



UO'T: 631.8:620.3

QISHLOQ XO'JALIGIDA AZOTLI VA TEMIR SAQLOVCHI NANOO'G'ITLARNI QO'LLASHNING ILMIY-NAZARIY ASOSLARI

Bahodirova Mohichehra Boymuxammad qizi 

e-mail: m.bahodirova@nuu.uz

Is'xoqova Shoira Mirsodiqovna 

e-mail: sh.iskhakova@gmail.com

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy Universiteti

Annotatsiya. So'nggi yillarda nanotexnologiyalarni qishloq xo'jaligida qo'llash, xususan azotli va temirli nanoo'g'itlardan foydalanish, o'simliklarning oziqlanish samaradorligini oshirish va tuproq unumdorligini saqlashda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu maqolada azot va temir asosidagi nanoo'g'itlarning o'simliklarga, fiziologiyasi va tuproq biologik faolligiga ta'siri ilmiy manbalar asosida tahlil qilindi.

Kalit so'zlar: tuproq, nanopreparat, azot, temir, fotosintez, tuproq biologiyasi, hosildorlik, antropogen, o'simlik.

Аннотация. В последние годы применение нанотехнологий в сельском хозяйстве, в частности использование азотных и железосодержащих наноудобрений, приобретает важное значение для повышения эффективности питания растений и сохранения плодородия почвы. В данной статье на основе научных источников проанализировано влияние наноудобрений на основе азота и железа на растения, их физиологические процессы и биологическую активность почвы.

Ключевые слова: почва, нанопрепараты, азот, железо, фотосинтез, биология почвы, урожайность, антропогенный фактор, растение.

Abstract. In recent years, the application of nanotechnology in agriculture, particularly the use of nitrogen- and iron-based nano-fertilizers, has gained significant importance in improving plant nutrient efficiency and maintaining soil fertility. This article analyzes, based on scientific literature, the effects of nitrogen and iron nano-fertilizers on plant physiology and soil biological activity.

Keywords: soil, nanopreparations, nitrogen, iron, photosynthesis, soil biology, yield, anthropogenic factors, plant.



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLER KARANTINI

KIRISH

Hozirgi kunda qishloq xo'jaligi yerlarining sho'rlanishi dunyo miqyosida dolzarb ekologik va agrar muommolaridan biri hisoblanmoqda. FAO ma'lumotlariga ko'ra, sug'oriladigan tuproqlarning taxminan 20-30 foizi turli darajada sho'rlangan bo'lib, bu holat tuproq unumdorligini pasayishi, hamda yer resurslaridan foydalanish samaradorligining yomonlashuviga olib kelmoqda. O'zbekiston Respublikasining qonuni "Tuproqni muhofaza qilish va uning unumdorligini oshirish" to'g'risidagi farmoni 2023-yil 15-avgustda qabul qilingan bo'lib, uning 6-moddasi "Tuproqni muhofaza qilish va uning unumdorligini oshirish tadbirlari" to'g'risida gap ketadi:

Tuproqni muhofaza qilish va uning unumdorligini oshirish tadbirlari jumlasiga quyidagilar kiritilgan: qishloq xo'jaligi ekinlarini sug'orishda suvni tejaydigan texnologiyalardan foydalanish; hududiy sharoitlardan kelib chiqqan holda iqtisodiy jihatdan samarali dehqonchilik tizimlaridan foydalanish; qishloq xo'jaligi ekinlarini sug'orishda suvni tejaydigan texnologiyalardan foydalanish; qiyaliklarda suv eroziyasiga qarshi kurashish uchun ko'p yillik o'tlar, butalar va daraxtlar ekish; mineral, organik, organik-mineral, bakterial o'g'itlar hamda boshqa o'g'itlarni, shuningdek kompost va sideratlarni tuproq-iqlim sharoitlari va o'simliklarning ehtiyojlari hisobga olingan holda qo'llash. [1]. 2021-yil 8-apreldagi 190-sonli qarori ijrosi yuzasidan, sho'r yuvish tartiblari to'g'ri bo'lishligi haqida keng yoritilgan. [2] O'zbekiston sharoitida sho'rlanish muammosi ayniqsa keskin bo'lib, Sirdaryo viloyati hududlarida sug'oriladigan tuproqlarning katta qismi sho'rlanish ta'sirida degradatsiyaga uchramoqda. So'nggi yillarda sho'rlangan tuproqlarning unumdorligini oshirishda nanoagrotexnologiyalarni qo'llash muhim va istiqbolli yo'nalish sifatida e'tirof etilmoqda, chunki ozuqaviy elementlar qo'shilgan nanoqo'shimchalar yuqori reaktivligi va faolligi tufayli tuproqdagi agrokimyoviy jarayonlarni jadallashtiradi.

Xususan, azot va temir asosli nanoqo'shimchalari yuqori faolligi tufayli tuproqning agrokimyoviy jarayonlarni faollashtiradi. Temir va azot nanopreparatlarining sho'rlangan tuproqlar agrokimyoviy va fizik xossalariga ta'sirini o'rganish, degradatsiyaga uchragan yerlarning unumdorligini oshirish, qishloq xo'jaligi ekinlarining barqaror hosildorligini ta'minlash hamda zamonaviy agrotexnologiyalarni joriy etish uchun dolzarb hisoblanadi.

Nano elementlar asosida tayyorlangan ozuqaviy preparatlarni o'simliklarga, tuproqqa ta'sirini ko'plab olimlar ilmiy ilmiy jihatlarini o'ragnishgan. Botirova S.M. (2023); Monreal C.M., DeRosa M., Mallubhotla S.C. (2016); HobAllah E., Sobir M., Zag'ul A. (2019); Morales-Diaz A.B., Ortega-Ortiz H., Juarez-Maldonado A. (2017); Vazquez-Nunez E., Lopez-Moreno M.L., de la Rosa Alvarez M. (2018); Pandey S., Oza G., Mevada A. (2012) kabi olimlarning tadqiqotlari nanopreparatlarni o'rganishga bag'ishlangan. Ular o'z ishlarida bir qator nanotexnologiyalar, nanoo'g'itlar ularning ta'siri haqidagi izlanishlar natijalarini keltirib o'tishgan.





AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLER KARANTINI

MATERIALLAR VA USULLAR

Mazkur maqola referativ xarakterga ega bo'lib, ilmiy manbalarni tahlil qilish asosida tayyorlandi. Tadqiqot jarayonida mahalliy va xorijiy olimlar tomonidan nanotexnologiyalar va nanoo'g'itlar sohasida olib borilgan ilmiy ishlar, jumladan maqolalar, monografiyalar va ilmiy hisobotlar tahlil qilindi. Ilmiy adabiyotlarda nanopreparatlarni tayyorlashda bir nechta texnologiyalar qo'llash mumkinligi qayd etilgan. Bunday texnologiyalar yordamida ozuqa elementlari maxsus polimer yoki mineral qobiqlar bilan qoplanadi va ular tuproq muhiti ta'sirida asta-sekin chiqib boradi. Bu jarayon o'simliklarning talabalariga mos holda ozuqa moddalarini bosqichma-bosqich ta'minlash imkonini beradi.

NATIJALAR VA MUNOZARA

Nanotexnologiya – bu an'anaviy mineral o'g'itlar samaradorligini oshirish, ularning biomavjudligi va so'rilishini yaxshilash, hosildorlikni ko'paytirish, o'g'itlar isrofini kamaytirish hamda atrof-muhitni muhofaza qilishga qaratilgan nanozarrachalar asosida ishlab chiqilgan zamonaviy preparatlar tizimidir [7]. So'nggi tadqiqotlarni tahlil etishda shu aniqlandiki, muhim minerallar va muhim bo'lmagan elementlarning nanozarrachalar o'simliklarning o'sishi, fiziologiyasi va rivojlanishiga ularning hajmi, tarkibi, kontsentratsiyasi va qo'llanilish usuliga qarab ta'sir qiladi [14]. Nanoo'g'itlar barglar va tuproq yo'llari orqali qo'llanilganda o'simliklarga ijobiy va salbiy ta'siri, ularning o'simlik bilan bog'liq mikroorganizmlarga ta'siri va qishloq xo'jaligi zararkunandalarini nazorat qilish salohiyati haqidagi oxirgi ma'lumotlarda oziq-ovqat ishlab chiqarishni va atrof-muhitni muhofaza qilishni yaxshilash uchun barqaror ajralib chiqadigan nanoo'g'itlarni ishlab chiqish uchun kilmiy tadqiqotlar zarurligini ko'rsatdi [3;17].

Monreal, DeRosa va Mallubhotla nanotexnologiyalarni qishloq xo'jaligida qo'llash imkoniyatlarini tadqiq qilib, nanoo'g'itlar o'simliklar tomonidan ozuqa elementlarini o'zlashtirish samaradorligini oshirishini ta'kidlaydi. Ularning fikricha, nanozarrachalar juda kichik o'lchamga ega bo'lgani uchun o'simlik ildizlari va barglari orqali tezroq singadi. Azotli nanoo'g'itlar azotning yo'qolishini (yuvilish, denitrifikatsiya) kamaytiradi. Natijada mineral o'g'itlardan foydalanish koeffitsienti ortib, ekologik ta'sir kamayadi. Nanopreparatlar o'lchami odatda 1–100 nm bo'lgan zarrachalardan tashkil topgan bo'lib, ularning yuqori reaksiyon faolligi va katta spetsifik yuza maydoni tufayli tuproq-o'simlik tizimida ozuqa elementlarining harakati va o'zlashtirilish jarayonlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.[9;10] Monreal va hammualliflar ta'kidlashicha, nanotexnologiyalar asosida ishlab chiqilgan o'g'itlar ozuqa elementlarining tuproqdagi harakatini tartibga solish va o'simliklar uchun uzoq vaqt davomida mavjudligini ta'minlash imkoniyatini yaratadi [11]. Nanoo'g'itlarning yana bir muhim xususiyati – ularning kerakli joyga yetib borish mexanizmidir. Nanomateriallar ozuqa elementlarini tuproq muhitida asta-sekin ajratib chiqaradi va bu o'simliklarni uzoq vaqt davomida oziqlantirishga xizmat qiladi [12].





AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLER KARANTINI

Bunday texnologiyalar tuproq unumdorligini saqlash va mineral o'g'itlar sarfini kamaytirishda muhim ahamiyatga ega [18]. Ayrim tadqiqotlarda nanopreparatlar o'simlik fiziologiyasiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi, fotosintez jarayonini faollashtirishi va stress omillariga chidamlilikni oshirishi mumkinligi qayd etilgan [5]. Masalan, ZnO nanozarrachalarini qo'llash bug'doy o'simligida xlorofill miqdorini va antioksidant fermentlar faolligini oshirishi aniqlangan [6].

Qishloq xo'jaligida azot ekinlar hosildorligini oshirish uchun asosiy o'g'itlardan biri hisoblanadi. Azotli o'g'itlar qattiq yoki suyuq shaklda, asosan NH_3 , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (karbamid) va NH_4NO_3 ko'rinishida qo'llaniladi [11].

O'simliklar atmosferadagi molekulyar azotni bevosita o'zlashtira olmagan sababli, bu element tuproqqa azotli birikmalar shaklida kiritiladi. Tuproqqa qo'shilgan NH_3 , HNO_3 yoki $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ suv bilan o'zaro ta'sirlashib, ammoniy shakllarini hosil qiladi. Keyinchalik bu birikmalar tuproq mikroorganizmlari faoliyati ta'sirida nitrifikatsiya jarayonidan o'tib, o'simliklar uchun oson o'zlashtiriladigan nitratlariga aylanadi. Liu va Lal nanomateriallar asosida ishlab chiqilgan o'g'itlarning tuproq-o'simlik tizimiga ta'sirini o'rganib, quyidagilarni qayd etgan: nanotexnologiyalar resurs tejankor va ekologik barqaror qishloq xo'jaligini ta'minlashda muhim ahamiyatga egaekanligini xamda o'simliklarning biomassasini oshirishini ta'kidlab o'tishgan. Nanoo'g'itlar qo'llanilganda azotning o'zlashtirilishi 20-30 % gacha ko'payib, tuproqda azotning gaz holatida yo'qolishi kamayadi. [10;12]. Hindistonlik olimlar Subramanian va Rahale nanoo'g'itlar texnologiyasini o'rganib, quyidagi xossalarini ochib bera olishdi:

Nanoo'g'itlar - bu nanomasshtabdagi materiallar yordamida ozuqa elementlarini tashuvchi va sekin chiqaruvchi tizim hisoblanadi. Azotli nanopreparatlar o'simliklarda fotosintez intensivligini va xlorofill miqdorini oshiradi. Bunday o'g'itlardan foydalanish natijasida hosildorlik sezilarli darajada ortadi, mikroorganizmlar faolligini oshiradi; degidrogenaza, ureaza, fosfataza kabi fermentlar aktivligini rag'batlantiradi; azot aylanishini tezlashtiradi. [14; 15]. An'anaviy temir o'g'itlar to'g'risida ma'lumotlardan, ushbu preparatning tuproqda tezda erimaydigan shakllarga o'tib, o'simliklar uchun kam kirishuvchan holatga kelishi m'lum bo'ldi. Bu esa temir yetishmasligi muammosini to'liq bartaraf eta olmasligini ko'rsatadi. Shu sababli temirni nanoshaklda qo'llash uning biofaolligini oshirish va o'simliklar tomonidan samarali o'zlashtirilishini ta'minlashga xizmat qiladi. [10;12]. Nanoo'g'itlarning zarrachalari oddiy o'g'itlarga qaraganda juda kichik bo'lgani uchun o'simlik tomonidan oson singadi va ozuqa elementlari yaxshiroq o'zlashtiriladi. Nanozarrachalar ildiz va barg orqali oson kirib borib, ozuqa elementlarini bosqichma-bosqich ajratadi, bu esa o'simliklarda ozuqa elementlardan foydalanish koeffitsientini oshiradi [2]. Shu bilan birga, nanoo'g'itlar mineral o'g'it sarfini kamaytirish va atrof-muhitga ularning salbiy ta'sirni kamaytirish imkonini beradi [7]. Temirli nanoo'g'itlarning o'simlik fiziologiyasiga ta'siri ko'plab tadqiqotlarda tasdiqlangan. Masalan, Fe_2O_3 nanozarrachalari qo'llanganda xlorofill miqdori va fotosintez intensivligi oshishi aniqlangan [4]. Shu bilan birga, nanotemir



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLER KARANTINI

ta'sirida fotosintez kuchayib, CO₂ o'zlashtirilishi yaxshilanadi va natijada o'simlikning o'sishi hamda biomassasi ortadi [5]. Temirli nanoo'g'itlar o'simliklarning abiotik stresslarga chidamliligini oshiradi. Qurg'oqchilik sharoitida nanotemir qo'llanganda antioksidant fermentlar faolligi oshib, o'simlik hujayralari oksidlanishdan himoyalanaadi [8]. Natijada fotosintez jarayonlari saqlanib qoladi va hosildorlik pasayishining oldi olinadi. Temirli nanoo'g'itlar tuproq mikroorganizmlari faolligiga ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Nanozarrachalar ta'sirida tuproqdagi biokimyoviy jarayonlar faollashib, ozuqa elementlar aylanishi tezlashadi [6] Olimlar o'simliklarda o'zlashtirish mexanizmini shunday tushuntiradilar: temir nanozarrachalari o'simlik yuzasiga adsorbtsiyalanib, keyinchalik hujayra devori orqali kirib boradi va Fe²⁺ hamda Fe³⁺ ionlarini bosqichma-bosqich ajratadi [4].

Bu jarayon ozuqa elementlarini maqsadli yetkazib berish va tuproqda fiksatsiyalanishni kamaytirish imkonini beradi. Lekin, azotli va temir nanopreparatlarining ta'sirini ekologik jihatdan ko'radigan bo'lsak, ayrim tadqiqotlarda temir nanozarrachalarining yuqori konsentratsiyalarda toksik ta'siri qayd etilgan. Shu sababli ularni qo'llashda optimal dozalarni belgilash muhim hisoblanadi [5]

Nanoo'g'itlar ustida olib borilgan ilmiy manbalarda temirli nano preparat larning o'simliklarda o'zlashtirish mexanizmi shunday tushuntiriladi: temir nanozarrachalari o'simlik yuzasiga adsorbtsiyalanib, keyinchalik hujayra devori orqali kirib boradi va Fe⁺³ hamda Fe⁺² ionlarini bosqichma-bosqich ajratadi [8]. Bu jarayon ozuqa elementlarini maqsadli yetkazib berish va tuproqda fiksatsiyalanishni kamaytirish imkonini beradi. Lekin, azotli va temir nanopreparatlarining ta'sirini ekologik jihatdan ko'radigan bo'lsak, ayrim tadqiqotlarda temir nanozarrachalarining yuqori konsentratsiyalarda toksik ta'siri qayd etilgan. Shu sababli ularni qo'llashda optimal dozalarni belgilash muhim hisoblanadi. Solanki (2015) Solanki va boshqa olimlarning ishlarida nanoo'g'itlarni an'anaviy o'g'itlarga nisbatan yuqori samaradorlikka ega tizim sifatida tavsiflab, ular ozuqa moddalarini uzoq tarzda yetkazib berish orqali ekologik ifloslanishni kamaytirishini ta'kidlaydilar [1]. Ularning tadqiqoti nano-tashuvchilar orqali ozuqa moddalarining isrofini kamaytirish va o'simlik tomonidan o'zlashtirilishini oshirish mexanizmlariga asosiy urg'u beradi [14]. Nanoo'g'itlardan foydalanishda agroekologik xavfsizlikni ta'minlash dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

XULOSA

Ilmiy manbalarning tahlili shuni ko'rsatdiki, azotli nanoo'g'itlar- o'simliklar tomonidan azot o'zlashtirilishini oshiradi; azotning yuvilish va gaz holatida yo'qolishini kamaytiradi; mineral o'g'itlar sarfini kamaytiradi; tuproq mikrobiologik faolligini rag'batlantiradi; ekologik jihatdan barqaror qishloq xo'jaligini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Temir tutgan nanopreparatlar esa, o'simliklar tomonidan ozuqa elementlarini o'zlashtirish samaradorligini oshiradi, fotosintez jarayonlarini kuchaytiradi va stress



AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLAR KARANTINI

sharoitlarda o'simliklarni bu sharoitga chidamli qilishga yordam beradi. Shu bilan birga, ular tuproq biologik faolligini rag'batlantirib, unumdorlikni oshirishga ёрдам беради.

ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasining 2024-yil 2-fevraldagi «Qishloq xo'jaligiga mo'ljallangan yerlarda tuproq bonitirovkasi ishlarini o'tkazish, yerlarni sho'r yuvishga tayyorlash va sho'r yuvish ishlarini tashkil etish tartibi takomillashtirilishi munosabati bilan O'zbekiston Respublikasining Yer kodeksiga o'zgartish va qo'shimchalar kiritish to'g'risida»gi O'RQ-903-son Qonuni // Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi (lex.uz). — 2024-y. — 03-fevral.

2. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2021-yil 8-apreldagi «Qishloq xo'jaligida foydalanilmayotgan yerlarni foydalanishga kiritishda irrigatsiya va melioratsiya obyektlarini qurish va rekonstruksiya qilish ishlarini subsidiyalash tartibi to'g'risidagi nizomni tasdiqlash haqida»gi 190-son qarori // Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi (lex.uz). -2021-y.

- 09-aprel.

3. Achari G.A., Kowshik M. (2018). Recent Developments on Nanotechnology in Agriculture: Plant Mineral Nutrition, Health, and Interactions with Soil Microflora // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. -Vol. 66(48). -P. 12647-12661.

4. Chen H., Yada R. (2011). Nanotechnologies in agriculture: new tools for sustainable development // *Food Research International*. -Vol. 44. -P. 1027-1033.

5. DeRosa M.C., Monreal C., Schnitzer M., Walsh R., Sultan Y. (2010). Nanotechnology in fertilizers // *Nature Nanotechnology*. - Vol. 5. - P. 91- 91.

6. Dimkpa C.O., Bindran P.S. (2017). Nanofertilizers: New products for the industry? // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.- Vol. 65. - P. 1011-1020.

7. Dwivedi S., Saquib Q., Al-Khedhairi A.A., Musarrat J. (2021). Understanding the role of nanomaterials in agriculture: applications and future perspectives // *Environmental Science and Pollution Research*. -Vol. 28.- P. 4941-4955.

8. He X., Zhang H., Wang Y., et al. (2025). Uptake, translocation, and transformation of iron-based nanoparticles in higher plants: A review // *Journal of Hazardous Materials*. - Vol. 482. - Art. 136210.

9. Liu R., Lal R.(2015). Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions // *Agronomy for Sustainable Development*.- Vol. 35. -P. 1-15.

10. Liu R., Lal R. (2015). Synthetic apatite nanoparticles as a phosphorus fertilizer for soybean // *Scientific Reports*.- Vol. 5.- Art. 9271.

11. Monreal C., DeRosa M., Mallubhotla S. (2016). Nanotechnologies for increasing the crop use efficiency of fertilizer-micronutrients // *Biology and Fertility of Soils*. -Vol. 52. - P. 423-437.





AGRO KIMYO HIMOYA VA O'SIMLIKLAR KARANTINI

12. Rai M., Ingle A. (2012). Role of nanotechnology in agriculture with special reference to management of insect pests // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. - Vol. 60. - P. 313-321.
13. Saurabh K., et al. (2024). Enhancing sustainability in agriculture with nanofertilizers // *Discover Applied Sciences*. - Vol. 6.- Art. 142.
14. Solanki P., Bhargava A., Chhipa H., Jain N., Panwar J. (2015). Nanofertilizers and their smart delivery system // *International Journal of Environmental Science and Technology*. - Vol. 12. -P. 259-270.
15. Subramanian K.S., Manikandan A., Thirunavukkarasu M., Rahale C.S. (2015). Nanoscale fertilizers and their smart delivery system // *Advances in Agronomy*. - Vol. 134. -P. 81-110.
16. Subramanian K.S., Rahale C.S. (2009). Nanofertilizers for balanced crop nutrition // *International Journal of Nanoscience*. -Vol. 8(6). - P. 1-4.
17. Tarafdar J.C., Raliya R., Mahawar H., Rathore I. (2020). Development of nano-urea for enhancing nutrient use efficiency and crop productivity // *Indian Journal of Agricultural Sciences*. -Vol. 90(6). - P. 1093-1100.
18. Verma K.K., et al. (2023). Recent advances in nano-nitrogen fertilizers // *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*.- Vol. 10.- Art. 45.