
Žirnių simbiotinio azoto fiksavimo efektyvumas, įvairiai tręšiant fosforo ir kalio trąšomis

Gražina Palaitytė

Lietuvos žemdirbystės institutas,
Vokės filialas,
LT-4002 Trakų Vokė, Vilnius,
el. paštas jukgrazina@centras.lt

Lietuvos žemdirbystės instituto Vokės filiale 1999–2001 m. vykdyti žirnių simbiotinio azoto fiksavimo efektyvumo tyrimai.

Šių tyrimų tikslas – nustatyti skirtingo tręšimo fosforo ir kalio trąšomis reikšmę žirnių simbiotinio azoto fiksacijai.

Visais tyrimų metais žirnių grūdų derliui ženklusnę įtaką turėjo didesnės fosforo ir kalio trąšų normos. Nuo $P_{120}K_{120}$ trąšų derliaus priedas buvo $0,56 \text{ t ha}^{-1}$. Dėl šios trąšų normos, be azoto, miežių grūdų derlius padidėjo tik $0,28 \text{ t ha}^{-1}$.

Tyrimo rezultatai rodo, kad žirnių pumpuravimosi tarpsnyje fermento nitrogenazės aktyvumas priklausė nuo gumbelinių bakterijų virulentiškumo bei fosforo ir kalio trąšų, didžiausias aktyvumas nustatytas tręšiant $P_{120}K_{120}$ trąšomis.

Azoto kaupimąsi žirnių antžeminėje dalyje ir šaknyse teigiamai veikė net ir mažos fosforo bei kalio trąšų normos.

Raktažodžiai: simbiotinis azoto fiksavimas, gumbelinės bakterijos, fermentas nitrogenazė, aktyvumas

ĮVADAS

Azoto atsargos atmosferoje sudaro 75,6% bendrosios masės, arba $4\text{--}10^{15}$ t molekulinio azoto. Labai nedideli molekulinio azoto kiekiai paverčiami į NH_4^+ ir NO_3^- fotocheminių ir elektros iškrovų metu. Daugiausia molekulinio azoto pasisavinama gumbelinių bakterijų ir ankštinių augalų simbiozės metu. Visoje planetoje gumbelinės bakterijos fiksuoja $17,2\text{--}10^7$ t azoto, tai 4 kartus daugiau, negu pagaminama pramoniniu būdu. Brangstant energijos ištekliais, mineralinėms trąšoms, ypač daug dėmesio skiriama biologiniam azotui. Žirnių šaknyse esančios gumbelinės bakterijos fiksuoja iš oro azotą, kurį augalai labai gerai gali pasisavinti. Žirniai sukaupia dirvoje $60\text{--}80 \text{ kg ha}^{-1}$ azoto, todėl jie yra geras prieššėlis kitiems augalams [8–10].

Fiziologinis fosforo ir kalio vaidmuo augalų gyvenime yra nepaprastai svarbus. Fosforas tiesiogiai dalyvauja biologinio azoto fiksacijos procesuose, taip pat angliavandenių ir baltymų sintezėje. Fermentų ir nukleoproteidų sudėtyje yra įvairių fosforo junginių. Trūkstant fosforo augalai menkai vystosi [10].

Esant judriųjų fosforo ir kalio daugiau kaip 150 mg kg^{-1} dirvožemio, net ir papildomai netręšiant galima gauti vidutinius žirnių grūdų derlius. Žirniai labiau nei kiti augalai pasisavina maisto medžiagas iš dirvožemio. Kai dirvožemio humusingumas mažiau

kaip 2%, o fosforo ir kalio mažiau nei 150 mg kg^{-1} dirvožemio, būtina tręšti $50\text{--}60 \text{ kg ha}^{-1}$ P_2O_5 ir $60\text{--}80 \text{ kg ha}^{-1}$ K_2O . Fosforo ir kalio trąšos žirniams reikalingiausios. Trūkstant fosforo silpniau vystosi gumbelinės bakterijos, o trūkstant kalio, ypač lengvuose dirvožemiuose, gelsta jų lapai, blogiau vystosi ankštys [5].

Vienas azoto fiksacijos intensyvumo rodiklių yra augalo gumbelių skaičius. Gdansko agrarinio instituto duomenimis, sausringais metais naudojant P_{80} ir rizotorfiną 263, gumbelių skaičius ant augalo išaugo 1,7 karto, palyginti su kontrole. Dėl vienų fosforo trąšų (80 kg ha^{-1}) gumbelių skaičius padidėjo 0,8 karto. Fosforo trąšų fone rizotorfino poveikis žirnių derliui buvo ryškus. Sausais metais žirnių derlius buvo $2,46 \text{ t ha}^{-1}$, arba $0,49 \text{ t ha}^{-1}$ daugiau, nei kontroliniame variante [12].

Kad ankštinių gumbelinės bakterijos jautrios fosforui, rodo Vėžaičiuose atlikti tyrimai. Fosforu netręštame dirvožemyje liucernų inokuliavimo efektyvumas buvo $2,44 \text{ t ha}^{-1}$ sausųjų medžiagų derliaus priedas, tuo tarpu 60 kg ha^{-1} patręštų liucernų sausųjų medžiagų derliaus priedas – $4,68 \text{ t ha}^{-1}$ [10].

Sibiro žemės ūkio mokslinio tyrimo institute buvo atlikti sojų tyrimai. Jų duomenimis, padidinus fosforo kiekį dirvožemyje nuo 100 iki 200 mg kg^{-1} , sojų produktyvumas padidėjo $0,17\text{--}0,23 \text{ t ha}^{-1}$. Didžiausias fosforo trąšų poveikis buvo nustatytas mažo

fosforingumo dirvožemyje; derliaus priedas – 0,21–0,25 t ha⁻¹. Vidutinio fosforingumo dirvožemyje trąšų efektyvumas buvo 0,14–0,17, didelio fosforingumo – 0,13–0,16 t ha⁻¹ [12].

Manoma, kad trūkstant fosforo dirvožemyje labiau slopinama liucernų ir sojų susiformavusių gumbelių biologinio azoto fiksacija, nei žaliosios masės augimas. Pastaraisiais metais pabrėžiama, kad gumbelių bakterijų selekcijoje būtina sukurti tokius pupinių augalų gumbelių bakterijų kamienus, kurie sudarytų veiksmingą simbiozę ir trūkstant fosforo dirvožemyje [7].

Vežaičiuose atliktais tyrimais nustatyta, kad žaliųjų proteinų derliui vikiuose didžiausią įtaką turėjo judriųjų fosforo ir kalio kiekiai dirvožemyje. Žaliųjų proteinų derliaus ir P₂O₅ koreliacijos koeficientas $r = 0,69$ – $0,88$, o K₂O – $r = 0,58$ – $0,79$ [2, 3].

Ankštinių ir gumbelių bakterijų simbiozei kalio reikšmė ne mažesnė kaip fosforo. Kalis gerina angliavandenių ir azoto junginių apykaitą ankštiniuose augaluose, todėl skatina gumbelių bakterijų veiklą gumbelyje. Manoma, kad kalis skatina susidaryti angliavandenių leghemoglobina ir ATP, kurie būtini azotą fiksuojančiam fermentui – nitrogenazei funkcionuoti. Nitrogenazės fermentų sistema azoto molekulei (N₂) redukuoti į amoniaką (NH₃) sunaudoja 16 ATP molekulių [1, 9].

JAV paskelbtais tyrimų duomenimis, netrešiant kalio trąšomis, raudonųjų dobilų sausųjų medžiagų derlius buvo 2,86 t ha⁻¹, o patrešus 126 kg ha⁻¹ kalio trąšomis derlius padidėjo iki 8,70 t ha⁻¹ ir fiksavo 254 kg ha⁻¹ atmosferos azoto. Optimali kalio trąšų norma simbiotiniam azoto fiksavimui – apie K₂₅₀ kg ha⁻¹ [4, 6].

Vis dėlto geriausiai ankštinių augalų ir gumbelių bakterijų simbiozę veikė ne atskirai naudojamos fosforo ir kalio trąšos, bet jų deriniai. Literatūroje nurodoma, kad trešiant P₈₀K₆₀ derliaus priedas buvo 0,43 t ha⁻¹. Tuo tarpu patrešus N₇₅P₈₀K₆₀, derlius padidėjo tik 0,39 t ha⁻¹ [10].

Šio darbo tikslas – nustatyti fosforo ir kalio trąšų įtaką žirnių simbiotinio azoto fiksavimui.

TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS

Darbas atliktas 1999–2001 m. Lietuvos žemdirbystės instituto (LŽI) Vokės filiale, kuris yra Pietryčių Lietuvos smėlingoje lygumoje ir pagal klimatinę-hidroterminę paskirstymą priskiriamas vidutinio dirvožemio išplovimo ir organinių medžiagų irimo rajonui.

Bandymo schema:

1. Netrešta (kontrolė)
2. P₃₀K₃₀
3. P₆₀K₆₀
4. P₉₀K₉₀
5. P₁₂₀K₁₂₀

Tyrimų schemos detalės. Pagal šią schemą buvo įrengtas žirnių bandymas. Azoto fiksacijai nustatyti lygiagrečiuose laukeliuose buvo sėjami miežiai. Auginamiems augalams dirva ruošta pagal galiojančius lengvų dirvožemių agrotechnikos reikalavimus. Prieš antrąjį kultivavimą išbertos mineralinės trąšos. Trešta granuliuotu superfosfatu, kalio chloridu. Trąšų normos parodytos bandymo schemoje. Visas trąšų kiekis išbertas iš karto prieš sėją.

Dirvožemio ir augalų bandinių paėmimas. Dirvožemio ariamojo sluoksnio agrocheminėms savybėms nustatyti bandiniai buvo paimti prieš įrengiant bandymus, kiekviename laukelyje iš 0–20 cm gylio.

Grūdinių augalų derlius nuimtas tiesiogiai kombainu „Sampo“. Įvairių augalų šaknų masė buvo nustatyta iškasus 0,25 m² ploto ir 0–25 cm gylio dirvožemio sluoksnį kiekvieno laukelio dviejose vietose.

Laboratorinių analizių metodai. Dirvožemio bandiniuose agrocheminės analizės buvo atliktos šiais metodais: pH_{KCl} – potenciometrinis, hidrolizinis rūgštumas (H) – Kapeno, judrusis aliuminis (jud. Al) – Sokolovo, sorbuotų bazių suma (S) – Kapeno–Hilkovico, judrieji P₂O₅ ir K₂O – sauso deginimo aparatu „He-reus“, bendrasis azotas (N_{bendr.}) – Kjeldalio.

Augalų bandiniuose nustatyti: bendrasis azotas – Kjeldalio, baltyminis azotas – Barnšteino metodais.

Dirvožemio ir augalų bandinių cheminės analizės atliktos LŽI Agrocheminių tyrimų centre ir LŽI Vokės filiale.

Augalų derlius ir dirvožemio agrocheminių analizių duomenys apdoroti dispersinės analizės metodu.

Fermento nitrogenazės aktyvumo nustatymas. Gumbelių bakterijų fermento nitrogenazės aktyvumui nustatyti buvo imami 3 augalų šaknų bandiniai. Chromatografe naudojamos dujos nešėjos – azotas (30 ml min⁻¹), kaip oksidatorius naudojamas oras (250 ml min⁻¹), reduktorius – vandenilio dujos (30 ml min⁻¹). Chromatografinė kolonėlė buvo užpildyta silikageliu. Tyrimo metu nitrogenazės redukuoto acetileno į etilena kiekis buvo užrašomas chromatogramoje ir palyginamas su etaloniniu dujų, švaraus etileno 0,1 ml kiekiu. Nitrogenazės aktyvumas buvo išreiškiamas μM N₂ 1 g šaknų per 1 val. Skirtingą etileno kiekį parodė nevienodo aukščio chromatogramos pikai. Tyrimas atliktas LŽI Vėžaičių filialo Mikrobiologijos laboratorijoje dujų chromatografu „Chrom 5“.

Dirvožemis. Bandymas įrengtas priemolio ant karbonatingo fluvio-glacialinio žvyro paprastajame išplautžemyje (IDP), (*Haplic Luvisols*) (LVh). Karbonatų putojimo gylis – 60–80 cm.

Meteorologinės sąlygos. 1999 m. nuo kovo III dešimtadienio visiškai atšilo, vidutinė oro temperatūra buvo +1,5°C (vidutinė daugiametė – 0,6°C). Dėl ankstyvo pavasario sėjos darbai prasidėjo anksčiau. Vasariniai javai buvo pasėti balandžio 28 d. Stokojant drėgmės (balandžio III dešimtadienį iškrito 5 mm, gegužės I dešimtadienį 7 mm), jų dygimas užtruko.

Balandis ir gegužė buvo labai sausringi (gegužės mėn. HTK 0,71). Balandžio mėnesį kritulių buvo tik 0,5 normos, o gegužės mėn. – 0,25 normos. Trūko drėgmės ir vasarą. Birželio mėnesį iškrito 54 mm, tuo tarpu daugiamečiai vidurkis – 77 mm. Sausros ir karšti orai neigiamai paveikė grūdų derlių, daugelyje varpų nesusifirmavo grūdai.

2000 m. balandis buvo ypač šiltas, vidutinė mėnesio temperatūra pasiekė +11,3°C, tuo tarpu šio mėnesio daugiamečiai vidurkis +5,7°C. Tokie orai leido anksčiau pradėti pavasario sėjos darbus: balandžio 19 d. buvo pasėti javai. Gegužės ir birželio mėnesiai buvo palankūs augalams augti. Birželio mėnesį kritulių iškrito tik 76,7%, palyginti su daugiamečiais rodikliais. Liepos mėnesį buvo drėgmės perteklius; kritulių – 3 vidutinės mėnesio normos (209 mm). II dekados HTK – 7,99.

2001 m. balandis buvo pakankamai šiltas, vidutinė temperatūra +8,5°C (vidutinė daugiamečių +5,7°C). Balandžio 20 d. buvo pasėti javai. Jiems sudyti ir šilumos, ir drėgmės pakako. Tačiau birželio mėnesį stigo drėgmės, nes kritulių iškrito tik 39 mm, arba 50,6% daugiamečio kritulių vidurkio.

Apibendrinus visų tyrimų metų meteorologines sąlygas augalų vegetacijos laikotarpiu, nustatyta, kad 1999–2001 tyrimų metais vegetacijos periodas buvo šlapias – HTK 1,71–2,00, 1999 m. – nepakankamai drėgnas – HTK 0,90 ir tik 2001 m. – normaliai drėgnas – HTK 1,47.

REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Trejų tyrimo metų vidutiniai duomenys rodo, kad žirnių grūdų derliui veiksmingiausios buvo fosforo ir kalio trąšos (120 kg/ha). Gautas derliaus priedas 0,56 t ha⁻¹, arba 1,57 karto daugiau, palyginti su kontrole (lentelė). P₆₀K₆₀ ir P₉₀K₉₀ trąšos taip pat buvo reikšmingos žirniams.

Kai kuriais metais žirnių derlingumas buvo panašus. 1999 m. didžiausias grūdų derlius – 1,55 t ha⁻¹ gautas, taip pat tręšiant P₁₂₀K₁₂₀. Palyginus su kontrole, matyti, kad derlius šiame variante padidėjo 1,5 karto. Visais atvejais, didėjant trąšų normai, didėjo ir derlius. Vis dėlto nenustatyta statistiškai patikimų derliaus pokyčių.

Lentelė. Fosforo ir kalio trąšų įtaka žirnių ir miežių derliui bei azoto kaupimuisi augalų antžeminėje dalyje

Variantas	Žirniai				Miežiai		
	grūdai t ha ⁻¹	šiaudai t ha ⁻¹	sukaupta derliuje azoto kg ha ⁻¹	sukaupta simbiotinio azoto kg ha ⁻¹	grūdų t ha ⁻¹	šiaudų t ha ⁻¹	sukaupta derliuje azoto kg ha ⁻¹
1999 m.							
1. Netręšta	1,05	1,26	55,5	46,8	0,40	0,51	8,71
2. P ₃₀ K ₃₀	1,20	1,54	66,8	54,7	0,50	0,65	12,1
3. P ₆₀ K ₆₀	1,35	2,21	84,8	75,1	0,40	0,54	9,7
4. P ₉₀ K ₉₀	1,45	2,38	92,7	81,0	0,48	0,62	11,7
5. P ₁₂₀ K ₁₂₀	1,55	2,11	93,1	80,7	0,52	0,64	12,4
R ₀₅	0,23	0,74			0,08	0,18	
2000 m.							
1. Netręšta	0,99	1,39	57,3	36,0	0,78	0,93	21,3
2. P ₃₀ K ₃₀	1,02	1,43	64,5	41,9	0,84	1,01	21,1
3. P ₆₀ K ₆₀	1,26	1,75	71,5	48,9	0,91	1,12	22,3
4. P ₉₀ K ₉₀	1,33	1,78	74,9	51,7	0,98	1,18	23,2
5. P ₁₂₀ K ₁₂₀	1,44	1,90	86,0	58,8	1,06	1,23	27,2
R ₀₅	0,13	0,29			0,09	0,18	
2001 m.							
1. Netręšta	0,90	1,56	47,7	32,8	0,75	0,980	14,9
2. P ₃₀ K ₃₀	1,03	1,69	54,9	38,8	0,84	1,00	16,1
3. P ₆₀ K ₆₀	1,20	1,92	65,9	50,8	0,81	1,03	15,1
4. P ₉₀ K ₉₀	1,43	2,25	73,2	52,1	1,0	1,39	21,1
5. P ₁₂₀ K ₁₂₀	1,65	2,55	83,1	70,4	1,18	1,50	12,7
R ₀₅	0,15	0,42			0,05	0,23	
1999–2001 m. vidurkis							
1. Netręšta	0,98	1,4	53,6	38,2	0,64	0,80	15,4
2. P ₃₀ K ₃₀	1,08	1,55	62,2	45,8	0,72	0,88	16,4
3. P ₆₀ K ₆₀	1,27	1,96	73,7	58,3	0,70	0,89	15,4
4. P ₉₀ K ₉₀	1,40	2,13	80,1	61,5	0,82	1,06	18,6
5. P ₁₂₀ K ₁₂₀	1,54	2,18	87,9	66,9	0,92	1,12	21,0
R ₀₅	0,13	0,36			0,14	0,22	

Analogiški duomenys gauti 2000 ir 2001 m. Abiem atvejais patręšus P_{60-120} , K_{60-120} gauti patikimi derliaus priedai.

Trejų tyrimo metų vidutiniai duomenys rodo, kad didžiausi virkščių derliai taip pat gauti, patręšus P_{60-120} ir K_{60-120} . Mažos ($P_{30}K_{30}$) trąšų normos neturėjo reikšmingos įtakos žirnių virkščiams.

Miežių derlius priklausė nuo fosforo ir kalio trąšų. Kadangi miežiai nebuvo tręšti azoto trąšomis, bendrasis jų derlius buvo mažas. Vis dėlto nustatyta, kad $P_{90}K_{90}$ ir $P_{120}K_{120}$ turėjo statistiškai patikimą įtaką miežių grūdų derliui. Vidutiniai duomenys rodo, kad tręšiant $P_{90}K_{90}$ derliaus priedas buvo $0,22 \text{ t ha}^{-1}$, o $P_{120}K_{120}$ trąšų fone – 1,4 karto didesnis. Tai sudaro $0,28 \text{ t ha}^{-1}$.

Per visą tyrimų laikotarpį 1999 m. miežiai derėjo blogiausiai: tik $0,5 \text{ t ha}^{-1}$. Nors ir menkai, tačiau jų grūdų derliai didėjo, didėjant trąšų normai. Tik nuo $P_{60}K_{60}$ derlius buvo lygus kontrolei, visų kitų variantų derliaus skirtumai buvo statistiškai patikimi. Patręšus $P_{120}K_{120}$ grūdų derlius padidėjo 1,3 karto.

2000 ir 2001 m. $P_{60}K_{60}$, $P_{90}K_{90}$ ir $P_{120}K_{120}$ įtaka buvo statistiškai patikima. Kaip ir kitais metais, didžiausias poveikis nustatytas patręšus 120 kg ha^{-1} . Šiame variante derlius padidėjo 1,31 karto, arba derliaus priedas sudarė $0,28 \text{ t ha}^{-1}$. 2001 m. miežių derliai statistiškai patikimai didėjo visuose variantuose, tačiau didžiausias derlius – $1,18 \text{ t ha}^{-1}$ gautas nuo $P_{120}K_{120}$.

Literatūroje nurodoma, kad padidinus fosforo kiekį dirvožemyje, ankštinių produktyvumas padidėja nuo $0,17$ iki $0,23 \text{ t ha}^{-1}$, baltymų padaugėja nuo $1,3$ iki $2,6\%$ [12].

Bendrojo ir simbiotinio azoto kaupimąsi žirnių antžeminėje dalyje lėmė net ir mažos fosforo bei kalio trąšų normos. Nuo visų panaudotų trąšų normų bendrojo azoto kiekis derliuje patikimai padidėjo, tačiau simbiotinio azoto kiekis $P_{30}K_{30}$ trąšų fone patikimai neišsiskyrė. Tuo tarpu $P_{120}K_{120}$ buvo veiksminga simbiotinio azoto susikaupimui žirnių derliuje. Nuo fosforo ir kalio trąšų azoto fiksacija padidėjo 1,8 karto.

Nagrinėjant trejų tyrimo metų žirnių šaknų vidutinius duomenis, matyti, kad fosforo bei kalio trąšos didino ir antžeminės dalies, ir šaknų sausųjų medžiagų derlių (1 pav.). Pusiau belapių žirnių šaknų sistema menka, tačiau gauti sausųjų medžiagų derlių skirtumai pakankamai ryškūs. Fosforo ir kalio trąšos teigiamai veikė požeminės dalies, bendrojo ir baltyminio azoto kaupimąsi. Nuo $P_{60}K_{60}$ sausųjų medžiagų kiekis, palyginti su kontrole, išaugo 1,2 karto. Patikimus šaknų masės skirtumus rodo ir P_{60-120} , K_{60-120} variantų vidutiniai duomenys.

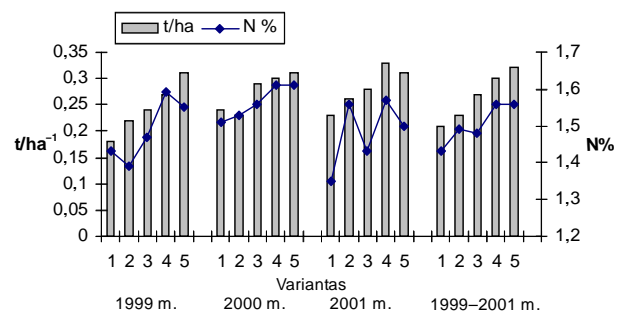
Fosforas bei kalis teigiamai veikė ir azoto kaupimąsi žirnių šaknų derliuje (1 pav.). Vidutiniai duomenys rodo, kad žirnių, patręštų P_{90-120} , K_{90-120} užfiksuoti patikimi sukaupto azoto skirtumai.

Vertinant miežių vidutinius duomenis, matyti, kad mažos trąšų normos nepadidino šaknų sausųjų me-

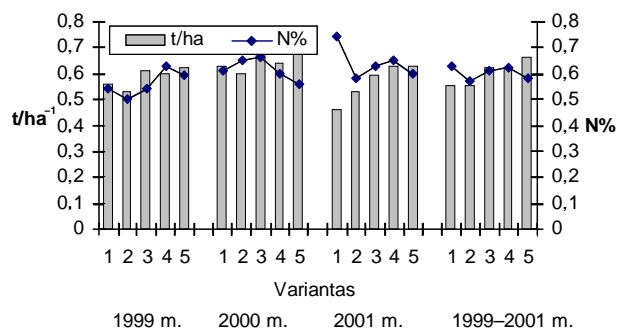
džiagų kiekio (2 pav.). Statistiškai patikimi, tačiau tarpusavyje neišsiskiriantys $0,62 \text{ t ha}^{-1}$ sausųjų medžiagų kiekiai gauti, patręšus P_{60-90} , K_{60-90} .

Įvertinus azoto kaupimąsi miežių šaknų derliuje, galima teigti, kad skirtingos fosforo ir kalio trąšų normos neturėjo esminės įtakos.

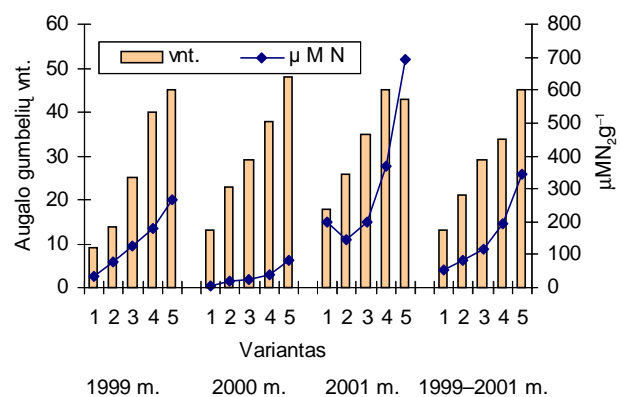
Fosforas skatina gumbelių bakterijų judrumą, padidina jų efektyvumą. Gumbelių bakterijų biologinis azotas intensyviai fiksuojamas sudarius kuo palankesnes sąlygas, aprūpinus biogeniniais elementais. Azotas fiksuojamas fermento nitrogenazės, kurios veiklai ypač svarbūs fosforas ir kalis, pagalba [10, 12].



1 pav. Žirnių šaknų sausųjų medžiagų derlius ir bendrasis azotas, įvairiai tręšiant PK trąšomis



2 pav. Miežių šaknų sausųjų medžiagų derlius ir bendrasis azotas, tręšiant PK trąšomis



3 pav. Žirnių gumbelių bakterijų virulentiškumas ir fermento nitrogenazės aktyvumas, tręšiant PK trąšomis

Trejų metų vidutiniai duomenys rodo, kad efektyviai simbiozei įtakos turėjo net mažos fosforo ir kalio trąšų normos (3 pav.). Didėjant trąšų normoms, fermentas nitrogenazė ženkliai aktyvėjo. Intensyviausia žirnių azoto fiksacija nustatyta patręšus $P_{120}K_{120}$: 1999 m. – 7,9, 2000 m. – 12,5 ir 2001 m. – 5,8 karto daugiau negu augalų netręšiant PK trąšomis. Tokį didelį fiksacijos intensyvumą galėjo lemti ir gumbelių virulentiškumas. Daugiausiai gumbelių (45 vnt.) ant augalo buvo rasta žirniuose, tręštuose $P_{120}K_{120}$.

IŠVADOS

1. Fosforo ir kalio trąšos ženklesnę įtaką turėjo žirnių derliui. Patręšus $P_{120}K_{120}$, gautas 0,56 t ha⁻¹ derliaus priedas. Didelės normos ($P_{120}K_{120}$) buvo veiksmingos ir simbiotinio azoto fiksacijai, ji padidėjo 1,8 karto.

2. Azotą fiksuojančio fermento – nitrogenazės aktyvumą skatino $P_{60}K_{60}$, $P_{90}K_{90}$, $P_{120}K_{120}$. Nuo didelės trąšų normos ($P_{120}K_{120}$) nitrogenazės aktyvumas padidėjo 6,5 karto, palyginti su PK trąšomis netręštais žirniais.

3. Gumbelinių bakterijų virulentiškumui reikšmingos buvo visos tirtos fosforo ir kalio trąšų normos. Tačiau daugiausia gumbelių (45 vnt. augalui) žirniai suformavo juos tręšiant $P_{120}K_{120}$.

Gauta
2002 10 30

Literatūra

1. Ab – Alla M. H., Nahab A. M. Response of nitrogen fixation, nodule activities and growth to potassium supply in water – stressed broad bean // Journal of Plant Nutrition. 1995. Vol. 18. N 7. P. 1391–1402.
2. Ambrazaitienė D. Effect of green manure treatments on soil microbiological activity // Ecological Effects of Microorganism Action. 1997. P. 169–173.
3. Ambrazaitienė D. Gumbelinių bakterijų naujų kamienų efektyvumo įvertinimas vasariniams vikiams // Žemdirbystė. LŽI IR LŽŪU mokslo darbai. Akademija. 2000. T. 70. P. 202–215.
4. Anon. H. Effects of potassium on biological nitrogen fixation // Better crops international. 1988. Vol. 4. N 2. P. 30–33.
5. Bogušas R. žirniai. Dotnuva-Akademija, 1997. 30 p.
6. Collins M., Lang D. Shoot removal and potassium fertilization effects on growth, nodulation and dinitrogen fixation of red clover and bird foot trefoil under green house conditions // Field Crops Response. 1985. Vol. 10. N 3. P. 251–256.
7. Drevon J. J., Hartwig U. A. Phosphorus deficiency increases the argon – induced decline of nodule nitrogenase activity in soybean and alfalfa // Plant and Soil. 1997. Vol. 201. N 4. P. 463–469.
8. Dovydaitis V. Baltymingi pašarai. Vilnius, 1992. P. 42–96.

9. Indge B. The Nitrogen cycle. Biological Sciences Review. 2000. Vol. 13. P. 25–27.
10. Lapinskas E. Biologinio azoto fiksavimas ir nitraginas. Dotnuva, 1998. 218 p.
11. Агафонов Е. В., Стукалов М. Ю., Агафимова Л. Н. Влияние минеральных и бактериальных удобрений на урожайность гороха на черноземе обыкновенном // Агрохимия. 2001. № 8. С. 42–46.
12. Хранцов И. Ф., Воронкова Н. А., Козлова Г. Я. Эффективность применения удобрений под сою на черноземных почвах лесостепи Западной Сибири // Агрохимия. 2001. № 2. С. 36–39.

Gražina Palaitytė

EFFECT OF MINERAL PHOSPHORUS AND POTASSIUM FERTILIZERS ON SYMBIOTIC NITROGEN FIXATION BY PEA PLANTS

S u m m a r y

This paper describes data of a field experiment carried out during 1999–2000 at the Lithuanian Institute of Agriculture Vokė Branch. The aim of the investigation was to estimate the influence of different rates of mineral PK fertilizers of pea symbiotical nitrogen fixation.

The highest yield was obtained at $P_{120}K_{120}$ fertilization rate (yield surplus reached 0.56 t ha⁻¹). The $P_{120}K_{120}$ fertilization rate, except nitrogen, increased the yield only by 0.28 t ha⁻¹. The activity of nitrogenase was highest at $P_{120}K_{120}$ fertilization rate. The high level of PK fertilizers had an effect on the virulence of rhizobia.

Nitrogen accumulation in the pea shoot and root systems was positively effected even by low rates of P and K fertilizers.

Key words: symbiotical nitrogen fixation, rhizobium, nitrogenase activity

Гражина Палайтите

ВЛИЯНИЕ ФОСФОРНЫХ И КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФИКСАЦИЮ СИМБИОТИЧЕСКОГО АЗОТА РАСТЕНИЯМИ ГОРОХА

Р е з ю м е

В статье представлены данные полевых опытов, заложенных в 1999–2001 гг. на Вокеском филиале Литовского института земледелия. Целью этих опытов явилось установление влияния возрастающих доз фосфорных и калийных удобрений на фиксацию симбиотического азота растениями гороха.

Во все годы опытов $P_{120}K_{120}$ достоверно увеличивали урожай зерна гороха (0,56 т га⁻¹) и ячменя (0,28 т га⁻¹). Под ячмень азотные удобрения не вносились. Исследования показали, что активность фермента нитрогеназы зависела от вирулентности клубеньковых бактерий, а также от воздействия фосфорно-калийных удобрений. Наивысшая активность этого фермента была установлена при внесении $P_{120}K_{120}$. На накопление общего азота в надземной части и корнях гороха положительно сказывались P_{60-90} , K_{60-90} и $P_{120}K_{120}$.

Ключевые слова: симбиотическая азотфиксация, клубеньковые бактерии, активность нитрогеназы