerably. Besides, higher yield was received from the cutted hay.
- The variety of 'Karlu' gave the highest yield.
- The most effective root nodule bacteria preparation was a mixture of *Rhizobium meliloti* strains 179, 180, 182. It increased the density of alfalfa cultivars in pasture.
- The total content of sugars in pastured alfalfa cultivars were higher than in cutted sward.