

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR**

1995-yildan nashr etiladi
Yilda 6 marta chiqadi

2-2024

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТНИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

Ж.М.Курбонов, С.С.Сабилов, М.Ж.Курбонова Исследование предельных напряжений плодов и овощей в процессе конвективной сушки	7
Ж.М.Курбонов, С.С.Сабилов, М.Ж.Курбонова Конвективная сушка плодов методами предварительного окуривания и бланширования	13
Sh.A.Ashirov, S.T.Boqiyev Umumiy fizika praktikumlarida eksperimental ko'nikmalarni rivojlantirish metodikasi.....	18
F.D.Jo'rayev, G'X.Maxmatqulov Yashirin tebranishlarning yaqinlashish sharti asosida raqamli tizim turg'unligini baholash algoritmi	22
I.D.Yakubov Separator-tozalagich qurilmasining parametrlari	31
<hr/>	
M.A.Axmadaliev, N.M.Yakubova Инновационные пути получения фурано-эпоксидные связующего	34
E.U.Eshchanov, Sh.B.Hasanov, O.I.Xudoyberganov, Z.Sh.Abdullayeva, S.M.Kalandarova, Sh.O.Xo'sinova Nikel(II) atsetati hamda qahrabo kislotasining natriyli tuzi bilan kompleksi sintezi va strukturasi	41
G.Q.Otamuxamedova, O.E.Ziyadullayev, F.X.Buriyev, L.Q.Ablakulov, O.E.Boytemirov Atsetilen spirtlari murakkab efirlari sintezi	48
I.R.Asqarov, G'O.To'ychiev Determination of antiradical activity of plant extracts	55
A.X.Xaydarov, O.M.Nazarov Olma o'simligining makro va mikroelement tarkibini icp-ms usulida o'rganish	60
N.Y.Saidahmedova Tut bargi, ipak qurti, pilla va chiqindisi kimyoviy tarkibining qiyosiy tahlili	67
O.K.Asqarova, G.M.Ikromova, E.X.Botirov Изучение состава эфирного масла надземной части <i>Salvia deserta</i> флоры Узбекистана	72
F.B.Eshqurbonov, A.X.Raximov, X.X.Xudoyqulov, M.R.O'ralova Tuproqlarda uchraydigan organik uglerod miqdorini "walkley-black" usuli yordamida aniqlash.....	78
<hr/>	
D.N.Kadirova <i>Zingiber officinale</i> L. O'simligini Termiz tumani tuproq iqlim sharoitidagi introduksiyasi.....	83
X.S.Umurzaqova, G.M.Zokirova Farg'ona vodiysida keng tarqalgan anor zararkunanda hasharotlari (Hemiptera) haqida ma'lumotlar.....	86
B.M.Sheraliyev Orol dengizi havzasi <i>Sabanejewia</i> Vladykov, 1929 (Teleostei: Cobitidae) populyatsiyalarining taksonomik tahlili.....	92
O.S.Azamov, Sh.A.Xalimov, M.R.Begmatova, Y.Q.Qayumova, D.I.Komilova Farg'ona viloyati suv havzalarida tarqalgan <i>Petroleuciscus squaliusculus</i> (Kessler, 1872) ning morfometrik ko'rsatkichlariga asoslangan qiyosiy tahlil.....	99
Z.A.Jabbarov, D.P.Jabborova, M.Dustova Bamiya o'simligi ildiz tizimining morfologik ko'rsatkichlariga biochar va mineral o'g'itlarning ta'siri	111



UO'K:633/631.5

**BAMIYA O'SIMLIGI ILDIZ TIZIMINING MORFOLOGIK KO'RSATKICHLARIGA
BIOCHAR VA MINERAL O'G'ITLARNING TA'SIRI****ВЛИЯНИЕ БИОЧАРОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА MORFOLOGICHESKIE
ПОКАЗАТЕЛИ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ РАСТЕНИЯ БАМИЯ****THE EFFECT OF BIOCHAR AND MINERAL FERTILIZERS ON MORPHOLOGICAL
INDICATORS OF THE ROOT SYSTEM IN OKRA PLANT****Jabbarov Zafarjon Abdugarimovich¹** ¹O'zbekiston Milliy universiteti tuproqshunoslik kafedrasini, biologiya fanlari doktori, professor
ORCID 0000-0003-2816-6347**Jabborova Dilfuza Pushkinovna²** ²O'zbekiston Milliy universiteti yetakchi ilmiy xodimi, biologiya fanlari doktori**Dustova Mehriqul³**³Buxoro viloyati G'ijduvon tumani 60-maktab biologiya fani o'qituvchisi**Annotatsiya**

Maqolada bamiya o'simligi ildiz tizimining morfologik ko'rsatkichlariga biochar va mineral o'g'itlarning ta'siri o'rganilgan. Bamiya o'simligining umumiy ildiz uzunligini, ildiz diametrini, ildiz yuzasini va ildiz hajmini birgalikda biochar va mineral o'g'itlar qo'llanilgan variantlar eng yuqori oshirganligi aniqlangan.

Аннотация

В статье изучено влияние биочаров и минеральных удобрений на морфологические показатели корневой системы растения бамия. Было обнаружено, что общая длина корня, диаметр корня, поверхность корня и размер корня растения бамии в сочетании с биочаром и минеральными удобрениями были увеличены в наибольшей степени.

Abstract

In the article, the effect of biochar and mineral fertilizers on the morphological indicators of the root system in okra plants was studied. It was determined that the total root length, root diameter, root surface area, and root volume of okra plant were increased the highest by treatments using combination with biochar and mineral fertilizers.

Kalit so'zlar: Bamiya, biochar, mineral o'g'itlar, umumiy ildiz uzunligi, ildiz diametri, ildiz yuzasi, ildiz hajmi.**Ключевые слова:** бамия, биочар, удобрение, почвы, корень, рост-развитие, влага.**Key words:** Okra, biochar, mineral fertilizers, total root length, root diameter, root surface area, root volume.**KIRISH**

Aholi sonining yildan yilga oshishi, o'z navbatida, aholining oziq-ovqatga, dorivor o'simliklarga va sabzavotlarga bo'lgan talabining oshishiga olib kelmoqda. Bamiya o'simligi ham dorivor ham sabzavot ekin bo'lib muhim ahamiyatga ega. Bu o'simlik dunyoning subtropik va tropik mintaqalarida yetishtiriladigan savzavot va dorivor ekindir [1]. Mevasining tarkibida oqsil, uglevodlar, moy, tiamin, vitamin, riboflavin, makroelementlar va mikroelementlar mavjud [2-3]. Awodoyin va Olubode ma'lumotlariga ko'ra [4], bamiyaning pishmagan mevalari va barglaridan mazali sho'rva tayyorlanadi. Bamiyaning bargi, guli, mevasi va urug'lari oziq-ovqatda va tibbiyotda ishlatiladi [5]. Ayniqsa, mevasining tarkibida shilimshiq moddalar bo'lganligi tufayli oshqozon ichak-kasalliklarini davolashda, qon aylanish tizimini yaxshilashda va qondagi qand miqdorini pasaytirishda foydalaniladi [6]. Bamiya o'simligi mineral moddalarga boy bo'lib, uning tarkibida kaliy (K), natriy (Na), Mg (magniy), temir (Fe) rux (Zn), marganes (Mn) va boshqa mineral moddalar mavjud [7].

O'simlikni yetishtirishda hosildorlikni oshirish azot, fosfor va kaliyning maqbul nisbatidan foydalanishni talab qiladi. Shuning bilan birga, yuqori mahsuldorlikka erishishning asosiy kaliti mineral o'g'itlardan, ayniqsa, azot, fosfor va kaliydan to'g'ri foydalanishdir. Mineral o'g'itlardan foydalanmaslik tuproqdagi ozuqa moddalarining nomutanosibligiga olib keladi va tuproq xususiyatlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shuningdek, tuproq tarkibida ozuqa moddalar miqdori kamayib, o'simlik tomonidan o'zlashtirilish jarayoni kamayadi, o'simlik hosildorligi kamayadi. Bamiya uzoq vaqt davomida meva beradi va yuqori hosil va sifatni yaxshilash uchun muvozanatli va yetarli miqdorda ozuqa moddalariga muhtojlik sezadi [8]. Mineral o'g'itlar ekinning ozuqa moddalariga bo'lgan ehtiyojini qondirishda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Oziq moddalarning doimiy ravishda kamayishi barqaror qishloq xo'jaligiga katta xavf tug'diradi.

Mineral o'g'itlardan foydalanish ekinlar hosildorligini, tuproq rN, umumiy ozuqaviy tarkibini va ozuqa moddalarining mavjudligini yaxshilashi mumkin. Ayniqsa, tuproq unumdorligi past bo'lgan tuproq unumdorligi va eroziyaga salbiy ta'sir ko'rsatadigan tropiklarda, ozuqa moddalari holatining yomonlashishiga va tuproq organizmlari populyatsiyasining o'zgarishiga olib keladi. Meena va boshqalarning xabar berishicha [9], bamiya yetishtirishda gektariga 90 kg azot, 60 kg fosfor va kaliy qo'llanilgan. Mineral o'g'itlarni shu tartibda qo'llash o'simlik balandligini 40 kundan keyin (28,10 sm), 60 kunda (75,40 sm) va 80 kunda (106 sm) o'stirganligi va shuningdek, urug' unib chiqishini (91,96 %) oshirganligi qayd etilgan.

Bamiyaning o'sishini va hosildorligini oshirishda organik o'g'itlar muhim rol o'ynaydi. Ayniqsa, biochar o'simliklarning o'sishini yaxshilashi bilan birga hosildorlikni ham oshirib beradi [10-12]. Biochar – bu uglerodga boy bo'lgan modda bo'lib, yog'och, o'simlik qoldiqlari, barglari va boshqa organik chiqindilarni kislorodsiz yopiq sharoitda qizdirishdan olinadigan mahsulot hisoblanadi [13-14]. Biochar dunyodagi global isish darajasini pasaytirish va atmosferadagi CO₂ kontsentratsiyasini kamaytirish hamda qishloq xo'jaligida foydalaniladigan tuproqni yaxshilashda muhim rol o'ynaydi [15-17]. Biocharni qo'llash tuproqdagi mikroblarning faolligini oshiradi va tuproqning fizik-kimyoviy xususiyatlarini yaxshilaydi [18-20]. Tadqiqotlarimizda, bamiya o'simligi ildiz tizimining morfologik ko'rsatkichlariga biochar va mineral o'g'itlarning ta'siri o'rganildi.

TADDIQOT OBYEKTI VA QO'LLANILGAN METODLAR

Tadqiqotning obyektlari sifatida bamiya urug'i, mineral o'g'itlar va biochar qo'llanildi. Biochar O'zbekiston Milliy universiteti biologiya fakulteti "tuproqshunoslik" kafedrasidan olindi.

Tadqiqotlarni olib borishda bamiya urug'idan foydalanildi. Tuvak tajribasi uchun oltita variant tanlab olindi: 1- variant o'g'itsiz, nazorat varianti bo'lib, qolgan variantlarni taqqoslash uchun olindi; 2- variant biochar; 3- variant gektariga N₈₀P₅₀K₅₀ kg mineral o'g'it; 4- variant gektariga N₁₂₀P₇₅K₇₅ kg mineral o'g'it; 5- variant mineral o'g'it va biochar (N₈₀P₅₀K₅₀ kg+biochar) va 6- variant mineral o'g'it va biochar (N₁₂₀P₇₅K₇₅ kg +biochar) qo'llanildi.

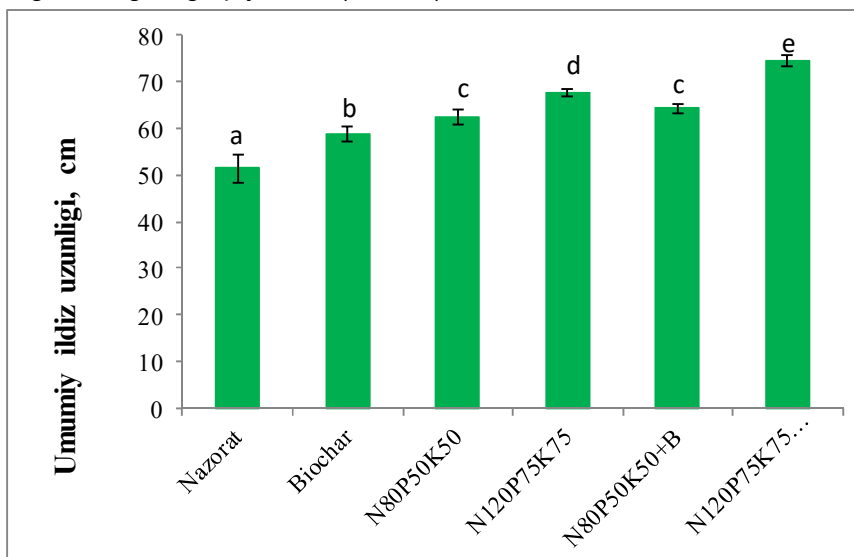
Tadqiqotlar Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi institutida Net house sharoitida olib borildi. Tajribalar 8,0 kg. tuproq solingan tuvaklarda olib borildi. Tajribada tuproqqa biochar qo'llanildi. Biochar O'zbekiston Milliy universiteti biologiya fakulteti "tuproqshunoslik" kafedrasidan olindi.

Bamiya o'simligi tuvakda 60 kun davomida o'stirildi. Bu o'simlik ildiz tizimining morfologik ko'rsatkichlari 60 kunda tahlil qilindi. O'simlik ildiz tizimining morfologik ko'rsatkichlaridan umumiy ildiz uzunligi, ildiz maydoni, ildiz yuzasi, ildiz hajmi va ildiz diametri 60 kunda tahlil qilindi. Bamiya ildizi tizimining morfologik ko'rsatkichlarini aniqlashda maxsus idishga suv solinib, bamiya ildizi bir tekis qilib yoyib chiqildi hamda ildiz rangli rasm holda skaner qilindi (STD4800, Epson Kanada) va ildiz uzunligi, ildiz yuzasi, ildiz maydoni, ildiz diametri va ildiz hajmi Win-Rhizo dasturi yordamida tahlil qilindi.

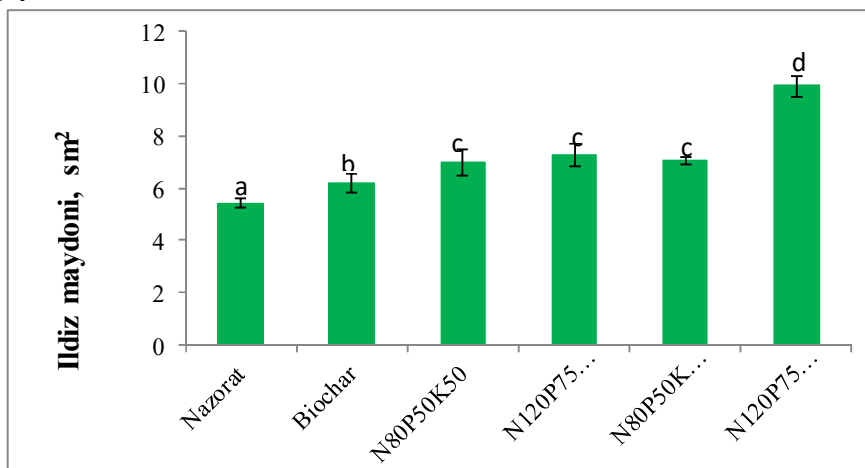
Olingan natijalar IBM SPSS 20 Statistics dasturining (ANOVA) dagi Duncanning ko'p faktorli testi yordamida tahlil qilindi. Variatsiyalar analizi (ANOVA) Duncanning ko'p faktorli testi yordamida bamiya o'simligi ildiz tizimining morfologik ko'rsatkichlariga biochar va mineral o'g'itlarning ta'siri tahlil qilindi. Barcha tajribalar uch marotaba qaytarildi va olingan natijalar tahlil qilindi. Unda ishonchlilik darajasi $P < 0.05$ oralig'ida harflarda tahlil qilindi.

OLINGAN NATIJALAR VA ULARNING TAHLILI

Tajribalar davomida bamiyaning ildizi morfologik xususiyatlariga biochar va mineral o'g'itlarning ta'siri 60 kunda tahlil qilindi. Olingan natijalarning tahliliga ko'ra, alohida biochar qo'llanilgan variant nazoratga nisbatan bamiya o'simligining umumiy ildiz uzunligini 14% ga oshirgan bo'lsa, gektariga $N_{80}P_{50}K_{50}$ kg miqdorda o'g'it qo'llanilgan variant esa o'simlikning umumiy ildiz uzunligini 21% ga oshirganligi aniqlandi. Bamiyaning ildiz uzunligini nazoratga nisbatan birgalikda mineral o'g'itlar va biochar qo'llanilgan variantlar yuqori oshirganligi aniqlandi. Gektariga $N_{80}P_{50}K_{50}$ kg+ biochar qo'llanilgan variant nazoratga nisbatan o'simlikning umumiy ildiz uzunligini 25% oshirgan bo'lsa, $N_{120}P_{75}K_{75}$ kg+ biochar qo'llanilgan variant esa o'simlikning umumiy ildiz uzunligini 45% ga oshirganligi qayd etildi(1-rasm).

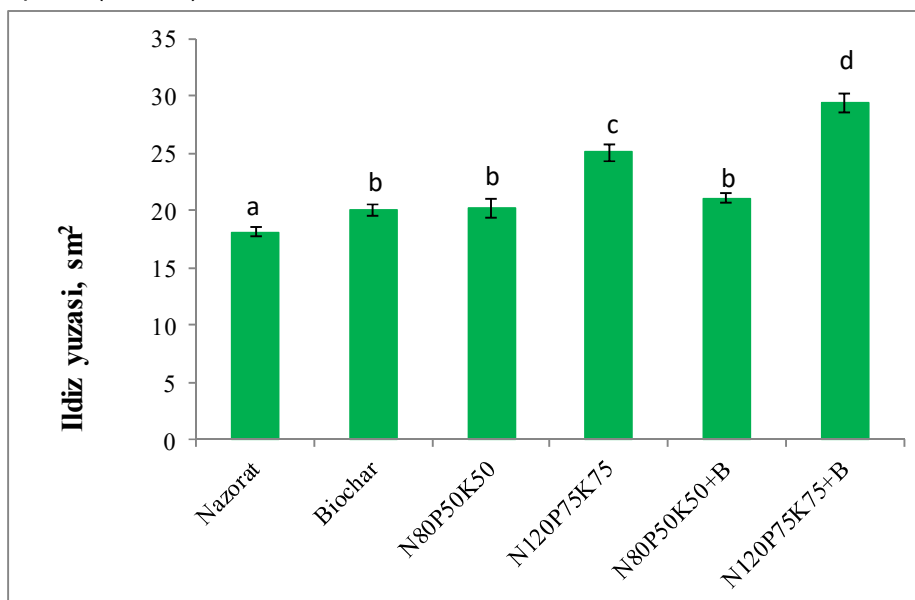
**1-rasm. Bamiya o'simligining umumiy ildiz uzunligi**

O'simlik ildiz maydoni 60 kunda tahlil qilinganda alohida biochar qo'llanilgan variant nazoratga nisbatan bamiya o'simligining ildiz maydonini 15% ga oshirganligi aniqlandi. Gektariga $N_{80}P_{50}K_{50}$ kg miqdorda o'g'it qo'llanilgan variant nazoratga nisbatan o'simlik ildiz maydonini 28% ga oshirgan bo'lsa, $N_{120}P_{75}K_{75}$ kg miqdorda o'g'it qo'llanilgan variant esa o'simlik ildiz maydonini 34% ga oshirganligi qayd etildi.

**2-rasm. Bamiya o'simligining ildiz maydoni**

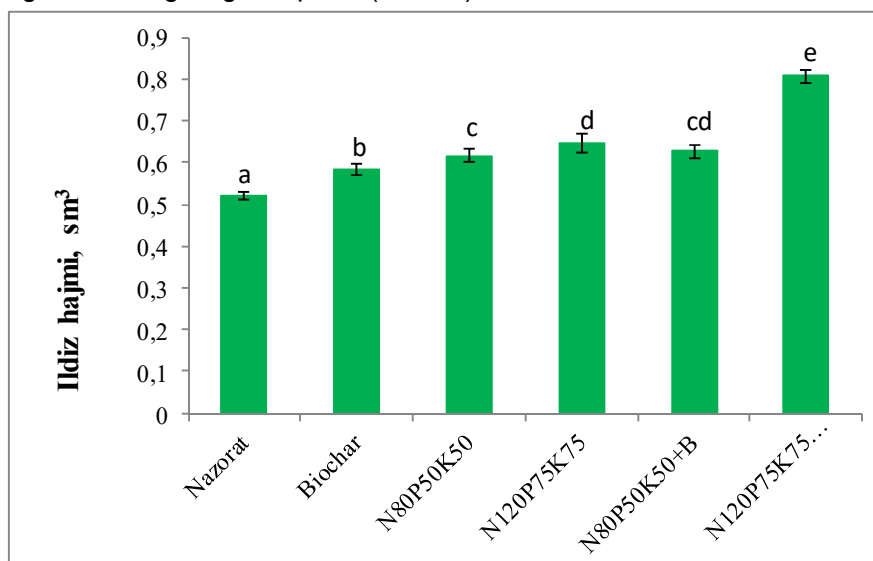
Gektariga $N_{80}P_{50}K_{50}$ kg + biochar qo'llanilgan variant nazoratga nisbatan tahlil qilinganda o'simlik ildiz maydonini 31% gacha, gektariga $N_{120}P_{75}K_{75}$ kg+ biochar qo'llanilgan variant esa

o'simlik ildiz maydonini 83% gacha oshirganligi aniqlandi (2-rasm). O'simlikning ildiz yuzasi tahlil qilinganda alohida biochar qo'llanilgan variant nazoratga nisbatan bamiya o'simligining ildiz yuzasini 10% ga oshirganligi aniqlandi. Gektariga $N_{80}P_{50}K_{50}$ kg miqdorda o'g'it qo'llanilgan variant nazoratga nisbatan o'simlik ildiz yuzasini 11% ga oshirgan bo'lsa, $N_{120}P_{75}K_{75}$ kg miqdorda o'g'it qo'llanilgan variant esa o'simlik ildiz yuzasini 38% ga oshirganligi qayd etildi. Gektariga $N_{80}P_{50}K_{50}$ kg + biochar qo'llanilgan variant nazoratga nisbatan tahlil qilinganda, o'simlik ildiz yuzasini 16% gacha, gektariga $N_{120}P_{75}K_{75}$ kg+ biochar qo'llanilgan variant esa o'simlik ildiz yuzasini 62% gacha oshirganligi aniqlandi (3-rasm).



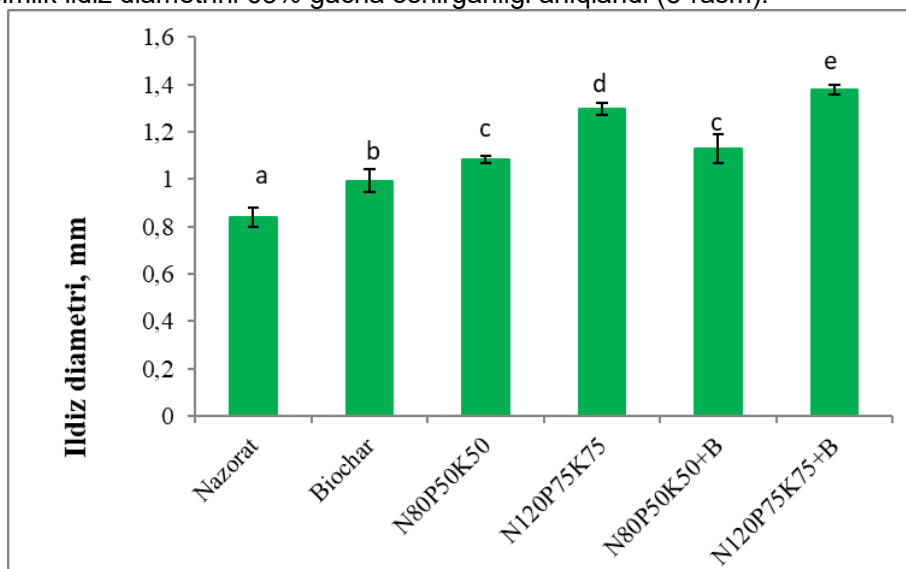
3-rasm. Bamiya o'simligining ildiz yuzasi

O'simlikning ildiz hajmi tahlil qilinganda alohida biochar qo'llanilgan variant nazoratga nisbatan bamiya o'simligining ildiz hajmini 11% ga oshirganligi aniqlandi. Gektariga $N_{80}P_{50}K_{50}$ kg miqdorda o'g'it qo'llanilgan variant nazoratga nisbatan o'simlik ildiz hajmini 17% ga oshirgan bo'lsa, $N_{120}P_{75}K_{75}$ kg miqdorda o'g'it qo'llanilgan variant esa o'simlik ildiz hajmini 23% ga oshirganligi qayd etildi. Gektariga $N_{80}P_{50}K_{50}$ kg + biochar qo'llanilgan variant nazoratga nisbatan tahlil qilinganda, o'simlik ildiz hajmini 19% gacha, gektariga $N_{120}P_{75}K_{75}$ kg+ biochar qo'llanilgan variant esa o'simlik ildiz hajmini 54% gacha oshirganligi aniqlandi (4-rasm).



4-rasm. Bamiya o'simligining ildiz hajmi

O'simlikning ildiz diametri tahlil qilinda alohida biochar qo'llanilgan variant nazoratga nisbatan bamiya o'simligining ildiz diametrini 17% ga oshirganligi aniqlandi. Gektariga $N_{80}P_{50}K_{50}$ kg miqdorda o'g'it qo'llanilgan variant nazoratga nisbatan o'simlik ildiz diametrini 28% ga oshirgan bo'lsa, $N_{120}P_{75}K_{75}$ kg miqdorda o'g'it qo'llanilgan variant esa o'simlik ildiz diametrini 53% ga oshirganligi qayd etildi. Gektariga $N_{80}P_{50}K_{50}$ kg + biochar qo'llanilgan variant nazoratga nisbatan tahlil qilinda, o'simlik ildiz diametrini 34% gacha, gektariga $N_{120}P_{75}K_{75}$ kg+ biochar qo'llanilgan variant esa o'simlik ildiz diametrini 63% gacha oshirganligi aniqlandi (5-rasm).

**5-rasm. Bamiya o'simligining ildiz diametri**

Bir qator olimlarning ta'kidlashicha, biochar sabzavotlarning o'sishini va ildiz morfologik ko'rsatkichlarini yaxshilagan [21-23]. Wan va boshqalarning [24] ilmiy izlanishlariga ko'ra, biochar qo'llanilganda *Zea mays* L. o'simligining biochar o'simlikning umumiy ildiz uzunligini, diametrini, ildiz hajmini va ildiz maydonini yaxshilagan.

XULOSA

Bamiya o'simligining ildiz morfologik ko'rsatkichlari o'rganilganda, biochar o'simlikning umumiy ildiz uzunligini, diametrini, ildiz hajmini va ildiz maydonini oshishiga olib keladi. Bamiya o'simligining ildiz morfologik ko'rsatkichlarini nazoratga nisbatan birgalikda biochar va mineral o'g'itlar qo'llanilgan variantlarda eng yuqori oshganligi aniqlangan.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

- Ahmed, B.I., Abdulhameed, A., Yusuf, S.R., Aliyu, M. (2006): Comparative study of the defoliatory activities of *Podagrica sjotediti* and *P. uniformis* (Coleoptera: Chrysomelidae) on two intercropped okra varieties in Bauchi State Nigeria Savannah. *Journal of Agriculture* 1(1):12-14.
- Saifullah M, Rabbani MG. Evaluation and characterization of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench.) genotypes. *Saarc J. Agric.* 2009;7(1):92-9.
- Thompson, Schipper, (2000). The effect of organo-mineral and inorganic fertilizers on the growth, fruit yield, quality and chemical compositions of okra, *Journal of Animal and Plant Sciences* 1949, 2000; 9(1):1135.
- Awodoyin, R.O., Olubode, O.S (2009). On field assessment of critical period of weed interference in okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] field in Ibadan, a rainforest-savanna transition ecozone of Nigeria. *Asian Journal of Food and Agro-Industry (special issue)*: S288-S296.
- Das S, Nandi G, Ghosh LK. Okra and its various applications in drug delivery, food technology, health care and pharmacological aspects-a review. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2019 Jun 1;11(6):2139-47.
- Khosrozadeh M, Heydari N, Abootalebi M. The effect of *Abelmoschus Esculentus* on blood levels of glucose in diabetes mellitus. *Iranian journal of medical sciences*. 2016 May; 41(3 Suppl):S63.
- Moyin-Jesu EI. Use of plant residues for improving soil fertility, pod nutrients, root growth and pod weight of Okra (*Abelmoschus esculentus*). *Biores Tech*, 2007, 98:2057-2064.
- Singh S. H. (2004). Response of organic farming technology on yield and quality of okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.] Under mid-hills of Himachal Pradesh, *Agric. Sci. Digest*, 24 (2): 79 - 82,

9. Meena N.K, Meena R.K, Dhaka R.S, and Meena O.P (2017). Response of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Levels on Growth and Yield of Okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] cv. ArkaAnamika Int. J. Pure App. Biosci. 5 (4): 1171-1177.
10. Glodowska, M.; Schwingamer, T.; Husk, B.; Smith, D. Biochar based inoculants improve soybean growth and nodulation. *Agricultural Sciences* 2017, 8, 1048-1064.
11. Liu X, Wang H, Liu C, Sun B, Zheng J, Bian R, Drosos M, Zhang X, Li L, Pan G. Biochar increases maize yield by promoting root growth in the rainfed region. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2021 Aug 24;67(10):1411-24.
12. Chunxue YA, Joseph S, Lianqing LI, Genxing PA, Yun LI, Munroe P, Ben PA, Taherymoosavi S, Van Zwieten L, Thomas T, Nielsen S. Developing more effective enhanced biochar fertilisers for improvement of pepper yield and quality. *Pedosphere*. 2015 Oct 1;25(5):703-12.
13. Johannes Lehmann and Stephen Joseph. *Biochar for Environmental Management Science and Technology*. London Sterling VA, 2009. 22883 Quicksilver Drive, Sterling, VA 20166-2012, USA, ISBN: 978-1-84407-658-1. pp. 449.
14. Wang Jianlong, Wang Shizong. Preparation, modification and environmental application of biochar: A review. *Journal of Cleaner Production* Volume 227, 1 August 2019, Pages 1002-1022. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.282>.
15. Lehmann, J.; Gaunt, J.; Rondon, M. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems—a review. *Mitigation and adaptation strategies for global change* 2006, 11, 403-427.
16. Glaser, B.; Lehmann, J.; Zech, W. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal—a review. *Biology and fertility of soils* 2002, 35, 219-230.
17. Kookana, R.S.; Sarmah, A.K.; Van Zwieten, L.; Krull, E.; Singh, B. Biochar application to soil: agronomic and environmental benefits and unintended consequences. *Advances in agronomy* 2011, 112, 103-143.
18. Asai, H.; Samson, B.K.; Stephan, H.M.; Songyikhangsuthor, K.; Homma, K.; Kiyono, Y.; Inoue, Y.; Shiraiwa, T.; Horie, T. Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos: 1. Soil physical properties, leaf SPAD and grain yield. *Field crops research* 2009, 111, 81-84.
19. Chan, K.Y.; Van Zwieten, L.; Meszaros, I.; Downie, A.; Joseph, S. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. *Soil Research* 2008, 45, 629-634.
20. Jiang, C.; Yu, G.; Li, Y.; Cao, G.; Yang, Z.; Sheng, W.; Yu, W. Nutrient resorption of coexistence species in alpine meadow of the Qinghai-Tibetan Plateau explains plant adaptation to nutrient-poor environment. *Ecological Engineering* 2012, 44, 1-9.
21. Artiola JF, Rasmussen C, Freitas R. Effects of a biochar-amended alkaline soil on the growth of romaine lettuce and bermudagrass. *Soil Science*. 2012 Sep 1;177(9):561-70.
22. Akhtar SS, Li G, Andersen MN, Liu F. Biochar enhances yield and quality of tomato under reduced irrigation. *Agricultural Water Management*. 2014 May 31;138:37-44.
23. Upadhyay KP, George D, Swift RS, Galea V. The influence of biochar on growth of lettuce and potato. *Journal of Integrative Agriculture*. 2014 Mar 1;13(3):541-6.
24. Wan H, Liu X, Shi Q, Chen Y, Jiang M, Zhang J, Cui B, Hou J, Wei Z, Hossain MA, Liu F. Biochar amendment alters root morphology of maize plant: Its implications in enhancing nutrient uptake and shoot growth under reduced irrigation regimes. *Frontiers in Plant Science*. 2023 Jan 20;14:1122742.