2. Qaralgan sistemada Zeydel usuli Yakobi usuliga nisbatan 2,25 marta kam iteratsiya talab qildi (8 va 18).

3. SOR usulida optimal parametrni to‘g‘ri tanlash muhim: $\omega = 1{,}5$ da iteratsiyalar soni optimal holatga nisbatan uch marta ortdi.

4. Yakobi usuli komponentalarni parallel hisoblash imkonini beradi, ketma-ket hisoblashda esa Zeydel va SOR usullari afzal.

Keyingi ishda katta o‘lchamli siyrak sistemalar uchun qo‘shma gradientlar usuli va oldindan shartlash (preconditioning) usullari o‘rganiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Burden R.L., Faires J.D. Numerical Analysis. 9th ed. — Boston: Brooks/Cole, 2011.

2. Saad Y. Iterative Methods for Sparse Linear Systems. 2nd ed. — Philadelphia: SIAM, 2003.

3. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. — М.: Наука, 1989.

4. Young D.M. Iterative Solution of Large Linear Systems. — New York: Academic Press, 1971.

ARPA YETISHTIRISHDA BIOLOGIK PREPARATLARDAN FOYDALANISHNING EKOLOGIK VA AGROBIOTEXNOLOGIK ISTIQBOLLARI

Ropijonova Durdona Alisher qizi

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universitetining Jizzax filiali Biotexnologiya kafedrasi I -kurs magistranti

Annotatsiya. Mazkur tezisda arpa (*Hordeum vulgare L.*) yetishtirishda biologik preparatlardan foydalanishning ekologik va agrobiotexnologik ahamiyati tahlil qilingan. O‘simlik o‘sishi va rivojlanishini rag‘batlantiruvchi mikroorganizmlarning biologik xususiyatlari, ularning oziqa elementlarini o‘zlashtirish jarayonidagi ishtiroki hamda tuproq unumdorligini saqlashdagi imkoniyatlari yoritilgan. Shuningdek, ko‘p komponentli mikrobiologik preparatlardan foydalanish istiqbollari va ularni arpa yetishtirish texnologiyasiga joriy etish masalalari ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: arpa, biologik preparat, biostimulyator, rizobakteriyalar, mikroorganizmlar, tuproq unumdorligi, agrobiotexnologiya, ekologik barqarorlik.

Kirish. Bugungi kunda qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishida ekologik xavfsiz va resurs tejamkor texnologiyalarni joriy etish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Aholi sonining ortishi, oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan talabning oshishi hamda iqlim o‘zgarishi sharoitida qishloq xo‘jaligi ekinlarining hosildorligini barqaror saqlash dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Shu jihatdan arpa (*Hordeum vulgare L.*) oziq-ovqat, yem-xashak va sanoat xomashyosi sifatida muhim qishloq xo‘jaligi ekinlaridan biri hisoblanadi.

Arpa yetishtirishda mineral o‘g‘itlardan foydalanish o‘simlikning oziqlanishini ta’minlashda muhim o‘rin tutadi. Biroq ulardan me’yoridan ortiq foydalanish tuproq va suv resurslariga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli biologik preparatlardan foydalanish mineral oziqlantirishni optimallashtirish, tuproq mikrobiologik faolligini qo‘llab-quvvatlash va ekologik barqaror dehqonchilikni rivojlantirishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri sifatida qaralmoqda.

Asosiy qism. Biologik preparatlar tarkibida o‘simliklar bilan o‘zaro foydali munosabatga kirishuvchi bakteriyalar va zamburug‘lar mavjud bo‘lib, ular o‘simliklarning oziqlanishi va rivojlanishiga turli mexanizmlar orqali ta’sir ko‘rsatadi. Xususan, *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Pseudomonas* va *Azotobacter* avlodlariga mansub ayrim mikroorganizmlar o‘simlik o‘sishini rag‘batlantiruvchi xususiyatlarga ega. Ular atmosferadagi azotni biologik bog‘lash, fosforning o‘simliklar o‘zlashtira oladigan shakllarini hosil qilish, fitogormonlar sintezida ishtirok etish va ayrim stress omillariga chidamlilikni oshirish kabi jarayonlarda qatnashishi mumkin (Kumar et al., 2022).

Arpa yetishtirishda fosforni eruvchan holatga o‘tkazuvchi rizosfera bakteriyalaridan foydalanish alohida ahamiyatga ega. Ibáñez et al. (2021) tomonidan olib borilgan tadqiqotda fosfatlarni eruvchanlashtiruvchi bakteriyalarning arpa o‘simligi mahsuldorligiga ta’siri o‘rganilgan. Ushbu tadqiqot rizosfera mikroorganizmlaridan foydalanish arpaning oziqa elementlarini o‘zlashtirish imkoniyatlarini yaxshilashda muhim agrobiotexnologik yondashuv ekanligini ko‘rsatadi.

Biologik preparatlarning ekologik ahamiyati, avvalo, tuproqdagi biologik jarayonlarni qo‘llab-quvvatlash va o‘simliklarning oziqa elementlaridan samarali foydalanishiga ko‘maklashish bilan belgilanadi. Ularni ilmiy asoslangan agrotexnik tadbirlar bilan uyg‘unlashtirish mineral o‘g‘itlardan foydalanish samaradorligini oshirish imkonini berishi mumkin. Ayniqsa, sho‘rlanish va qurg‘oqchilik kuzatiladigan hududlarda biologik preparatlarning o‘simliklarning stress sharoitlariga moslashishidagi imkoniyatlarini o‘rganish muhimdir.

Ferioun et al. (2025) tadqiqotida mikrobial biostimulyatorlar va qurg‘oqchilikka chidamli arpa genotiplaridan foydalanish masalalari tahlil qilingan. Mualliflar biologik stimulyatorlardan foydalanishning suv tanqisligi sharoitidagi ahamiyatini yoritgan. Shuningdek, Alotaibi et al. (2024) sho‘rlangan tuproq sharoitida arpaning o‘sishi, hosildorligi va oziqa elementlarini o‘zlashtirishida biologik o‘g‘itlardan foydalanish masalalarini o‘rgangan.

Agrobiotexnologik nuqtayi nazardan, bir nechta foydali mikroorganizmlardan tashkil topgan bakterial konsorsiumlardan foydalanish ham istiqbolli hisoblanadi. Bunday preparatlarda mikroorganizmlarning o‘zaro mosligi, yashovchanligi va biologik faolligi muhim ahamiyatga ega. Jumladan, *Paenibacillus polymyxa* va *Enterobacter cloacae* bakteriyalarini o‘z ichiga oluvchi Rizoto‘plam biopreparati arpa yetishtirish texnologiyasida o‘rganishga arziydigan mikrobiologik vositalardan biridir.

Mazkur preparatning arpa o‘simligiga ta’sirini baholash uchun urug‘larning laboratoriya sharoitidagi unuvchanligi, ildiz va poya uzunligi, o‘simlik biomassasi, shuningdek, tuproqning ayrim mikrobiologik ko‘rsatkichlarini o‘rganish maqsadga

muvofiq. Bunda preparat qo‘llanilgan va qo‘llanilmagan variantlarni taqqoslash orqali uning biologik samaradorligini ilmiy asosda baholash mumkin. Shuningdek, bakterial shtammlarning identifikatsiyasi, o‘zaro mosligi va biologik xavfsizligini tekshirish ham tadqiqotning muhim bosqichi hisoblanadi.

Shunday qilib, biologik preparatlarni arpa yetishtirish texnologiyasiga joriy etish nafaqat o‘simliklarning oziqlanish jarayonlarini takomillashtirish, balki tuproq biologik faolligini saqlash va ekologik jihatdan barqaror agrotexnologiyalarni rivojlantirish uchun ham muhim imkoniyat yaratadi.

Xulosa. Arpa yetishtirishda biologik preparatlardan foydalanish ekologik xavfsiz va agrobiotexnologik jihatdan istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Foydali mikroorganizmlar o‘simliklarning oziqa elementlarini o‘zlashtirishiga, ildiz tizimining rivojlanishiga va noqulay tashqi muhit omillariga moslashishiga ko‘maklashishi mumkin.

Ko‘p komponentli mikrobiologik preparatlar, jumladan, Rizoto‘plam biopreparatining arpa o‘simligiga ta’sirini o‘rganish kelgusidagi ilmiy tadqiqotlar uchun muhim yo‘nalish hisoblanadi. Bunda preparatning samaradorligini laboratoriya va dala tajribalari asosida baholash, mikroorganizmlarning biologik xususiyatlari va xavfsizligini aniqlash zarur.

Umuman olganda, biologik preparatlarni mineral oziqlantirish va an’anaviy agrotexnik tadbirlar bilan ilmiy asosda uyg‘unlashtirish arpa yetishtirishning resurs tejamkor, ekologik barqaror va samarali texnologiyalarini ishlab chiqishga xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1.Alotaibi, M. M., Aljuaid, A., Alsudays, I. M., Aloufi, A. S., AlBalawi, A. N., Alasmari, A., Alghanem, S. M. S., Albalawi, B. F., Alwutayd, K. M., Gharib, H. S., & Awad-Allah, M. M. A. (2024). Effect of bio-fertilizer application on agronomic traits, yield, and nutrient uptake of barley (*Hordeum vulgare*) in saline soil. *Plants, 13*(7), 951.

2.Ferioun, M., Zouitane, I., Bouhraoua, S., Elouattassi, Y., Belahcen, D., Errabbani, A., Louahlia, S., Sayyed, R., & El Ghachtouli, N. (2025). Applying microbial biostimulants and drought-tolerant genotypes to enhance barley growth and yield under drought stress. *Frontiers in Plant Science*, *15*, 1494987.

3.Ibáñez, A., Diez-Galán, A., Cobos, R., Calvo-Peña, C., Barreiro, C., Medina-Turienzo, J., Sánchez-García, M., & Coque, J. J. R. (2021). Using rhizosphere phosphate solubilizing bacteria to improve barley (*Hordeum vulgare*) plant productivity. *Microorganisms, 9*(8), 1619.

4. Kumar, S., Diksha, Sindhu, S. S., & Kumar, R. (2022). Biofertilizers: An ecofriendly technology for nutrient recycling and environmental sustainability. *Current Research in Microbial Sciences, 3*, 100094.

5.Wang, X., Wu, Z., Xiang, H., He, Y., Zhu, S., Zhang, Z., Li, X., & Wang, J. (2023). Whole genome analysis of *Enterobacter cloacae* Rs-2 and screening of genes related to plant-growth promotion. *Environmental Science and Pollution Research, 30,* 21548–21564.