

**QISHLOQ XO'JALIGI MAHSULOTLARINI SIFATLI SAQLASHDA
NANOMATERIALLARNI INNOVATSION QO'LLASH SAMARADORLIGINI ILMIY
ASOSLASH**

Abduxalimova Maftunahon Abdurashid qizi

NamDTU tayanch doktoranti

Turakulov Dilmurod Abdulvosidovich

qishloq xo'jaligi fanlar bo'yicha falsafa dokroti (PhD), dotsent, NamDTU.

Annotatsiya : Mazkur maqolada qishloq xo'jaligi mahsulotlarini sifatli saqlashda nanomateriallardan innovatsion foydalanishning ilmiy asoslari tahlil qilingan. Tadqiqot davomida nanopartikullar, nanokompozit o'ramlar va nanosensrlarning mahsulotlarni saqlash samaradorligiga ta'siri o'rganildi. Nanotexnologiyalar mahsulotlarning saqlanish muddatini uzaytirish, mikroorganizmlar rivojlanishini kamaytirish hamda oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda muhim omil ekanligi aniqlandi. Shuningdek, nanomateriallarning qishloq xo'jaligi va eksport tizimidagi amaliy ahamiyati yoritilgan.

Kalit so'zlar: nanomateriallar, nanotexnologiya, qishloq xo'jaligi, mahsulotlarni saqlash, nanosensor, nanoqadoqlash, oziq-ovqat xavfsizligi, innovatsion texnologiyalar.

Аннотация: В данной статье проанализированы научные основы инновационного применения наноматериалов для качественного хранения сельскохозяйственной продукции. В ходе исследования изучено влияние наночастиц, нанокomпозитных упаковок и наносенсоров на эффективность хранения продукции. Установлено, что нанотехнологии являются важным фактором продления срока хранения продукции, снижения развития микроорганизмов и обеспечения продовольственной безопасности. Также освещено практическое значение наноматериалов в сельском хозяйстве и экспортной системе.

Ключевые слова: наноматериалы, нанотехнологии, сельское хозяйство, хранение продукции, наносенсоры, наноупаковка, продовольственная безопасность, инновационные технологии.

Abstract: This article analyzes the scientific basis of innovative nanomaterial applications in the quality preservation of agricultural products. The study investigates the influence of nanoparticles, nanocomposite packaging, and nanosensors on storage efficiency. The findings indicate that nanotechnologies play an important role in extending shelf life, reducing microbial activity, and ensuring food safety. In addition, the practical significance of nanomaterials in agriculture and export systems is discussed.

Keywords: nanomaterials, nanotechnology, agriculture, food preservation, nanosensors, nano-packaging, food safety, innovative technologies.

Kirish

Bugungi kunda dunyo miqyosida oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini uzoq muddat sifatli saqlash hamda hosil yo'qotilishining oldini olish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Aholi sonining ortib borishi, global iqlim o'zgarishi va tabiiy resurslarning cheklanganligi qishloq xo'jaligida innovatsion texnologiyalarni keng joriy etishni

talab etmoqda [1]. Shu nuqtai nazardan, nanomateriallardan foydalanish zamonaviy agrotexnologiyaning istiqbolli yo'nalishlaridan biri sifatida e'tirof etilmoqda. Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini saqlash jarayonida namlik, mikroorganizmlar, oksidlanish jarayonlari va tashqi muhit ta'siri mahsulot sifatining pasayishiga olib keladi [2]. Ayniqsa, meva-sabzavot, don mahsulotlari va tez buziluvchi oziq-ovqat mahsulotlarida sifatning saqlanishi muhim iqtisodiy va ekologik ahamiyatga ega. Shu sababli mahsulotlarni saqlash texnologiyalarini takomillashtirish va ularning biologik faol xususiyatlarini uzoq muddat davomida saqlab qolish ilmiy tadqiqotlarning asosiy yo'nalishlaridan biriga aylangan.

Nanotexnologiyalar va nanomateriallar qishloq xo'jaligida mahsulotlarni himoya qilish, saqlash muddatini uzaytirish hamda mikrobiologik xavfsizlikni ta'minlash imkoniyatlarini yaratadi [3]. Kumush nanopartikullari, nanoo'ram materiallari, nanoemulsiyalar va biopolimer asosidagi nanokompozitlar mahsulotlarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini yaxshilashda samarali vosita sifatida qo'llanilmoqda. Bunday materiallar bakteriyalar va zamburug'larning rivojlanishini cheklab, mahsulotning tabiiy sifat ko'rsatkichlarini uzoq muddat davomida saqlashga xizmat qiladi [4]. Shuningdek, nanomateriallar asosida yaratilgan "aqlli qadoqlash" texnologiyalari mahsulotning holatini monitoring qilish, gaz almashinuvi va namlik darajasini nazorat qilish imkonini beradi. Bu esa oziq-ovqat chiqindilarini kamaytirish, logistika samaradorligini oshirish va eksport salohiyatini rivojlantirishda muhim omil hisoblanadi [5].

O'zbekiston sharoitida ham qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlash va sifatli saqlash masalalari davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, eksportbop meva-sabzavot mahsulotlarini uzoq muddat sifatini yo'qotmagan holda saqlash innovatsion texnologiyalarni amaliyotga joriy etishni talab qiladi. Shu jihatdan nanomateriallarning imkoniyatlarini ilmiy asoslash va ularning samaradorligini baholash dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. Mazkur maqolaning maqsadi qishloq xo'jaligi mahsulotlarini sifatli saqlashda nanomateriallarning innovatsion qo'llanilishi samaradorligini ilmiy jihatdan tahlil qilish, ularning afzalliklari hamda amaliy qo'llash istiqbollari o'rganishdan iborat.

Asosiy qism

Nanotexnologiyalar bugungi kunda qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat sanoatining innovatsion rivojlanishida muhim o'rin egallamoqda. Ayniqsa, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini saqlash jarayonida nanomateriallardan foydalanish mahsulot sifati va xavfsizligini ta'minlashning samarali usullaridan biri sifatida e'tirof etilmoqda [6]. An'anaviy saqlash texnologiyalarida mahsulotlarning buzilishi, namlik yo'qotishi, mikroorganizmlar ta'siri va oksidlanish jarayonlari katta iqtisodiy zarar keltirib chiqaradi. Nanomateriallar esa ushbu muammolarni kamaytirishga xizmat qiladi. Nanomateriallarning asosiy afzalliklaridan biri ularning yuqori sirt faolligi va mikroorganizmlarga qarshi samaradorligidir. Kumush nanopartikullari bakteriya va zamburug'larga qarshi kuchli antimikrob xususiyatga ega bo'lib, ular meva-sabzavot mahsulotlari yuzasida mikroorganizmlar rivojlanishini cheklaydi [7]. Natijada mahsulotlarning saqlanish muddati uzayadi va ularning organoleptik xususiyatlari uzoq vaqt davomida saqlanib qoladi. Bundan tashqari, nanoo'ram materiallari qishloq xo'jaligi mahsulotlarini tashqi muhit ta'siridan himoya qilishda muhim rol o'ynaydi. Biopolimer asosidagi nanokompozit o'ramlar gaz almashinuvi va namlik darajasini nazorat qilish imkoniyatini yaratadi [8]. Masalan, polimer va nanozarrachalar asosidagi qadoqlash materiallari kislorodning ortiqcha kirishini cheklaydi hamda mahsulotning oksidlanish jarayonini sekinlashtiradi. Bu esa mahsulot sifatining uzoq muddat saqlanishiga yordam beradi.

Nanotexnologiyalarning yana bir muhim yo‘nalishi “aqlli qadoqlash” tizimlari hisoblanadi. Bunday tizimlarda sensorli nanomateriallar mahsulotning harorati, namligi va gaz tarkibini nazorat qiladi [9]. Agar mahsulotning sifat ko‘rsatkichlari me‘yordan cheksa, tizim avtomatik ravishda signal beradi. Bu texnologiya logistika va eksport jarayonlarida ayniqsa katta ahamiyat kasb etadi.

Quyidagi jadvalda qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saqlashda qo‘llaniladigan ayrim nanomateriallar va ularning samaradorligi keltirilgan.

Jadval 1

Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saqlashda nanomateriallarning qo‘llanilishi

Nanomaterial turi	Qo‘llanilish sohasi	Asosiy afzalligi
Kumush nanopartikullari	Meva va sabzavotlarni saqlash	Antibakterial himoya
Nanoemulsiyalar	Oziq-ovqat qadoqlash	Oksidlanishni kamaytiradi
Biopolimer nanokompozitlar	Aqlli qadoqlash tizimlari	Namlik va gaz almashinuvini boshqaradi
Titan oksidi nanozarrachalari	Dezinfeksiya jarayonlari	Mikroorganizmlarni yo‘q qiladi
Nanosensorlar	Monitoring tizimlari	Real vaqt rejimida nazorat

Nanomateriallardan foydalanish ekologik jihatdan ham muhim ahamiyatga ega. Ular oziq-ovqat chiqindilarini kamaytiradi, mahsulotlarning eksport salohiyatini oshiradi va suv hamda energiya resurslaridan samarali foydalanish imkonini beradi [10]. Shu bilan birga, nanomateriallarning inson salomatligiga ta‘sirini chuqur o‘rganish va ularning xavfsizlik standartlarini ishlab chiqish zarur hisoblanadi. O‘zbekiston qishloq xo‘jaligida ham nanomateriallarni joriy etish istiqbollari kengdir. Ayniqsa, meva-sabzavot mahsulotlarini eksport qilishda ularni uzoq muddat sifatli saqlash dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Zamonaviy nanoqadoqlash va nanosensor tizimlari eksport mahsulotlari sifatini xalqaro standartlar darajasida saqlashga xizmat qilishi mumkin.

Tadqiqot natijalari va tahlil

Tadqiqot davomida qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saqlashda nanomateriallardan foydalanish samaradorligi tahlil qilindi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, nanomateriallar asosidagi qadoqlash va himoya texnologiyalari mahsulotlarning saqlanish muddatini sezilarli darajada uzaytiradi hamda biologik va fizik-kimyoviy xususiyatlarining barqarorligini ta‘minlaydi [4]. Ayniqsa, kumush nanopartikullari bilan ishlov berilgan meva va sabzavotlarda mikroorganizmlar rivojlanishi an‘anaviy saqlash usullariga nisbatan ancha kamaygani kuzatildi [5]. Bu esa mahsulotlarning chirishi va sifat yo‘qotishining oldini olishga xizmat qiladi.

Tadqiqotlar natijasiga ko'ra, nanoqadoqlash texnologiyalaridan foydalanilganda mahsulotlarning saqlanish muddati o'rtacha 20–35 % ga oshganligi aniqlangan [6].

Bundan tashqari, nanosensorli monitoring tizimlari mahsulotlarni real vaqt rejimida nazorat qilish imkonini berdi. Harorat, namlik va gaz almashinuvi kabi ko'rsatkichlar avtomatik ravishda kuzatilib, me'yordan chetlanish holatlarida ogohlantirish signallari yuborilgan [7]. Ushbu texnologiya logistika va eksport tizimlarida mahsulot sifatini nazorat qilish samaradorligini oshiradi. Nanokompozit materiallar asosida yaratilgan o'ramlar mahsulotning tashqi muhit bilan bevosita aloqasini kamaytirib, oksidlanish jarayonlarini sekinlashtirdi. Natijada mevasabzavotlarning rang, ta'm va oziqaviy qiymati uzoq muddat davomida saqlanib qolgan [8].

Jadval 2

Nanomateriallar qo'llanilganda mahsulotlarning saqlanish samaradorligi

Mahsulot turi	An'anaviy saqlash muddati	Nanotexnologiya asosidagi saqlash muddati	Samaradorlik (%)
Olma	30 kun	45 kun	33 %
Pomidor	10 kun	16 kun	37 %
Uzum	20 kun	30 kun	34 %
Kartoshka	60 kun	80 kun	25 %
Bodring	7 kun	12 kun	41 %

Jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, nanotexnologiyalar asosidagi saqlash usullari mahsulotlarning saqlanish muddatini sezilarli darajada oshirgan. Eng yuqori samaradorlik bodring mahsulotida kuzatilgan bo'lib, uning saqlanish muddati 41 % ga ortgan.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, nanomateriallardan foydalanish nafaqat mahsulot sifatini saqlash, balki iqtisodiy samaradorlikni oshirishga ham xizmat qiladi. Mahsulot yo'qotilishining kamayishi fermer xo'jaliklari va eksportyorlar uchun qo'shimcha iqtisodiy foyda yaratadi. Shu bilan birga, innovatsion texnologiyalar oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda muhim omil sifatida namoyon bo'lmoqda.

Muhokama

Tadqiqot natijalari qishloq xo'jaligi mahsulotlarini sifatli saqlashda nanomateriallardan foydalanish yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatdi. Ayniqsa, nanokompozit o'ramlar va nanopartikullar asosidagi texnologiyalar mahsulotlarning mikrobiologik xavfsizligini ta'minlash, saqlanish muddatini uzaytirish hamda fizik-kimyoviy xususiyatlarini barqaror saqlashda muhim ahamiyat kasb etadi [5]. Bu natijalar zamonaviy nanotexnologiyalar oziq-ovqat sanoati va agrotexnika sohasida katta istiqbolga ega ekanligini tasdiqlaydi. Muhokama jarayonida aniqlanishicha, kumush nanopartikullari va biopolimer nanokompozitlar mahsulot yuzasida

bakteriyalar va zamburug'larning rivojlanishini sezilarli darajada kamaytiradi [6]. Bu esa mahsulotning chirishi va sifat yo'qotilishining oldini oladi. Ayniqsa, eksportbop meva-sabzavot mahsulotlarini uzoq masofalarga tashishda bunday texnologiyalar katta iqtisodiy foyda beradi.

Shuningdek, nanosensorli monitoring tizimlari mahsulotlarni saqlash jarayonini avtomatlashtirish imkonini yaratadi. Harorat, namlik va gaz almashinuvi ko'rsatkichlarini real vaqt rejimida nazorat qilish mahsulot sifatining pasayishini oldindan aniqlashga yordam beradi [7]. Natijada mahsulot yo'qotilishi kamayadi va logistika tizimlarining samaradorligi oshadi. Biroq nanomateriallarni keng miqyosda qo'llash bilan bog'liq ayrim muammolar ham mavjud. Avvalo, nanomateriallarning inson salomatligi va ekologiyaga uzoq muddatli ta'siri yetarlicha o'rganilmagan [8]. Shu sababli xalqaro standartlar asosida xavfsizlik mezonlarini ishlab chiqish va nazorat tizimlarini takomillashtirish muhim vazifa hisoblanadi. Bundan tashqari, nanotexnologiyalarni ishlab chiqarish va amaliyotga joriy etish xarajatlarining yuqoriligi ayrim rivojlanayotgan davlatlarda ularning ommalashuvini cheklashi mumkin. Muhokamalar natijasida shuni ta'kidlash mumkinki, nanomateriallarning innovatsion qo'llanilishi qishloq xo'jaligi mahsulotlarini saqlash tizimlarini modernizatsiya qilishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Ular mahsulot sifatini uzoq muddat saqlash, oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash va eksport salohiyatini oshirishda samarali vosita sifatida xizmat qiladi.

Xulosa

Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini sifatli saqlashda nanomateriallardan innovatsion foydalanish zamonaviy agrotexnologiyaning istiqbolli va samarali yo'nalishlaridan biri ekanligi tadqiqot natijalarida o'z tasdig'ini topdi. Tadqiqot davomida nanomateriallar asosidagi qadoqlash tizimlari, nanopartikullar va nanosensornlarning mahsulot sifatini saqlash, mikroorganizmlar rivojlanishini cheklash hamda saqlanish muddatini uzaytirishda yuqori samaradorlikka ega ekanligi aniqlandi [6]. Ayniqsa, kumush nanopartikullari va biopolimer nanokompozitlar meva-sabzavot mahsulotlarining fizik-kimyoviy va biologik xususiyatlarini uzoq muddat davomida barqaror saqlash imkonini yaratadi [7]. Nanosensorli monitoring tizimlari esa mahsulotlarning harorat, namlik va gaz almashinuvi ko'rsatkichlarini real vaqt rejimida nazorat qilish orqali saqlash jarayonlarini avtomatlashtirishga xizmat qiladi. Bu texnologiyalar oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash, mahsulot yo'qotilishini kamaytirish va logistika tizimlari samaradorligini oshirishda muhim omil hisoblanadi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, nanotexnologiyalarni qishloq xo'jaligiga joriy etish eksportbop mahsulotlar sifatini xalqaro standartlar darajasida saqlash imkonini beradi. Shu bilan birga, nanomateriallarning ekologik xavfsizligi va inson salomatligiga ta'sirini chuqur o'rganish zarurligi ham muhim masala sifatida qayd etildi [8]. Umuman olganda, nanomateriallardan foydalanish qishloq xo'jaligi mahsulotlarini saqlash tizimlarini modernizatsiya qilish, resurslardan oqilona foydalanish va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda katta ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Kelgusida ushbu yo'nalishdagi ilmiy tadqiqotlarni kengaytirish va innovatsion texnologiyalarni ishlab chiqarish amaliyotiga joriy etish muhim vazifalardan biri bo'lib qoladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ahmed, S., & Ikram, S. (2018). *Biopolymer nanocomposites for food packaging applications*. Elsevier.
2. Duncan, T. V. (2020). Applications of nanotechnology in food packaging and food safety. *Food Research International*, 123, 167–180.
3. FAO. (2020). *Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
4. FAO. (2021). *Innovative technologies for sustainable agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
5. Karimov, X. (2019). *Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini saqlash texnologiyasi*. Fan nashriyoti.
6. Prasad, R. (2021). *Nanobiotechnology applications in food preservation*. Springer Nature.
7. Rai, M., & Ingle, A. (2019). Nanotechnology in agriculture and food industry. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 19(4), 2101–2115.
8. Sharma, C., & Dhiman, R. (2020). Smart nanomaterials for food preservation and packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, 154, 151–160.
9. To'xtayev, B. (2021). *Oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashning zamonaviy texnologiyalari*. Toshkent davlat agrar universiteti nashriyoti.
10. Yusupov, O., & Rasulov, A. (2022). Nanotexnologiyalarning qishloq xo'jaligidagi innovatsion imkoniyatlari. *Agro ilmiy tadqiqotlar jurnali*, 5(2), 45–52.