

NANOO'G'ITLAR ISHLAB CHIQARISH VA UNI QISHLOQ XO'JALIGIDA QO'LLANILISHI

Sultonov Boxodir Elbekovich

Namangan davlat universiteti

Kimyo kafedrasi professori, t.f.d., prof.,

E-mail: bse-chemist-68@mail.ru

Turdaliyeva Surayyo Xusniddin qizi

Namangan viloyati, Norin tumani 9-maktab kimyo o'qituvchisi

Zayliddinova Feruza Nizomiddin qizi

Namangan davlat universiteti II-kurs magistri

Annotasiya. Hozirgi kunda dunyo aholisi tez su'ratlarda o'sishi tufayli oziq-ovqatga bo'lgan ehtiyoj doimiy ravishda ortib bormoqda. Qishloq xo'jaligida hosildorlikni oshirish uchun katta hajmda kimyoviy o'g'itlar qo'llanilmoqda. Ammo, bu kimyoviy o'g'itlardan keng foydalanish turli xil ekologik va sog'liq muammolariga olib keladi. Nanotexnologiya (NT) maqbul kimyoviy tarkibga ega bo'lgan o'g'itlarni ishlab chiqarishda sezilarli yaxshilanishlarni taklif qiladi, ozuqa moddalaridan foydalanish miqdorini oshiradi, atrof-muhitga ta'sirni kamaytiradi va o'simliklarning mahsuldorligini oshiradi. Nanoo'g'itlar (NO') nanomateriallar (NM) bo'lib, ular tegishli ommaviy mahsulotlardan sezilarli darajada farq qiladi. NO' texnologiyasi tushunchasi yuqori darajadagi innovatsion g'oya bo'lib, o'g'itlarni hosil qilish uchun fizik, kimyoviy va biologik usullardan foydalanadi. Bundan tashqari, nanoo'g'itlarni aniq qo'llash va maqsadli yetkazib berish qishloq xo'jaligiga yanada barqaror va aniq yondashuvni ta'minlaydi. Ushbu maqolaning maqsadi NO'larning har xil turlari va ularni turli usullar bilan olish haqida umumiy ma'lumot berishdir. Bundan tashqari, NO'larning qo'llanilishi va an'anaviy kimyoviy vositalarga nisbatan afzalliklari ham berilgan. Shuningdek, NO'ning qo'llashning zamonaviy usullari va muammolari haqida ma'lumot beriladi. NO'lar an'anaviy o'g'itlarga qaraganda samaraliroq va aniqroqdir. O'simliklarning ozuqalanish qiymati va turli xil noqulayliklarga chidamliligiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi tufayli NO'lardan foydalanish kengayib bormoqda.

Kalit so'zlar: nanoo'g'itlar, nanomateriallar, nanotexnologiya, nanozarrachalar.

ПРОИЗВОДСТВО НАНОУДОБРЕНИЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Султонов Боходир Эльбекович

профессор кафедры химия

Наманганского государственного университета, д.т.н., проф.,

E-mail: bse-chemist-68@mail.ru

Турдалиева Сурайё Хусниддин кизи

Учитель химии школы № 9, Нарынского района, Наманганской области

Зайлиддинова Феруза Низомиддин кизи

магистр II-курса Наманганского государственного университета

Аннотация. В настоящее время, в связи с быстрым ростом населения мира, потребность в продовольствии постоянно увеличивается. Для повышения производительности в сельском хозяйстве используется большое количество химических удобрений. Однако их широкое применение приводит к различным проблемам, связанным с экологией и здоровьем. Нанотехнологии (НТ) позволяют значительно улучшить производство удобрений с оптимальным химическим составом, увеличить использование питательных веществ, снизить воздействие на окружающую среду и повысить урожайность сельскохозяйственных культур. Наноудобрения (НУ) – это наноматериалы (НМ), которые существенно отличаются от своих серийно выпускаемых аналогов. Концепция технологии НУ – это высокоинновационная идея, использующая физические, химические и биологические методы для производства удобрений. Кроме того, точное внесение и целевая адресная доставка наноудобрений обеспечивают более устойчивый и точный подход к сельскому хозяйству. Цель данной статьи – дать обзор различных типов НУ и методов их производства. Кроме того, рассматриваются области применения НУ и их преимущества перед традиционными химическими препаратами. Также представлена информация о современных методах и проблемах применения НУ. НУ более эффективны и точны, чем традиционные удобрения. Применение НУ расширяется благодаря их положительному влиянию на питательную ценность растений и устойчивость к различным стрессам.

Ключевые слова: наноудобрения, наноматериалы, нанотехнологии, наночастицы.

NANOFERTILIZER PRODUCTION AND THEIR APPLICATION IN AGRICULTURE

Bokhodir Elbekovich Sultonov

Professor of the Chemistry Department of the Namangan State University,
DSc., prof., E-mail: bse-chemist-68@mail.ru

Surayo Khusniddin Turdalieva

Chemistry Teacher, School No. 9, Naryn District, Namangan Region

Feruza Nizomiddin Zayliddinova

2nd-year Master's student of Namangan State University

Abstract. Due to the rapid growth of the world's population, food demand is constantly increasing. A large number of chemical fertilizers are used to increase agricultural productivity. However, their widespread use leads to various environmental and health problems. Nanotechnology (NT) can significantly improve the production of fertilizers with optimal chemical compositions, increase nutrient

utilization, reduce environmental impact, and increase crop yields. Nanofertilizers (NF) are nanomaterials (NM) that differ significantly from their commercially available counterparts. NF technology is a highly innovative concept that utilizes physical, chemical, and biological methods to produce fertilizers. Furthermore, the precise application and targeted delivery of nanofertilizers enable a more sustainable and precise approach to agriculture. This article aims to provide an overview of the various types of NF and their production methods. It also discusses the applications of NF and their advantages over traditional chemical fertilizers. Information on modern NF application methods and challenges is also provided. NF are more effective and precise than traditional fertilizers. Their application is expanding due to their positive impact on plant nutritional value and resistance to various stresses.

Keywords: nanofertilizers, nanomaterials, nanotechnology, nanoparticles.

Kirish. Hozirgi kunda butun dunyo qishloq xo‘jaligi amaliyotida oziq-ovqat mahsulotlarini yuqori darajada ishlab chiqarish uchun juda katta miqdordagi qishloq xo‘jaligi vositalaridan intensiv foydalanilmoqda. Ma’lumki, o‘g‘itlar qishloq xo‘jaligi ekinlarining hosildorligi va sifatini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Mavjud qishloq xo‘jaligi sohasi o‘g‘itlardan keng foydalanmasdan oziq-ovqatga bo‘lgan talabni qondira olmaydi [1,2]. Ammo, an’anaviy o‘g‘itlar o‘simliklar uchun ozuqaviy moddalarni samarali o‘zlashtirish va ulardan foydalanish samarasi ancha pastdir. Oxirgi oltmish yil ichida an’anaviy o‘g‘itlardan foydalanish umumiy mahsulot hosildorligi va etarli oziq-ovqat resurslarini davom ettirishda asosiy omil ekanligini ko‘rsatmoqda. Kimyoviy o‘g‘itlardan uzoq muddat foydalanish va ularning agroekologik texnikaga ta’siri bilan bog‘liq ko‘plab ishlanmalar ishlab chiqilgan [3]. Biroq, o‘g‘itlarning yuqori miqdoridan oshib ketishi bir qator muammolarni, ayniqsa atrof-muhitning ifloslanishini kuchaytiradi [4,5].

Hozirgi vaqtda qishloq xo‘jaligida foydalaniladigan yerlarida ozuqa moddalarining etishmasligi, hosilning kam ortishi, tuproqdagi organik moddalarining kamayishi, suvni almashinish qobiliyatining pasayishi, shahar atrofi va yerlarning eskirishi tufayli ekin maydonlarining qisqarishi hamda ish o‘rinlarini etishmasligi kabi keng ko‘lamli muammolarga duch kelmoqda.

Hozirgi kunda nanoo‘g‘itlarning (NO‘) dolzarbligi juda ham kengayib bormoqda va u tadqiqot natijalari doimiy ravishda tavsiya etilgan sodda usullar va o‘simliklarni etishtirish va qishloq xo‘jaligi ekinlarini etishtirish uchun tegishli resurslar bo‘lib hisoblanmoqda [6]. NO‘lar ekologik toza o‘g‘itlar bo‘lib, kerakli o‘g‘itlarning miqdorini oshirish va ozuqa komponentlariga bo‘lgan kamyoblikni bartaraf etish, ayniqsa fosfor va azot taqchilligini kamaytirishga xizmat qiladigan holatdir. NO‘lar oziq moddalarni ma’lum joylarga muntazam va nazorat ostida etkazib berishni ta’minlaydi, ular suv resurslari va atmosferaning ifloslanishini oldini olishga yordam

beradi [7,8].

NO‘lar o‘simliklar ushuni eng zarur bo‘lgan resurslar bo‘lib hisoblanadi va ular an‘anaviy o‘g‘itlar yoki kukun holda sanoatda keng ishlab chiqariladigan nanoo‘lchamga (1-100 nm) ega bo‘lgan materiallar yordamida ishlab chiqariladi. Nanozarrachalarning keng yuzalari katta miqdordagi ozuqa elementlarini ushlab turadi va ularni doimiy ajralib turishini ta‘minlaydi, bu esa xo‘jaligi ekinlarini kerakli miqdorlarda ozuqa elementlarini olishiga mos keladi. NO‘lar kichik o‘lcham va yuqori sirt yuzalarga ega, bu turli metabolik faollikni oshirish va qo‘shimcha komplekslar va suv kabi boshqa erituvchilarda eruvchanligini oshirish uchun o‘simliklar tanasining kengroq joylariga yoki maqsadli joylariga kirishga yordam beradi. Kichik o‘lchamga ega ekanligi tufayli nanomateriallar ham fizik, ham kimyoviy xossalari jihatidan o‘ziga o‘xshagan hajmiy yoki oddiy materiallardan farq qiladi. NO‘ zarrachalari o‘simlik ildizlari yoki barglarining teshiklari bilan solishtirganda kichikroq o‘lchamga ega bo‘lib, ular o‘simliklarga osongina kirib, ozuqa moddalaridan foydalanish samaradorligini oshiradi va shu bilan birga moddalar miqdorining sezilarli darajada kam sarflanishiga olib kelishi mumkin [9].

Nanotexnologiyani (NT) qishloq xo‘jaligida asosiy roli ishlab chiqarish ehtiyojlaridan kelib chiqqan holda ozuqa moddalarini tartibga solish va doimiy ajralib turish uchun o‘g‘itlarni shakllantirish va loyihalashdan iborat. Tayyorlangan mineral mikroelementlarning juda kichik o‘lchami ularning tuproqda eruvchanligini va tarqalishini oshirishga, tuproqda yutilib qolishini kamayishga, biomavjudlikni kompleks va intensivligini hamda ozuqaviy qimmatlilikni va ularni o‘zlashuvchanlik darajasini oshirishga xizmat qiladi. NO‘lar o‘g‘it resurslarini tejash va ozuqa moddalarini maqbul boshqarish orqali o‘simlik ekinlarining hosildorligini oshirishi tufayli oziq-ovqat mahsulotlarini katta miqdorlarda ishlab chiqarishda va ozuqa moddalarini to‘g‘ri boshqarish uchun juda samaralidir.

NO‘lar nafaqat o‘g‘itlardan foydalanishni qisqartirish orqali atrof-muhitning ifloslanishini kamaytirish orqali qishloq xo‘jaligiga yordam beradi, balki turli chiqindilar va filtrlar yoki katalizatorlar kabi o‘rni bosuvchi (qayta tiklanadigan) energiya manbalaridan foydalanishni qisqartiradi va nanozarrachalar (NZ) va nanokapsulalardan foydalangan holda pestitsidlar va an‘anaviy o‘g‘itlar ishlab chiqarilganda hosil bo‘ladigan asosiy ifloslantiruvchi moddalarni tozalashga yordam beradi [10]. Kelib chiqishi biologik polimer bo‘lgan uglevodlar va oqsillardan iborat nanozarralar inson salomatligi va ekologiyaga kam ta‘sir ko‘rsatadi. Shunday qilib, NT o‘g‘it tashuvchilar yoki "aqli o‘g‘itlar" yaratish uchun bosqichma-bosqichli rivojlanish sifatida nanoingredientlarni ozuqaviy moddalardan foydalanish qobiliyatini oshirish va ekologik xavfsizlik xarajatlarini kamaytirish uchun yangi ob‘ektlar sifatida taqdim etish orqali ekologik toza va asosli qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishini rag‘batlantirish uchun juda kam talabga ega.

NO'larni afzalliklarini hisobga olgan holda, ushbu maqola o'simlik o'g'itlarini tayyorlashda nanotexnologiyaning o'rni, NO'larni tayyorlash, NO' turlari va ularni tayyorlash usullari to'g'ridagi ma'lumotlar berishga qaratilgan.

2. O'simlik o'g'itlarini tayyorlashda nanotexnologiyaning o'rni.

Ma'lumki insonlar munosib bo'lishi mumkin bo'lgan asosiy ehtiyojlardan biri bu oziq-ovqatdir, ammo oziq-ovqat xavfsizligi butun dunyo bo'ylab chuqur halokat ostida. Qishloq xo'jaligi aspektlari ko'plab qarama-qarshiliklarga duch kelmoqda, masalan, qishloq xo'jaligida foydalanadigan yerlarni qisqarishi va tuproqning eroziyasi tufayli hosildorlikning pasayishi, ozuqa moddalarining etishmasligi va ekologik ifloslanishlardir. Aholining oziq-ovqatga bo'lgan ehtiyojini tez o'sib borayotganligi va aholi jon boshiga to'g'ri keladigan qishloq xo'jaligi yerlarining doimiy qisqarishi oziq-ovqatga bo'lgan talabni qondirish uchun o'g'itlardan foydalanishni taqazo etmoqda. O'g'itlar - kimyoviy elementlarni o'z ichiga olgan qishloq xo'jaligi mahsulotlari bo'lib, tuproqning tabiiy unumdorligini oshirish orqali o'simliklarning o'sishi va mahsuldorligini oshirish orqali global miqyosda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Ilmiy inqiloblarning tez va jadal rivojlanishi va kimyoviy o'g'itlardan foydalanish qishloq xo'jaligi sohasidagi tub o'zgarishlarga olib keladi. Biroq, katta miqdordagi o'g'itlarni sarflash tegishli echimlarni ta'minlay olmaydi. Xuddi shunday, bunday o'g'itlar atrof-muhit uchun xavfsiz emas, aksincha, katta miqdordagi kimyoviy mahsulotlardan foydalanish tuproq va suv manbalarining ifloslanishi, tuproq tuzilishini o'zgartirishi va buzishi kabi muammolarni keltirib chiqaradi.

Hozirgi vaqtda nanoo'lchamdagi turli xil materiallarni shakllantirish orqali turli sohalarda asta-sekin qo'llanilmoqda, ayniqsa kimyoviy o'g'itlarni almashtirish uchun NO'lar aniq qishloq xo'jaligi dehqonchilik tizimi uchun istiqbolli yo'nalishlarni taklif qiladi. Shunday qilib, qishloq xo'jaligi sohasi hozirgi vaqtda ekinlar samaradorligini oshirishga yordam beradigan, ozuqaviy moddalarning chidamliligi, hosilning samaradorligini oshirishga yordam beradigan va ortiqcha ozuqa moddalarining tarqalishini nazorat qilish orqali atrof-muhitga ta'sirni eng kam holatga keltirishga qodir bo'lgan zamonaviy texnologiyalarni kutmoqda. Shunday qilib, qishloq xo'jaligi amaliyotida o'simliklarning aniq maqsadli joylariga ozuqa moddalarining etkazishini nazorat qilish uchun uslubiy jihatdan o'zgartirishi mumkin bo'lgan aqlli xom ashyoni yaratish uchun yangi tushuncha va zaruratlar zarur bo'lmoqda. Hussain va boshqalarga (2020) ko'ra nano miqyosdagi fan va nanotexnologiya qishloq xo'jaligi va rivojlanishdagi hozirgi va kelajakdagi turli murakkab bahslarga innovatsion va takomillashtirilgan yechimlarni taqdim etadi [11]. Ushbu texnologiya ingridiyentning fizik va kimyoviy tarkibini qo'llashga mo'ljallangan asbob-uskunalar va jihozlardan foydalangan holda zamonaviy dunyoda original metodologiyaga kiritilgan chinakam inqilobiy texnologiyadir.

3. Nano o'g'itlarni turlari.

NO'lar tarkibida nano o'lchamdagi elementlar mavjud bo'lib, ularni o'simliklar o'zlashtira oladi va hosilni yaxshilaydi. NTlarni qo'llash orqali ishlab chiqarilgan ushbu NO'lar qishloq xo'jaligida qo'llanilishi mumkin, ammo ularning sinflanishi qarama-qarshiliklarni ko'rsatdi. Aksincha, ayrim ta'riflar nano o'lchovli yondashuv tizimlari va nanobiosensorlar kabi qo'shimcha mahsulotlarni ham o'z ichiga oladi. Misol uchun, NO'lar NT ning kichik bo'limi va o'g'it turi sifatida tasniflanadi. Ushbu noaniqlik NO'lar ta'rif va tasnifida soddalikning yo'qligiga olib keldi, bu ulardan foydalanish va potentsial loyiqqligini baholashda anglashilmovchiliklarga olib kelishi mumkin. Bundan tashqari, NO'lar tayyorlashda ko'rib chiqilgan xom ashyo bo'yicha tasniflanadi. Misol uchun, ma'lum NO'lar uglerod nanonaychalari bilan tayyorlanadi, aksincha, ba'zilar polimerlar yoki metallar bilan ishlab chiqariladi. Har bir NO'lar o'xshash faolliklarga ega va o'simliklarga kengroq ta'sir ko'rsatishi mumkin. NO'lar asosan ular tarkibida bo'ladigan ozuqaviy moddalar, ular bajaradigan harakatlar va ularning izchilligiga qarab toifalarga bo'linadi:

1. Ta'sir etishiga ko'ra:

- a) ozuqa komponentlarini boshqarish orqali ajratish; b) maqsadli yetkazib berish;
- c) o'simlik o'sishini tashkil etish; d) suv va ozuqa komponentlarini nazorat qilish.

2. Ozuqa moddasini tabiatiga ko'ra:

- a) organik; b) noorganik; c) aralash

3. Ketma-ketligiga ko'ra:

- a) yuzasi qoplangan; b) sintetik polimer; c) biologik mahsulotlar bilan qoplangan;
- d) nanotashuvchi

NO'lar tabiati haqidagi bilim ularni qo'llash uchun maqbul ishlab chiqarishni joriy etish uchun asosiy ahamiyat kasb etadi. NO'larni o'simliklarni bargidan, sug'orish va tuproq orqali qo'llash mumkin [12].

4. Ozuqa moddalariga ko'ra:

- a) azotli; b) fosforli c) kaliyli; d) kalsiyli; e) magniyli; j) mikroelementli va boshqalar.

4. Nano o'g'itlarni tayyorlash usullari

Qirollik jamiyati va Qirollik muhandislik akademiyasi ma'lumotlariga ko'ra, nanomateriallar (NM) mos ravishda atom darajasidan sintez qilingan materiallar va materiallarning hajmini kichraytirishga qarab yuqoridan pastga yoki pastdan yuqoriga yondashuvi bilan tayyorlanishi mumkin. Zarrachalar o'lchamini kichraytirish (yuqoridan pastga) va yanada mayda zarrachalardan yirikroq zarrachalar hosil qilish (pastdan yuqoriga) usuli. Jumladan, NO'lar ozuqa moddalarini alohida yoki aralashmalarda yuqoridan pastga yoki pastdan yuqoriga usuli orqali nano-o'lchovli adsorbentlarga sintezlanadi. Bu ozuqali moddalar kationli moddalarga (NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) bog'lanadi va keyinchalik yuzada anionli moddalar (NO_3^- , PO_4^{2-} , SO_4^{2-}) shakllanadi.

4.1. Yuqoridan pastga yondashuv

Yuqoridan pastga yondashuv usuli maydalashning har xil turlarini, kimyoviy usullarni va qattiq moddalarni uchuvchan moddalarga aylantirishni o'z ichiga oladi. Bundan tashqari, oz sonli atomlar yoki molekulalarni boshqarish orqali NZ hosil qilish uchun maydalash kabi mexanik yoki fizik usullardan foydalangan holda ajoyib rejalarni yaratadi. Ushbu usul nanokompozitlar va nanodonador hajmiy materiallarni, masalan, metall va keramik materallar o'lchamlarni santimetrдан nanometr darajasiga olib kelishdan iboratdir.

4.2. Pastdan yuqoriga yondashuv

NM ni tayyorlashning boshqa usullaridan yana biri bu pastdan yuqoriga usuli bo'lib eritma yoki gazdan boshlab turli molekulalarni qurish va parallel bosqichlarda o'z-o'zini yig'ish orqali nanozarrachani qurishdir. Bu usul atomlar yoki molekulalar yordamida NM ning yagona nazorat o'lchami, shakllari va o'lchamlari diapazoniga ega bo'lgan murakkab tuzilmalarni yaratishi mumkin. NZ ni o'ziga xos o'lchamda va morfologiyada sintez qilish juda muhimdir. Shuning uchun nanostrukturani tashkil qilishning minimal tartibi klaster birikmalar, masalan, o'yuvchi va sirt faol moddalar, polimerli o'rab oluvchi moddalar, ko'plab organik erituvchilar va boshqalar tomonidan amalga oshiriladi.

Shunday qilib, NZlarni ishlab chiqarishning ekologik jarayonlarni ishlab chiqish uchun murakkab va katta hajmli texnologiyalardan foydalanmasdan amalga oshirish majburiy cheklolarga olib keladi. Shu sababli, ko'plab tadqiqotchilar noorganik nanomaterial tuzilmalarni (ichki yoki tashqi) tayyorlashda turli mikroorganizmlarning roli haqida ma'lumotlar [14] da keltirilgan.

NM mikrobial aralashmasi, masalan kremniy oksidi, metall va metall aralashmasi biologik mineralizatsiya jarayoni sifatida tan olingan. Atrof-muhit sharoitlarini NMLar asosidagi biomineralizatsiya jarayonlari yoki biologik sintezlangan mahsulotlarda ishlatilishi to'g'risidagi xabarlar [15] da keltirilgan.

4.3. Kimyoviy usullar.

NZlar tayyorlash uchun eng ko'p va keng tarqalgan usul bu kimyoviy qaytarishdir. Yuqorida ta'kidlanganidek, pastdan yuqoriga usuli bu kolloid usuli bo'lib, bunda nanozarrachalar yig'iladi. Bunday yondashuvda metall bilan NZ kimyoviy bog'lar hosil qilishiga imkon beriladi.

Odatda qo'llaniladigan kimyoviy usullar bu eritmalarda ozuqa moddalarining kondensatsiyasi, gidrolizlanishi va termal parchalanishidir va bu jarayon zol hosil bo'lishiga olib keladigan usullardir. Biroq, gel yuqori qovushqoqlik tufayli gidroliz yoki kondensatsiya natijasida hosil bo'ladi. Elementlarning nisbatlariga prekursor intensivligi, harorat va ushlab turiladigan pH diapazonlari ta'sir qilishi mumkin.

Cu tuzi bilan sono-kimyoviy birlashishida Pd va H₂O qo'shilishi orqali nanozarracha ishlab chiqarish ishlanmalari [16,17] larda keltirilgan. Bundan tashqari,

harakatsiz gazning sharoitida nanozarrachalar inert elementli (Ar, He, Ne) gazda olingan metallarning bug'lanishi orqali hosil bo'ladi va bu zarrachalar mayda dispersli NZ lar olish ichun keng miqiyosda qayta ishlanadi. Cu ning nanozarrachalari bu elementga inert elementli gazlar (argon, geliy va neon) ta'sir ettirib ishlab chiqariladi, bunda metallning bug'lanishi sodir bo'ladi. Bug'langan metallar sovitish (suyuq N₂ bilan) hisobiga darhol energiyani yo'qotadi va bunda 2–100 nm o'lchamdagi NZlar hosil bo'ladi [18]. Gidrotermik usullar bilan NZlar sintezi keng miqiyosdagi harorat oralig'ini (xona haroratidan juda yuqori haroratgacha) talab qiladi. Ammoq, gidrotermik jarayonda hosil bo'lgan NZ yuqori haroratlarda beqaror bo'lishi mumkin.

4.4. Fizik usullar.

NZ ishlab chiqarishdagi fizik usullarga termik parchalash, maydalash, elektrolizli siqish va lazerni qo'llashni o'z ichiga oladi. Maydalash deganda yirik zarrachalar nanoo'lchamdagi zarrachalargacha maydalay oladiga tegirmonlar nazarda tutiladi. Masalan, Co, Cr, W, Ag va Fe larda NZ hosil bo'lishi uchun planetarli, tebranmali, sterjenli va barabanli tegirmonlar. Biroq, tegirmonning ishlash tezligi va maydalash davomiyligi kabi omillar NZlarning o'lchamiga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Yuqori haroratni qo'llashda metallarning erigan holatini oynakda ushlab turish va turbulentlik yordamida yuqori tezlikni saqlab turish orqali amalga oshiriladi. Bu jarayonda tez sovitish hisobiga amorf qattiq moddalar-metall oynalar hosil bo'ladi. Xuddi shunday Cu-B ning suyuqlantirilgan oqimi va Ti ning qizdirilgan oqimi TiB₂ ning NZ ni hosil qiladi. NZlar tayyorlashning yana bir doimiy qo'llaniladigan usuli bu lazerdan foydalanish hisoblanadi. NZ ning xossalri lazer, impuls, erituvchi turi, impuls vaqti kabi turli omillarga bog'liq bo'ladi.

4.5. Biologik usullar.

Tadqiqotchilar mikroblar jarayonlarda NZlar sintez qilish iqtisodiy va ekologik jihatidan samarali ekalligi tufayli ushbu usul qo'shimcha e'tiborni tortganini ma'lum qildi. Mikroblar nanozarrachalarni (NZ) hujayradan tashqari yoki hujayra ichidagi biosintez orqali sintez qiladi. Mikroorganizmlar reduktazalar kabi ma'lum fermentlarni sintez qilish qobiliyatiga ega bo'lib, ular biologik tozalashda yoki ba'zi metallarni saqlashda keng qo'llaniladi. Bu imkoniyatlar olimlar tomonidan NZlar sintezi jarayonida aniqlandi. Tadqiqotchilar *Klebsiella pneumoniae* shtammi yordamida Cd-S li nanozarrachalar olishni ishlab chiqdilar.

4.6. O'simlik ekstraktlari orqali nanozarrachalarni olish.

O'simlik tarkibidagi komponentlar turli NZlarning biosintezida juda muhim rol o'ynaydi va bu usullar yashil sintez sifatida qaraladi. Turli tadqiqotchilar tomonidan oltinning nanozarrachasini sintezida geran (*Pelargonium graveolens*) barglaridan foydalanishgani to'g'risida ma'limotlar keltirilgan. Odatda o'simlik asosidagi biomolekulalar bioqaytaruvchilar sifatida alohida javobgarlikka ega bo'lib, ular metall ionlarini NZ ga aylantirish qobiliyatiga ega. *Phyllanthus* amla, geranium, coriander,

aloe vera va choy daraxti barglari (neem), beda va Capsicum annum kabi ko'plab o'simlik ekstraktlari yashil NZ ishlab chiqarish uchun tavsiflangan. Qaytaruvchi moddalar, masalan, alkaloidlar, fenolik birikmalar, terpenoidlar, flavonoidlar va kofermentlar metall ionlarining qaytarilishida kolloid zarracha sifatida ishtirok etadi.

5. Nanoo'g'itlarni qo'llanilishi.

Hozirgi kunda qishloq xo'jaligi sohasida va zarrachalar muhandisligida texnologik taraqqiyot va modernizatsiyaga erishildi. Natijalar o'ziga xos maqsadli xususiyatlarni yuqori samarali xarakterga ekanligini tushuntiradi, xususan, NT qishloq xo'jaligi bilan bog'liq ko'plab muammolarga haqiqiy yechimlarni taklif qilishi mumkin. Gerbitsidlar, fungitsidlar, insektitsidlar va kimyoviy o'g'itlar kabi agrokimyoviy moddalardan keng foydalanish ekologik va jamiyatga ta'sirini, shuningdek maqsadli ko'rinishdagi kelishmovchiliklarni keltirib chiqaradi.

NO' so'nggi vaqtlarda paydo bo'lgan potentsial natijalardan biri bo'lib, qishloq xo'jaligi uchun muhim siljishdir, bunda sirt yuzasi katta bo'lgan joylarda ozuqa moddalarining mavjudligi tufayli ekinlarning fiziologik va biokimyoviy siklida muhim rol o'ynaydi. NM ning kichik o'lchamga ega ekanligi ekinlarni ozuqa elementlar bilan oziqlantirishdagi samaradorlikni va o'zaro bog'liqlikni kengaytirishga imkon beradi.

Nanoo'g'itlar ozuqa elementlari ajralib chiqishini boshqarish uchun ishlab chiqarilgan. Bunday ishlab chiqarish ozuqa elementlarini ajralishini nazorat qilish orqali ularni qo'llashni samaradorligini va hosildorlikni oshirishiga hamda ularni to'planib qolishini eng kam holatga keltiradi. Bu xossalar suv havzalarida o'tlarni ko'payib ketishi kabi holatlarni bartaraf etishga yordam beradi. Shunday qilib, NO'lar hozirgi kundagi eng qulay komponentlardan biri bo'lib o'simliklarni o'sishiga va ularni hosildorligini oshirishiga samarali yordam beradi.

Hozirgi kunda NTlar eng kuchli texnologiyalardan bo'lib, NO'lar qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat sanoatini qayta o'zgartiradi, ular o'simliklarni ozuqa elementlarini o'zlashtirish qobiliyatini oshiradi, bir xilda ajrarilishini ta'minlaydi va qishloq xo'jaligi ekinlarini turli xil virus va patogenlarga qarshi kurashishiga yordam beradi.

NT yordamida ishlab chiqarilgan NO'lar ozuqa moddalarini samarali boshqarish uchun butun qishloq xo'jaligi tizimining ta'minot zanjirini yaratish mumkin; o'g'it qishloq xo'jaligini ekinlarni oshirishda muhim rol o'ynaydi; ammo o'g'itlarning haddan tashqari ko'p miqdorda qo'llanilishi tuproqning kimyoviy ekologiyasini qaytmas darajada o'zgartiradi va o'simlik yetishtirish uchun qulay yer maydonlarini yanada kamaytiradi. NO'lar-bu qishloq xo'jaligining eng katta muhim sohasi bo'lib, hosildorlikni oshirish, tuproq unumdorligini ko'tarish, ifloslanishni kamaytirish va atrof-muhut ekologik mikroflora yaratish kabi holaralri tufayli tuproqshunosh va ekologlar e'tiborini tortib kelmoqda.

6. Nanoo'g'itlar qo'llashning kelajagi va cheklanganligi

Hozirgi kunda NO'lar muhim bo'lgan qishloq xo'jaligi qo'shimchasi sifatida yaratilgan va ishlab chiqarishga tadbiiq etilgan bo'lib, ko'plab qishloq xo'jaligi sohalarida qishloq xo'jaligi mahsulotlarini mahsuldorligini oshirish uchun qo'llaniladigan asosiy qishloq xo'jaligi hissalarini sifatida ishlab chiqilgan va shakllantirilgan. Biroq, savollar inson va atrof-muhitga potentsial ta'sirlarni keltirib chiqarmoqda. Mutaxassislarning fikriga ko'ra, bozorda NP olinadigan oziq-ovqat mahsulotlarini iste'mol qilish xavfsiz bo'lsada, qishloq nanoxo'jaligi faoliyatiga nanoo'lchamli komponentlarni kiritish juda muhim.

NO'lardan o'g'it sifatida foydalanish qishloq xo'jaligida yoki dehqonchilik amaliyotida qo'llanilishidan oldin yaxshilab o'rganilishi zarur. Yuqori konsentratsiyali NO'lar oziq-ovqat orqali ta'sir qilishi va inson uchun istiqbolli xavf tug'dirishi mumkin. Ayniqsa, nanonomateriallarning atrof-muhitga va oziq-ovqat zanjirida keng tarqalishi inson salomatligi uchun xavf tug'dirishi mumkin, chunki barcha NMlar, jumladan NO'lar ham qo'llanilish uchun bir xil darajada xavfsiz bo'lmasligi mumkin. Shuning uchun, inson faoliyatida ularning qatnashishi va hayotiy organlar bilan birgalikda faoliyat yuritish imkoniyati katta bo'lganligi sababli, atrof-muhit va inson salomatligi xavfsizligiga ta'siri bo'yicha in vitro va in vivo turidagi chuqur ilmiy toksikologik tadqiqotlar o'tkazilishi kerak.

Nanomateriallardan foydalanishning boshqa cheklanishi nanotexnologiya bo'yicha yuqori malakali mutaxassislarni talab qilishi mumkin va ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish juda qimmatga tushishi mumkin. Biroq, hozirgi kunda qishloq xo'jaligi oziq-ovqat yetkazib berishning asosi va barqaror sohasi bo'lib, u oziq-ovqat xavfsizligi va atrof-muhitni muhofaza qilish muammolarini materialshunoslik va biomassani o'zgartirish usullari bilan NTlardan foydalangan holda qo'llab-quvvatlanishi kerak.

7. Xulosalar

NO'lar qishloq xo'jaligining organik qo'shimchalar ishlatiladigan dehqonchilik tizimlarida o'g'itlardan ozuqa komponentlarni bosqichma-bosqich va asta-sekin ajralishi orqali atrof-muhit ifloslanishini kamaytirish uchun ishlatiladi. Nanomateriallarni organik yoki noorganik moddalar bilan qoplash yoki kapsulalash o'simlik uchun ozuqalarni miqdori va hajmini eng kam holatda ta'minlaydi. Nanomateriallarning barqaror ekinlarni rivojlantirish va ularni keng qo'llash uchun istiqboli ko'plab omillarga, jumladan, tegishli ravishda tartibga solish va ma'lum talablarga javob beradigan yangi nanomateriallarni sintez qilishga bog'liq. Biroq, nanomateriallardan foydalanish ehtiyotkorlik bilan amalga oshirilishi kerak va atrof-muhitni muhofaza qilish va inson farovonligini ta'minlash uchun in vivo va in vitro sharoitida keng qamrovli toksikologik sinovlari o'tkazilishi kerak, chunki barcha nanomateriallar barcha turda qo'llanishlarda bir xil darajada xavfsiz bo'lmasligi mumkin. Nanomateriallarni ataylabdan yuqori konsentratsiyalarda joriy etish

nanooziq-ovqat mahsulotlar potentsial xavf sifatida qaralishi mumkin; xususan, atrof-muhit va oziq-ovqat zanjirida zaharli bo'lmagan materiallarning keng miqdorlarda tarqalishi sog'liq uchun kutilmagan oqibatlarga olib kelishi mumkin. Nanomateriallardan foydalanishdagi cheklovlar yuqori malakali mutaxassislarni va ishlab chiqarish korxonalarini tashkil etish uchun yuqori xarajatlarni talab qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. T. Bakker, E. Brauers, G. van der Elst, E. Wangari. Nanotechnology in agricultural production nanotechnology in agricultural production. A policy brief was commissioned by the UN policy analysis branch. Division for Sustainable Development (2023). Accessed on 10, fed, 2024
2. El-Henawy, I. El-Sheikh, A. Hassan, A. Madein, A. El-Sheikh, A. El-Yamany, A. Radwan, F. Mohamed, M. Khamees, M. Ramadan, M. Abdelhamid, H.Khaled, H. El-Faramawy, Y. Ayoub, S. Youssef, S.E.-D. Faizy. Response of cultivated broccoli and red cabbage crops to mineral, organic and nano-fertilizers. Environment Biodiversity and Soil Security, 2 (2018), pp. 1-25.
3. H. El-Ramady, A. El-Ghamry, A. Mosa, T. Alshaal. Nanofertilizers vs. Biofertilizers: new insights. Environment Biodiversity and Soil Security, 2 (1) (2018), pp. 40-50.
4. L.E. Smith, G. Siciliano. A comprehensive review of constraints to improved management of fertilizers in China and mitigation of diffuse water pollution from agriculture Agric. Ecosyst. Environ., 209 (2015), pp. 15-25.
5. Y. Kumar. Nanofertilizers for enhancing nutrient use efficiency, crop productivity and economic returns in winter season crops of Rajasthan Annals of Plant and Soil Research, 22 (4) (2020), pp. 324-335.
6. Wei-Qi Li, Ting Qing, Cheng-Cheng Li, Feng Li, Fei Ge, Jun-Jie Fei, J. Willie, G.M. Peijnenburg. Integration of subcellular partitioning and chemical forms to understand silver nanoparticles toxicity to lettuce (*Lactuca sativa* L.) under different exposure pathways Chemosphere, 258 (2020), Article 127349, 10.1016/j.chemosphere.2020.127349
7. C.O. Dimkpa, P.S. Bindraban. Nanofertilizers: new products for the industry? Journal of Agriculture and Food Chemistry, 66 (2017), pp. 6462-6473.
8. S. Dwivedi, Q. Saquib, A.A. Al-Khedhairy, J. Musarrat. Understanding the role of nanomaterials in agriculture. Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity, Springer, New Delhi (2016), pp. 271-288.
9. P. Claudia, V. Mauro, R.C. Emilio. Proceedings of a Workshop on "Nanotechnology for the Agricultural Sector": from Research to the Field, JRC Research Reports JRC89736 Joint Research Centre (2014). <https://ideas.repec.org/p/ipt/iptwpa/jrc89736.html>

- 10.A. Hossain, R.G. Kerry, M. Farooq, N. Abdullah, M. Tofazzal Islam. Application of nanotechnology for sustainable crop production systems Devarajan, *et al.* (Eds.), Nanotechnology for Food, Agriculture, and Environment, Springer, India (2020), pp. 135-159.
- 11.R. Saraiva, Q. Ferreira, G.C. Rodrigues, M. Oliveira. Phosphorous nanofertilizers for precise application in rice cultivation as an adaptation to climate change *Climate*, 10 (11) (2022), p. 183, 10.3390/cli10110183.
- 12.C.M. Monreal, M. Derosa, S.C. Mallubhotla, P.S. Bindraban, C. Dimkpa Nanotechnologies for increasing the crop use efficiency of fertilizer-micronutrients *Biol. Fertil. Soils*, 52 (2016), pp. 423-437.
- 13.H.S. Hussein, H.H. Shaarawy, N.H. Hussien, S.I. Hawash. Preparation of nano-fertilizer blend from banana peels *Bull. Natl. Res. Cent.*, 43 (1) (2019), pp. 1-9.
- 14.H.S. Hussein, H.H. Shaarawy, N.H. Hussien, S.I. Hawash, Preparation of nano-fertilizer blend from banana peels, *Bull. Natl. Res. Cent.* 43 (1) (2019) 1–9, <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0058-1>
- 15.R. Subbaiya. Formulation of green nano-fertilizer to enhance the plant growth through slow and sustained release of nitrogen *J. Pharm. Res.*, 5 (11) (2012), pp. 5178-5183.
- 16.S. Sivasankaran, S. Sankaranarayanan, S. Ramakrishnan. A novel sonochemical synthesis of metal oxides based Bhasmas *Materials Science Forum*, Trans Tech Publications Ltd (2013), pp. 89-97.
- 17.Y.A. Ziylan, Y. Mizukoshi, Y. Maeda, N.H. Ince. Supporting pristine TiO₂ with noble metals to enhance the oxidation and mineralization of paracetamol by sonolysis and sonophotolysis. *Appl. Catal. B Environ.*, 172– 173 (2015), pp. 7-17.
18. Perez, T. E, Pinilla, M. G., Mejia, R.S, Ortiz, M.U, Torres, A., Jose, Y.M. (20008). Highly size-controlled synthesis of Au/Pd nanoparticles by inert-gas condensation. *Faraday Discuss*, 138, 353-362.