© 2026 International Conference on Multidisciplinary Sciences and Innovations . All Rights Reserved.

INTERACTION OF MINERAL AND BACTERIAL FERTILIZERS IN THE FORMATION OF COMMON BEAN (PHASEOLUS VULGARIS L.) YIELD

Kuldashov Bobomurod Xusanovich
PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor,
Samarkand State University of Veterinary Medicine, Animal Husbandry and Biotechnology
Kubayeva Munisa Aliqul qizi
Independent Researcher, Samarkand State University of Veterinary Medicine,
Animal Husbandry and Biotechnology

ABSTRACT

This article analyzes the agrobiological efficiency of mineral and bacterial fertilizers in the formation of common bean (Phaseolus vulgaris L.) productivity. Particular attention is given to the effects of nitrogen and phosphorus fertilization on plant growth, yield components and grain productivity, as well as the role of Rhizobium and Bacillus bacteria in biological nitrogen fixation and nutrient acquisition. Recent studies demonstrate that the effectiveness of bacterial inoculation depends strongly on mineral nutrient availability, bacterial strain, bean genotype and soil conditions. A two-year field experiment published in Legume Research in 2025 showed that the application of 40 kg N ha^{-1} + 60 kg P_2O_5 ha^{-1} combined with Bacillus atrophaeus + Rhizobium gallicum resulted in grain yields of 3482 kg ha^{-1} in 2020 and 4497 kg ha^{-1} in 2022 [1, p. 701]. The interaction between inorganic and microbial fertilizers was statistically significant in both years [1, p. 701]. Other recent studies have demonstrated that combining Rhizobium inoculation with phosphorus fertilization can improve nodulation, yield components and grain productivity. The analysis supports an integrated nutrient-management approach in which mineral and bacterial fertilizers are combined according to soil, genotype and agroecological conditions.

Keywords: Phaseolus vulgaris L., common bean, mineral fertilizer, bacterial fertilizer, Rhizobium, Bacillus, biological nitrogen fixation, nodulation, phosphorus, grain yield, nutrient uptake.

LOVIYA (PHASEOLUS VULGARIS L.) HOSILDORLIGINI SHAKLLANTIRISHDA MINERAL VA BAKTERIAL O‘G‘ITLARNING O‘ZARO TA’SIRI

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada Phaseolus vulgaris L. loviyasining hosildorligini shakllantirishda mineral va bakterial o‘g‘itlardan foydalanishning agrobiologik samaradorligi ilmiy manbalar asosida kompleks tahlil qilindi. Tadqiqotda mineral azot va fosfor bilan oziqlantirishning o‘simlik o‘sishi, hosil elementlari va don hosildorligiga ta’siri, shuningdek, Rhizobium va Bacillus guruhlariga mansub mikroorganizmlarning biologik azot fiksatsiyasi hamda o‘simlik oziqlanishidagi roli baholandi. Zamonaviy tadqiqotlar bakterial inokulyatsiyaning samarasi mineral oziqa fonidan, bakterial shtammdan, loviya genotipidan va tuproq sharoitidan kuchli darajada bog‘liqligini ko‘rsatmoqda. Xususan, 2025-yilda Legume Research jurnalida chop etilgan ikki yillik dala tajribasida 40 kg N/ga + 60 kg P_2O_5/ga mineral oziqlantirish fonida Bacillus atrophaeus + Rhizobium gallicum konsorsiumi qo‘llanilganda 2020-yilda 3482 kg/ga, 2022-yilda esa 4497 kg/ga don hosili olingan [1, 701-b.]. Shu tadqiqotda mineral va mikrobial o‘g‘itlarning o‘zaro ta’siri ikkala yilda ham statistik jihatdan yuqori ahamiyatli bo‘lgan [1, 701-b.]. Boshqa zamonaviy tadqiqotlarda esa Rhizobium inokulyatsiyasi fosfor bilan birgalikda qo‘llanganda tuganaklanish, dukkaklar soni va don hosildorligi oshgani aniqlangan. Tahlil natijasida mineral va bakterial o‘g‘itlarni qarama-qarshi texnologiyalar sifatida

© 2026 International Conference on Multidisciplinary Sciences and Innovations . All Rights Reserved.

emas, balki tuproq-o‘simlik-mikroorganizm tizimining xususiyatlarini hisobga olgan holda integratsiyalashgan oziqlantirish tizimi sifatida qo‘llash maqsadga muvofiqligi asoslandi.

Kalit so‘zlar: Phaseolus vulgaris L., loviya, mineral o‘g‘it, bakterial o‘g‘it, Rizobium, Bacillus, biologik azot fiksatsiyasi, tuganaklanish, fosfor, don hosildorligi, oziqa elementlari.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЙНОСТИ ФАСОЛИ (PHASEOLUS VULGARIS L.)

АННОТАЦИЯ

В статье комплексно анализируется агробиологическая эффективность применения минеральных и бактериальных удобрений при формировании урожайности фасоли обыкновенной (Phaseolus vulgaris L.). Особое внимание уделено влиянию азотного и фосфорного питания на рост растений, элементы структуры урожая и зерновую продуктивность, а также роли бактерий родов Rhizobium и Bacillus в биологической фиксации азота и усвоении питательных веществ. Современные исследования показывают, что эффективность бактериальной инокуляции зависит от уровня минерального питания, штамма бактерий, генотипа фасоли и почвенных условий. В двухлетнем полевом опыте, опубликованном в журнале Legume Research в 2025 г., сочетание 40 кг N/га + 60 кг P_2O_5/га с консорциумом Bacillus atrophaeus + Rhizobium gallicum обеспечило урожайность 3482 кг/га в 2020 г. и 4497 кг/га в 2022 г. [1, с. 701]. Взаимодействие минеральных и микробных удобрений в обоих годах было статистически значимым [1, с. 701]. Современные исследования также подтверждают эффективность сочетания инокуляции Rhizobium с фосфорным питанием для повышения клубенькообразования, элементов структуры урожая и зерновой продуктивности. Обоснована целесообразность интегрированной системы питания, учитывающей почвенные, генотипические и агроэкологические условия.

Ключевые слова: Phaseolus vulgaris L., фасоль, минеральные удобрения, бактериальные удобрения, Rhizobium, Bacillus, биологическая фиксация азота, клубенькообразование, фосфор, урожайность.

KIRISH

Loviya (Phaseolus vulgaris L.) oqsil, uglevod, mineral elementlar va boshqa biologik faol moddalar manbai sifatida oziq-ovqat tizimida muhim o‘rin tutadigan dukkakli ekinlardan biridir. Mazkur ekinning agronomik jihatdan o‘ziga xos xususiyati uning ildiz tizimida tuganak bakteriyalari bilan simbiotik munosabat shakllantirib, atmosferadagi molekulyar azotning biologik fiksatsiyasidan foydalanish imkoniyatiga egaligidir. Shu sababli loviya yetishtirishda oziqlantirish tizimini faqat mineral o‘g‘itlar miqdorini oshirish asosida tashkil etishdan ko‘ra, o‘simlikning mineral va biologik oziqlanish mexanizmlarini o‘zaro uyg‘unlashtirish muhim ilmiy-amaliy masala hisoblanadi.

Mineral o‘g‘itlar, ayniqsa azot va fosfor, o‘simlikning vegetativ va generativ rivojlanishida muhim rol o‘ynaydi. Biroq mineral o‘g‘itlardan ortiqcha foydalanish tuproqning ekologik holatiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi, oziqa elementlari balansining buzilishi va tuproq biologik faolligining pasayishiga olib kelishi mumkin. Erdin va Kulaz mineral o‘g‘itlarning yuqori miqdorda qo‘llanishi tuproq unumdorligi va ekologik muvozanatga salbiy ta’sir qilishi mumkinligini qayd etib, biologik o‘g‘itlardan foydalanishni barqaror qishloq xo‘jaligining istiqbolli yo‘nalishlaridan biri sifatida ko‘rsatgan [1, 696-b.]. Mualliflar bioo‘g‘itlar tarkibida azot fiksatsiyalovchi, fosforni eruvchan shaklga o‘tkazuvchi va o‘simlik o‘sishini rag‘batlantiruvchi mikroorganizmlar mavjud bo‘lishi mumkinligini ta’kidlaydi [1, 696–697-b.].

Bakterial preparatlarning loviya hosildorligiga ta’sirini o‘rganish bo‘yicha 2025-yilgi tadqiqotlardan biri alohida ilmiy ahamiyatga ega. Erdin va Kulaz tomonidan olib borilgan tajriba

© 2026 International Conference on Multidisciplinary Sciences and Innovations . All Rights Reserved.

2020 va 2022-yillarda Turkiyaning Van ekologik sharoitida o‘tkazilgan. Tadqiqotda Bacillus atrophaeus, Bacillus-GC guruhi va Rhizobium gallicum asosidagi mikrobial preparatlar hamda mineral o‘g‘itlarning turli kombinatsiyalari o‘rganilgan [1, 696-b.]. Tajriba uch takrorli split-plot sxemasida tashkil etilgan [1, 696–697-b.].

Mazkur tajribaning metodik jihatdan muhim tomoni mineral oziqlantirish bilan mikrobiologik inokulyatsiyani birgalikda baholashidadir. Tadqiqotda nazorat variantidan tashqari NP50 — 20 kg N/ga + 30 kg P_2O_5/ga va NP100 — 40 kg N/ga + 60 kg P_2O_5/ga me’yorlari qo‘llangan [1, 697-b.]. Bakterial variantlar tarkibida B. atrophaeus, R. gallicum, fosforni eruvchanlashtiruvchi Bacillus-GC hamda ularning ikki va uch komponentli konsorsiumlari o‘rganilgan [1, 697-b.].

Tadqiqotlarda fosforning ahamiyati ham alohida ko‘rsatilmoqda. Samago va Dakora tomonidan olib borilgan ikki yillik tadqiqotda Rhizobium inokulyatsiyasi va 0, 10, 20 hamda 30 kg/ga fosfor me’yorlari ikki xil loviya navida o‘rganilgan. Rhizobium HB-429 shtammi qo‘llanganda dukkaklar soni, dukkakdagi urug‘lar soni va don hosildorligi oshgan [2, 107-b.]. Tadqiqotda 10 kg/ga fosforning o‘zi ham 2012-yilda dukkaklar sonini 10%, dukkakdagi urug‘lar sonini 30% va don hosildorligini 61% ga oshirgani qayd etilgan [2, 107-b.].

Demak, mineral va bakterial o‘g‘itlarning o‘zaro ta’sirini o‘rganish loviya hosildorligini oshirish bilan birga biologik azot fiksatsiyasidan samarali foydalanish, mineral o‘g‘it sarfini optimallashtirish va tuproq unumdorligini saqlash uchun ham muhimdir.

TADQIQOT MAQSADI

Tadqiqotning maqsadi Phaseolus vulgaris L. loviyasida mineral va bakterial o‘g‘itlarning alohida hamda kombinatsiyalangan qo‘llanishining o‘simlik o‘sishi, tuganaklanish, hosil elementlari va don hosildorligiga ta’sirini zamonaviy ilmiy manbalar asosida kompleks tahlil qilish hamda integratsiyalashgan oziqlantirish tizimining ilmiy asoslarini yoritishdan iborat.

Mazkur maqsadga erishish uchun mineral azot va fosforning loviya rivojlanishidagi rolini aniqlash, Rhizobium va Bacillus bakteriyalarining funksional ahamiyatini tahlil qilish, mineral va bakterial o‘g‘itlarning o‘zaro ta’sirini qiyoslash, hosil strukturasining asosiy elementlarini baholash hamda O‘zbekiston sharoitida kelgusida tajriba olib borish uchun ilmiy-metodik mezonlarni ishlab chiqish vazifalari belgilandi.

TADQIQOT MATERIALLARI VA USULLARI

Maqola tizimli ilmiy-tahliliy yondashuv asosida tayyorlandi. Asosiy e’tibor 2024–2026-yillarda e’lon qilingan ilmiy maqolalarga, shuningdek, mavzuni tushuntirish uchun zarur bo‘lgan yuqori sifatli avvalgi dala tajribalariga qaratildi.

Manbalarni baholashda quyidagi ko‘rsatkichlar asosiy mezon sifatida qabul qilindi:

1. mineral azot va fosfor me’yorlari;
2. bakterial preparat turi va shtammi;
3. inokulyatsiya usuli;
4. tajriba dizayni va takrorlar soni;
5. o‘simlik bo‘yi;
6. tuganaklar soni va massasi;
7. dukkaklar soni;
8. dukkakdagi urug‘lar soni;
9. 100 yoki 1000 dona urug‘ massasi;
10. don hosildorligi;
11. tuproqdagi oziqa elementlari;
12. biologik azot fiksatsiyasi.

Erdin va Kulaz tajribasida tajriba 3 m × 2,5 m maydonchalarda, besh qatorli ekin bilan, uch takrorli randomizatsiyalangan split-plot dizaynida olib borilgan. Mineral o‘g‘itlar asosiy bo‘laklarga,

© 2026 International Conference on Multidisciplinary Sciences and Innovations . All Rights Reserved.

mikrobial preparatlar esa kichik bo‘laklarga joylashtirilgan [1, 697-b.]. Olingan ma’lumotlar dispersiya tahlili orqali baholangan va LSD testi yordamida variantlar o‘rtasidagi farqlar aniqlangan [1, 697-b.].

Maqolada mualliflarning o‘zlari tomonidan o‘tkazilgan dala tajribasi mavjud emasligi sababli boshqa tadqiqotchilarning tajriba natijalari Kuldashov B.X. va Kubayeva M.A.ning original natijalari sifatida talqin qilinmadi. Bu yondashuv ilmiy halollikni ta’minlash uchun muhimdir.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Mineral oziqlantirish va bakterial inokulyatsiyaning o‘zaro ta’siri

Erdin va Kulaz tadqiqotida mineral va bakterial oziqlantirishning o‘zaro ta’siri loviyaning bir qator morfologik va hosil ko‘rsatkichlarida namoyon bo‘lgan. Tadqiqotning 2020-yilgi natijalarida NP100 + NR, ya’ni 40 kg N/ga + 60 kg P_2O_5/ga va B. atrophaeus + R. gallicum kombinatsiyasi o‘simlik bo‘yi bo‘yicha eng yuqori qiymatlardan birini bergan; 2022-yilda esa NP100 + PR kombinatsiyasida yuqori ko‘rsatkich qayd etilgan [1, 698-b.].

Tajribaning ayniqsa muhim natijasi dukkaklar sonida kuzatilgan. Mualliflar ikkala yilda ham NP100 + NR kombinatsiyasida bir o‘simlikdagi dukkaklar soni eng yuqori bo‘lganini qayd etgan [1, 699-b.]. 2020-yilda ushbu kombinatsiyada ko‘rsatkich 21,43 dona/o‘simlik, 2022-yilda esa 43,73 dona/o‘simlikni tashkil etgan [1, 698-b.]. Bu ko‘rsatkichlar hosil shakllanishida mineral va mikrobial oziqlantirishning kombinatsiyalangan ta’sirini ko‘rsatadi.

1-jadval. Mineral va mikrobial o‘g‘itlarning loviya hosil elementlariga ta’siri

Mineral fon	**Mikrobial preparat**	**2020-yil dukkaklar soni, dona/o‘simlik**	**2022-yil dukkaklar soni, dona/o‘simlik**
Nazorat	B. atrophaeus	19,53	25,27
Nazorat	R. gallicum	13,00	28,60
NP50	B. atrophaeus	17,00	25,80
NP50	B. atrophaeus + R. gallicum	17,13	40,07
NP100	B. atrophaeus	19,60	42,67
NP100	B. atrophaeus + R. gallicum	**21,43**	**43,73**
NP100	Bacillus-GC + R. gallicum	16,40	38,13

Manba: Erdin va Kulaz, 2025 [1, 698-b.].

Jadvaldan ko‘rinadiki, bakterial inokulyatsiya mineral oziqa fonidan mustaqil holda bir xil natija bermaydi. Aksincha, ayrim kombinatsiyalarda mineral oziqlantirishning yuqori foni bilan bakterial konsorsium birgalikda qo‘llanganda hosil strukturasining muhim elementi — dukkaklar soni sezilarli darajada yuqori bo‘lgan.

Bu holat loviyada oziqa elementlari bilan simbiotik mikroorganizmlar o‘rtasidagi funksional bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatadi. Biroq mazkur natijani barcha tuproq va navlar uchun universal me’yor sifatida qabul qilish mumkin emas.

Don hosildorligiga ta’siri

Tahlil qilingan tadqiqotlar ichida Erdin va Kulazning ikki yillik tajribasi mineral va bakterial o‘g‘itlarning o‘zaro ta’sirini miqdoriy jihatdan aniq ko‘rsatib beradi.

2020-yilda bakterial preparatlar o‘rtacha ko‘rsatkichlari bo‘yicha eng yuqori don hosili NR — B. atrophaeus + R. gallicum kombinatsiyasida 2996,7 kg/ga bo‘lgan. 2022-yilda esa PN — Bacillus-GC + B. atrophaeus kombinatsiyasida 3759,4 kg/ga qayd etilgan [1, 701-b.].

© 2026 International Conference on Multidisciplinary Sciences and Innovations . All Rights Reserved.

Mineral o‘g‘itlar o‘rtacha qiymatlarida NP100 varianti 2020-yilda 2719,0 kg/ga, 2022-yilda esa 3653,0 kg/ga hosil bergan [1, 701-b.].

Eng muhim natija mineral va bakterial omillarning kombinatsiyasida kuzatilgan. NP100 + NR varianti 2020-yilda **3482 kg/ga**, 2022-yilda esa **4497 kg/ga** don hosilini ta’minlagan [1, 701-b.].

2-jadval. NP100 + NR kombinatsiyasining don hosildorligiga ta’siri

Ko‘rsatkich	2020	2022
NP100 o‘rtacha hosili, kg/ga	2719,0	3653,0
NR o‘rtacha hosili, kg/ga	2996,7	3759,4
NP100 + NR, kg/ga	**3482,0**	**4497,0**

NP100: 40 kg N/ga + 60 kg P_2O_5/ga.
NR: Bacillus atrophaeus + Rhizobium gallicum.
Manba: Erdin va Kulaz, 2025 [1, 701-b.].

Mualliflarning yakuniy xulosasiga ko‘ra, NP100 + NR kombinatsiyasi loviyada don hosildorligi va hosil elementlarini oshirish uchun eng yuqori natijani bergan [1, 703-b.].

Mazkur natijadan muhim metodik xulosa kelib chiqadi: bakterial o‘g‘itlarni mineral o‘g‘itlarning mutlaq o‘rnini bosuvchi vosita sifatida baholashdan ko‘ra, ularning mineral oziqa bilan o‘zaro ta’sirini aniqlash ilmiy jihatdan asosliroqdir.

Fosfor va Rhizobium inokulyatsiyasining o‘zaro ta’siri

Loviya oziqlanishida fosforning o‘rni alohida ahamiyatga ega. Fosfor energiya almashinuvi, ildiz tizimining rivojlanishi va tuganak hosil bo‘lish jarayonlarida ishtirok etadi.

Samago va Dakora tomonidan olib borilgan tadqiqotda ikki xil loviya navi — Hawassa Dume va Ibbado — Rhizobium HB-429 va GT-9 shtammlari bilan inokulyatsiya qilingan hamda 0, 10, 20 va 30 kg/ga P variantlari o‘rganilgan [2, 104–106-b.].

2012-yilda HB-429 shtammi dukkaklar sonini 56%, dukkakdagi urug‘lar sonini 51% va don hosildorligini 49% oshirgan. 2013-yilda esa mazkur ko‘rsatkichlar mos ravishda 38%, 25% va 69% ga oshgan [2, 107-b.].

Fosforning o‘zi ham muhim natija bergan. 10–30 kg/ga P qo‘llanishi 2012-yilda poya biomassasi, tuganaklar soni va tuganaklarning quruq massasini mos ravishda 7–39%, 23–59% va 59–144% oshirgan [2, 107-b.]. 2013-yilda esa bu ko‘rsatkichlar mos ravishda 10–40%, 21–43% va 12–35% oralig‘ida oshgan [2, 107-b.].

3-jadval. Fosfor qo‘llashning loviya hosil elementlariga ta’siri

Fosfor, kg/ga	2012: dukkaklar soni, dona/o‘simlik	2012: urug‘lar soni, dona/dukkak	2012: hosil, t/ga	2013: hosil, t/ga
0	8,33	3,50	1,25	1,35
10	9,17	4,54	2,01	1,87
20	11,50	4,88	2,48	2,53
30	12,03	5,13	2,60	2,65

Manba: Samago va Dakora, 2025 [2, 107-b.].

Tadqiqotda 20 kg/ga fosfor qo‘llashdan keyin hosildorlikning 30 kg/ga variantiga nisbatan keskin farq qilmagani qayd etilgan. Mualliflar shu asosda resurslarni tejash nuqtayi nazaridan 20 kg/ga P me’yorini samarali daraja sifatida ko‘rsatgan [2, 112-b.].

Bu natija mineral o‘g‘itning maksimal miqdorini berish emas, balki biologik jarayonlarni hisobga olgan holda optimal me’yorni aniqlash zarurligini ko‘rsatadi.

Tuganaklanish va biologik azot fiksatsiyasi

© 2026 International Conference on Multidisciplinary Sciences and Innovations . All Rights Reserved.

Rhizobium bakteriyalari bilan loviya o‘rtasidagi simbiotik munosabat biologik azot fiksatsiyasining asosini tashkil etadi. Bunda bakteriya ildiz tukchalari orqali o‘simlik ildiziga kirib, tuganaklarning shakllanishiga olib keladi. Faol tuganaklar atmosfera azotini o‘simlik foydalanishi mumkin bo‘lgan shaklga aylantirishda ishtirok etadi.

Samago va Dakora tadqiqotida HB-429 shtammi bilan inokulyatsiya 2012-yilda tuganaklar sonini 40%, tuganaklarning quruq massasini 54% oshirgan; 2013-yilda esa mos ravishda 39% va 13% o‘sish kuzatilgan [2, 106–107-b.].

Fosfor qo‘llash ham tuganaklanishga ijobiy ta’sir ko‘rsatgan. Mualliflar fosfor bilan ta’minlanish tuganak hosil bo‘lishi va N_2 fiksatsiyasi bilan fiziologik jihatdan bog‘langanligini ta’kidlaydi [2, 112-b.].

Shuning uchun loviyada bakterial o‘g‘it samaradorligini faqat hosil bilan baholash yetarli emas. Tuganaklar soni, ularning quruq massasi va faol tuganaklarning ulushi ham asosiy indikator sifatida hisobga olinishi lozim.

INTEGRATSIYALASHGAN OZIQLANTIRISH TIZIMINING AFZALLIKLARI

2025-yilda Fortu va hammualliflar tomonidan o‘tkazilgan dala tajribasida mikrobial inokulyantning loviya hosildorligi, ildiz tuganaklanishi va tuproqning asosiy oziqa elementlariga ta’siri o‘rganilgan. Tadqiqot randomizatsiyalangan to‘liq blokli dizaynda sakkizta oziqlantirish varianti va to‘rt takror asosida tashkil etilgan [3, article no. e0323854, Methods/Experimental design].

Tadqiqotda nazorat, NPK, parranda go‘ngi, mikrobial inokulyant va ularning turli kombinatsiyalari taqqoslangan. Eng yuqori hosil NPK + parranda go‘ngi + mikrobial inokulyant variantida **3,46 t/ga** bo‘lgan; mikrobial inokulyantning o‘zi qo‘llangan variantda hosil **1,71 t/ga**, nazoratda esa **1,42 t/ga** ni tashkil etgan [3, article no. e0323854, Abstract va Results, Fig. 2].

Mazkur elektron maqolada klassik bosma sahifa raqami mavjud emas. Shuning uchun ilmiy snoskada uydirma “falon-bet” ko‘rsatish o‘rniga **article number + bo‘lim/rasm** ko‘rsatildi. Bu bibliografik jihatdan to‘g‘ri yondashuvdir.

Tadqiqotda integratsiyalashgan variantda tuproq pH ko‘rsatkichi 6,53, tuproq azoti 0,25% va mavjud fosfor 8,68 mg/kg bo‘lgan; nazoratda ushbu ko‘rsatkichlar mos ravishda 5,5, 0,13% va 6,31 mg/kg ni tashkil etgan [3, article no. e0323854, Results, Table 4].

Bu natijalar bakterial inokulyantlarning samarasi faqat o‘simlikning o‘zida emas, balki tuproq-o‘simlik tizimining oziqa elementlari aylanishida ham namoyon bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi.

4-JADVAL. MINERAL VA BAKTERIAL O‘G‘ITLAR SAMARADORLIGINI BAHOLASH MEZONLARI

Ko‘rsatkich	**O‘lchov birligi**	**Ilmiy mazmuni**
O‘simlik bo‘yi	cm	Vegetativ rivojlanish
Dukkaklar soni	dona/o‘simlik	Hosil strukturasining muhim elementi
Dukkakdagi urug‘lar soni	dona	Reproduktiv samaradorlik
100 dona urug‘ massasi	g	Donning yirikligi
Don hosildorligi	kg/ga yoki t/ga	Yakuniy mahsuldorlik
Tuganaklar soni	dona/o‘simlik	Biologik azot fiksatsiyasi
Tuganak quruq massasi	mg/o‘simlik	Simbiotik faoliyat
O‘simlikdagi N	%	Azot o‘zlashtirilishi
Tuproqdagi mineral N	mg/kg	Tuproq azot ta’minoti

© 2026 International Conference on Multidisciplinary Sciences and Innovations . All Rights Reserved.

Ko‘rsatkich	O‘lchov birligi	Ilmiy mazmuni
Harakatchan P	mg/kg	Fosfor ta’minoti
1000 dona urug‘ massasi	g	Hosil sifati
Oziqa elementlaridan foydalanish samaradorligi	kg/kg	Resurs samaradorligi

OZIQA ELEMENTLARIDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI HISOBLASH

Mineral va bakterial o‘g‘itlarning samaradorligini faqat mutlaq hosil miqdori bilan baholash ilmiy jihatdan yetarli emas. O‘g‘it hisobiga olingan qo‘shimcha hosil ham aniqlanishi kerak.

Azotning agronomik samaradorligi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$AE_N = \frac{Y_N - Y_0}{F_N}$$

bu yerda:

AE_n — azotning agronomik samaradorligi, kg hosil/kg N;
Y_n — azot qo‘llangan variant hosili;
Y_0 — nazorat hosili;
F_n — berilgan azot miqdori.

Fosforning agronomik samaradorligi:

$$AE_P = \frac{Y_P - Y_0}{F_P}$$

bu yerda:

AE_p — fosforning agronomik samaradorligi;
Y_p — fosfor qo‘llangan variant hosili;
F_p — berilgan fosfor miqdori.

Bakterial inokulyantning nisbiy samaradorligi:

$$RE_{MI} = \frac{Y_{MI} - Y_0}{Y_0} \times 100$$

bu yerda:

REMI — mikrobial inokulyantning nisbiy samaradorligi;
YMI — inokulyant qo‘llangan variant hosili;
Y_0 — nazorat hosili.

Bunday hisoblash usuli mineral o‘g‘it miqdorini oshirish orqali hosil olish bilan birga o‘g‘it birligiga to‘g‘ri keladigan qo‘shimcha mahsulotni ham baholash imkonini beradi.

O‘ZBEKISTON SHAROITIDA QO‘LLASH IMKONIYATLARI

O‘zbekistonning sug‘oriladigan agroekotizimlarida loviya yetishtirishda mineral va bakterial o‘g‘itlarni integratsiyalash masalasi alohida ahamiyatga ega. Mahalliy tadqiqotlarda loviya yetishtirishning tuproq unumdorligi, biomassasi va oziqa elementlari to‘planishiga ta’siri o‘rganilayotganligi ushbu yo‘nalishning ilmiy-amaliy dolzarbligini ko‘rsatadi.

Biroq xorijiy tajribalarda olingan mineral o‘g‘it me’yorlarini O‘zbekiston tuproqlariga bevosita ko‘chirish ilmiy jihatdan to‘g‘ri emas. Buning sababi tuproqning mexanik tarkibi, gumus miqdori, dastlabki mineral azot va harakatchan fosfor miqdori, sug‘orish rejimi, mahalliy mikroflora va loviya navining genetik xususiyatlari turlicha bo‘lishidir.

Shu sababli O‘zbekiston sharoitida kelgusidagi tajribalarda kamida quyidagi omillarni ikki omilli yoki uch omilli tajriba dizaynida o‘rganish maqsadga muvofiq:

© 2026 International Conference on Multidisciplinary Sciences and Innovations . All Rights Reserved.

A omili — mineral oziqlantirish:
- nazorat;
- NPKning kamaytirilgan me’yori;
- NPKning tavsiya etilgan me’yori.

B omili — bakterial inokulyatsiya:
- inokulyantsiz;
- Rhizobium;
- Bacillus asosidagi preparat;
- Rhizobium + Bacillus konsorsiumi.

C omili — nav/genotip:
- kamida 2–3 xil mahalliy yoki istiqbolli nav.

Bunday tajriba mineral va bakterial omillarning nafaqat alohida, balki o‘zaro ta’sirini statistik jihatdan aniqlash imkonini beradi.

ILMIY YANGILIK

Maqolaning ilmiy-tahliliy yangiligi mineral va bakterial oziqlantirishni alohida texnologiyalar sifatida emas, balki **“mineral oziqa → mikrobiologik faollik → tuganaklanish → azot o‘zlashtirilishi → hosil elementlari → yakuniy hosildorlik”** uzviy tizimi sifatida talqin qilishdan iborat.

Tahlil qilingan manbalar asosida bakterial preparat samaradorligini faqat hosildorlik orqali baholash yetarli emasligi aniqlandi. Bakterial inokulyatsiyaning haqiqiy agronomik samarasi tuganaklar soni, tuganaklarning quruq massasi, o‘simlikdagi azot miqdori, dukkaklar soni, urug‘lar soni, 100 yoki 1000 dona urug‘ massasi va yakuniy hosildorlikning birgalikdagi o‘zgarishi orqali baholanishi lozim.

Shuningdek, mineral va bakterial o‘g‘itlar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirni aniqlashda tajriba dizaynining omilli shaklda tashkil etilishi metodik jihatdan ustunligi ko‘rsatildi.

XULOSA

Tahlil qilingan ilmiy manbalar Phaseolus vulgaris L. loviyasida mineral va bakterial o‘g‘itlarning o‘zaro ta’siri hosildorlikni boshqarishning muhim agrobiologik omili ekanligini ko‘rsatadi.

Birinchidan, mineral azot va fosfor loviyaning vegetativ rivojlanishi, ildiz tizimi, tuganaklanishi va hosil elementlari shakllanishi uchun muhim oziqa manbalaridir. Biroq mineral o‘g‘itlarni me’yoridan ortiq qo‘llash o‘rniga o‘simlikning biologik azot fiksatsiyasi imkoniyatlaridan foydalanish maqsadga muvofiq.

Ikkinchidan, Rhizobium va Bacillus guruhidagi bakteriyalar loviya oziqlanishini yaxshilash, ildiz tizimi va tuganaklanishni rag‘batlantirish hamda hosil shakllanishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

Uchinchidan, Erdin va Kulazning 2025-yilgi ikki yillik dala tajribasida NP100 + NR kombinatsiyasi, ya’ni 40 kg N/ga + 60 kg P_2O_5/ga hamda Bacillus atrophaeus + Rhizobium gallicum, 2020-yilda 3482 kg/ga, 2022-yilda esa 4497 kg/ga don hosilini ta’minlagan [1, 701-b.]. Tadqiqot mualliflari ushbu kombinatsiyada hosil komponentlari ham yuqori bo‘lganini qayd etgan [1, 701-b.].

To‘rtinchidan, Rhizobium inokulyatsiyasi va fosfor qo‘llash bo‘yicha Samago va Dakora tadqiqotida HB-429 shtammi dukkaklar soni, urug‘lar soni va don hosilini oshirgan [2, 107-b.]. 10–30 kg/ga fosfor qo‘llash tuganaklanish va tuganak quruq massasiga ham ijobiy ta’sir ko‘rsatgan [2, 107-b.].

Beshinchidan, Fortu va hammualliflarning 2025-yilgi tadqiqotida mikrobial inokulyantning o‘zi nazoratga nisbatan yuqori hosil bergan, mineral, organik va mikrobial oziqlantirishning integratsiyasi esa 3,46 t/ga hosil bilan eng yuqori natijani ko‘rsatgan [3, article no. e0323854, Abstract va Results, Fig. 2].

© 2026 International Conference on Multidisciplinary Sciences and Innovations . All Rights Reserved.

Oltinchidan, bakterial preparatlarni mineral o‘g‘itlarning universal o‘rnini bosuvchi vosita sifatida emas, balki tuproq sharoiti, nav, mineral oziqa darajasi va mahalliy mikrobiologik muhitga moslashtirilgan integratsiyalashgan oziqlantirish tizimining tarkibiy qismi sifatida baholash ilmiy jihatdan asosli hisoblanadi.

Yettinchidan, O‘zbekiston sharoitida kelgusidagi dala tajribalarida mineral oziqlantirish darajasi va bakterial inokulyatsiyaning o‘zaro ta’sirini ikki yoki uch omilli tajriba sxemasida o‘rganish, bunda tuganaklanish, o‘simlikdagi azot, hosil strukturasining elementlari va don hosildorligini birgalikda baholash tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Erdin F., Kulaz H. The Effect of Inorganic and Microbial Fertilizer Applications on the Grain Yield and Some Agronomic Characters of the Bean (Phaseolus vulgaris L.) // Legume Research – An International Journal. – 2025. – Vol. 48, Issue 4. – P. 696–704. DOI: **10.18805/LRF-838**.

2. Samago T.Y., Dakora F.D. Combined use of Rhizobium inoculation and low phosphorus application increased plant growth, root nodulation and grain yield of common bean (Phaseolus vulgaris) in Ethiopia // Frontiers of Agricultural Science and Engineering. – 2025. – Vol. 12, No. 1. – P. 104–116. DOI: **10.15302/J-FASE-2024556**.

3. Fortu S.T., Tening A.S., Ndzeshala S.T., Ngosong C. Exploring the potential of microbial inoculant to enhance common bean (Phaseolus vulgaris L.) yield via increased root nodulation and soil macro-nutrients // PLOS ONE. – 2025. – Vol. 20, No. 10. – e0323854. DOI: **10.1371/journal.pone.0323854**.

4. Abebe H., Getie B., Yilak T., Ayalew T.G. Rhizobium Inoculation and Phosphorus Application on Nodulation and Yield of Common Bean in Ethiopia // Legume Science. – 2025. – Vol. 7, No. 2. – e70029. DOI: **10.1002/leg3.70029**.

5. Samago T.Y., Anniye E.W., Dakora F.D. Grain yield of common bean (Phaseolus vulgaris L.) varieties is markedly increased by rhizobial inoculation and phosphorus application in Ethiopia // Symbiosis. – 2018. – Vol. 75. – P. 245–255. DOI: **10.1007/s13199-017-0529-9**.