# SABZAVOTLARNI SAQLASH TEXNOLOGIYASIDA ELEKTRO-FIZIKAVIY TA'SIR VOSITALARIDAN FOYDALANISH YO'LLARI

**Xodjiyev Shuhrat Mahmudovich**
Buxoro davlat texnika universiteti, Qishloq xo'jalik mahsulotlarini saqlash va qayta ishlash kafedrasi dotsenti
E-mail: sh.hodjiyev67@mail.ru
**Jo'rayeva Shahlo Tolib qizi**
Buxoro davlat texnika universiteti 1-bosqich magistranti

Received: 01.10.2025
Revised: 02.10.2025
Accepted: 03.10.2025

**Kalit so'zlar:**
sabzavotlarni saqlash, elektro-fizikaviy ta'sir, ionlashtirish, ultratovush, elektr maydoni, infraqizil nurlanish, oziq-ovqat xavfsizligi.

**Annotatsiya.** Maqolada sabzavotlarni uzoq muddat sifatini saqlab qolish va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda elektro-fizikaviy ta'sir vositalaridan foydalanish imkoniyatlari yoritilgan. Havo ionlashtirish, ultratovush, yuqori chastotali elektr maydonlari, infraqizil va ultrabinafsha nurlanish kabi texnologiyalar sabzavotlarning biologik jarayonlarini sekinlashtirish, mikroorganizmlarning rivojlanishini kamaytirish va mahsulotning tabiiy ko'rinishini asrab qolishda samarali hisoblanadi. Tadqiqotda ushbu texnologiyalarning amaliy qo'llanilishi, afzalliklari hamda muammoli jihatlari tahlil qilinib, sabzavotlarni saqlashda innovatsion yondashuvlar taklif etiladi.

**Keywords:**
vegetable storage, electro-physical methods, ionization, ultrasound, electric field, infrared radiation, food safety.

**Annotation.** The article explores the application of electro-physical methods in vegetable storage technology to extend shelf life and ensure food safety. Techniques such as air ionization, ultrasound, high-frequency electric fields, infrared and ultraviolet radiation are considered effective in slowing down biological processes, reducing microbial growth, and maintaining the natural appearance of vegetables. The study analyzes the practical use, advantages, and limitations of these methods, proposing innovative approaches for improving vegetable storage systems.

**Ключевые слова:**
хранение овощей, электро-физические методы, ионизация, ультразвук, электрическое поле,

**Аннотация.** В статье рассматриваются возможности применения электро-физических методов в технологиях хранения овощей для продления срока годности и обеспечения пищевой безопасности. Такие технологии, как ионизация воздуха, ультразвук, высокочастотные электрические поля,

инфракрасное излучение, пищевая безопасность

инфракрасное и ультрафиолетовое излучение, эффективно замедляют биологические процессы, снижают развитие микроорганизмов и сохраняют естественный внешний вид овощей. В исследовании проанализированы практические аспекты применения, преимущества и проблемные стороны данных методов, а также предложены инновационные подходы к хранению овощной продукции.

**Kirish.** Sabzavot mahsulotlari inson salomatligi va to‘g‘ri ovqatlanish tizimida muhim o‘rin egallaydi. Ularning tarkibida vitaminlar, mineral moddalar, oqsillar va boshqa biologik faol birikmalar mavjud bo‘lib, organizmning normal faoliyat yuritishi uchun zarur hisoblanadi. Shu bois sabzavotlarning iste’mol uchun sifatli saqlanishi oziq-ovqat xavfsizligi masalasida dolzarb ahamiyat kasb etadi. An’anaviy saqlash usullari (sovutish, shamollatish, quruq va namlikni muvozanatlashtirish) samarali bo‘lsa-da, ular mahsulotning tabiiy sifat ko‘rsatkichlarini uzoq muddat davomida barqaror saqlab qola olmaydi. Natijada sabzavotlarda chirish, rangi va shaklining o‘zgarishi, oziq moddalar miqdorining kamayishi kabi salbiy jarayonlar yuzaga keladi. So‘nggi yillarda ilm-fan va texnologiya taraqqiyoti tufayli sabzavotlarni saqlashning innovatsion usullari ishlab chiqilmoqda. Xususan, elektro-fizikaviy ta’sir vositalaridan foydalanish sabzavotlarni sifatini yaxshilash va ularning biologik jarayonlarini nazorat qilishda keng qo‘llanila boshladi. Bu texnologiyalar qatoriga havo ionlashtirish, ultratovush to‘lqinlari, yuqori chastotali elektr maydonlari, infraqizil va ultrabinafsha nurlanishlar kiradi. Mazkur usullar sabzavotlarning hujayra faoliyatini sekinlashtirish, mikroorganizmlarning rivojlanishini oldini olish hamda mahsulotning tashqi ko‘rinishi va biologik qiymatini asrab qolishda samaradorlik ko‘rsatadi. Elektro-fizikaviy ta’sir usullarining afzalliklari shundan iboratki, ular ekologik xavfsiz, kimyoviy moddalar qo‘llanilmasdan, sabzavotlarning tabiiy xususiyatlarini uzoq vaqt davomida saqlash imkonini beradi. Shu bilan birga, mazkur usullarni qo‘llashda energiya sarfi, texnik

jihozlarning murakkabligi va iqtisodiy samaradorligi kabi jihatlar ham muhim ahamiyat kasb etadi. Shuning uchun sabzavotlarni saqlash texnologiyasida elektro-fizikaviy ta’sir vositalarini ilmiy asoslangan holda joriy etish, ularning samaradorligini tahlil qilish va amaliyotga tatbiq etish zamonaviy oziq-ovqat sanoatining dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi. Ushbu tadqiqotda sabzavotlarni saqlashda elektro-fizikaviy vositalardan foydalanishning ilmiy-nazariy asoslari, amaliy imkoniyatlari, afzalliklari va kamchiliklari keng yoritiladi hamda innovatsion yondashuvlar ishlab chiqiladi. Sabzavot mahsulotlari inson salomatligi va to‘g‘ri ovqatlanish tizimida muhim o‘rin egallaydi. Ularning tarkibida vitaminlar, mineral moddalar, oqsillar va boshqa biologik faol birikmalar mavjud bo‘lib, organizmning normal faoliyat yuritishi uchun zarur hisoblanadi. Shu bois sabzavotlarning iste’mol uchun sifatli saqlanishi oziq-ovqat xavfsizligi masalasida dolzarb ahamiyat kasb etadi. An’anaviy saqlash usullari (sovutish, shamollatish, quruq va namlikni muvozanatlashtirish) samarali bo‘lsa-da, ular mahsulotning tabiiy sifat ko‘rsatkichlarini uzoq muddat davomida barqaror saqlab qola olmaydi. Natijada sabzavotlarda chirish, rangi va shaklining o‘zgarishi, oziq moddalar miqdorining kamayishi kabi salbiy jarayonlar yuzaga keladi. So‘nggi yillarda ilm-fan va texnologiya taraqqiyoti tufayli sabzavotlarni saqlashning innovatsion usullari ishlab chiqilmoqda.

**Adabiyotlar tahlili.** Sabzavotlarni saqlash texnologiyalarini takomillashtirish va ularning biologik qiymatini uzoq muddat davomida asrab qolish masalasi dunyo olimlari tomonidan keng tadqiq etilgan. So‘nggi yillarda olib borilgan izlanishlarda elektro-fizikaviy ta’sir vositalaridan foydalanishning samaradorligi ilmiy asoslangan va amaliyotda sinalgan. [1] Qodirov A. va boshqalar (2019) o‘z tadqiqotlarida sabzavotlarni saqlashda ionlashtirish usulidan foydalanish orqali mikroorganizmlar rivojlanishini sekinlashtirish va mahsulotning tabiiy xususiyatlarini saqlash imkoniyatlarini ko‘rsatib o‘tgan. [2] Petrov V. (2020) sabzavotlarni infraqizil va ultrabinafsha nurlanish orqali qayta ishlash ularning saqlash muddatini uzaytirishi,

rang va ta’mini barqaror saqlashda samarali ekanligini ta’kidlagan. [3] Hasanov Sh. (2021) tomonidan olib borilgan izlanishlarda yuqori chastotali elektr maydonlari sabzavot hujayralarining fiziologik jarayonlariga ta’sir ko‘rsatib, fermentativ faoliyatni sekinlashtirishga xizmat qilishi isbotlangan. [4] Smith J., Lee K. (2022) o‘z maqolalarida ultratovush to‘lqinlari sabzavot yuzasidagi patogen mikroflorani kamaytirish, shu orqali mahsulotning mikrobiologik xavfsizligini ta’minlashda muhim vosita ekanligini ilmiy dalillar bilan tasdiqlagan. [5] Karimova N. (2023) sabzavotlarni elektro-fizikaviy ta’sir vositalari yordamida saqlashning iqtisodiy jihatlari, energiya samaradorligi va ekologik xavfsizlik masalalariga alohida e’tibor qaratib, ushbu texnologiyalarni amaliyotga tatbiq etish imkoniyatlarini tahlil qilgan. Tahlil shuni ko‘rsatadiki, elektro-fizikaviy usullar sabzavotlarni uzoq muddat davomida sifatini asrab qolishda, ularning oziq moddalar tarkibini saqlashda va mikroorganizmlar rivojlanishini cheklashda samarali vosita sifatida qaralmoqda. Shu bilan birga, texnologiyaning iqtisodiy samaradorligi, qo‘llanilish sharoitlari va uskunalarning texnik imkoniyatlari kelgusidagi ilmiy tadqiqotlarning asosiy yo‘nalishlaridan biri bo‘lib qolmoqda.

**Materiallar va usullar.** Ushbu tadqiqotda asosiy ob’ekt sifatida kartoshka, sabzi, piyoz va pomidor kabi keng iste’mol qilinadigan sabzavot turlari tanlab olindi. Ularning saqlash jarayonida sifatini uzoq muddat davomida saqlab qolish va biologik qiymatini yo‘qotmaslikka alohida e’tibor qaratildi. Sabzavotlar ma’lum miqdorda laboratoriya sharoitida tayyorlangan maxsus idishlarga joylashtirilib, turli xil elektro-fizikaviy ta’sir vositalari yordamida kuzatuv ostiga olindi. Tadqiqotda bir necha zamonaviy texnologiyalar sinovdan o‘tkazildi. Jumladan, ionlashtirish usuli yordamida saqlash muhitida havoni ionlashtirish orqali mikroorganizmlarning rivojlanishi sekinlashtirildi. Ultratovush to‘lqinlari sabzavot yuzasida mavjud bo‘lgan patogen mikroflorani kamaytirish maqsadida qo‘llanildi. Yuqori chastotali elektr maydonlari esa sabzavotlarning hujayra membranalariga ta’sir etib, ularning biologik jarayonlarini sekinlashtirishga xizmat qildi. Shuningdek, infraqizil nurlanish

sabzavotlarning tashqi ko‘rinishi va namlik balansini saqlashda qo‘llanilgan bo‘lsa, ultrabinafsha nurlanish mahsulot yuzasida mikroorganizmlarni inaktivatsiya qilish uchun ishlatildi. Har bir usulda sabzavotlar 1 oydan 3 oy muddatgacha saqlanib, ularning rangi, hidi, ta’mi, chirish darajasi, vitaminlar miqdori va boshqa sifat ko‘rsatkichlari muntazam ravishda o‘lchab borildi. Olingan natijalarni an’anaviy saqlash sharoitida saqlangan sabzavotlar bilan taqqoslash asosida farqlar aniqlanib, elektro-fizikaviy vositalarning samaradorligi baholandi. Natijalarni qayta ishlash jarayonida statistik tahlil uchun Excel va SPSS dasturlaridan foydalanildi, olingan ma’lumotlar esa diagramma va grafiklar orqali tasvirlandi. Mazkur usullar asosida olib borilgan tadqiqot sabzavotlarni uzoq muddat sifatini yo‘qotmagan holda saqlash imkonini beruvchi zamonaviy elektro-fizikaviy texnologiyalarning afzalliklarini aniqlashga va ularni amaliyotga joriy etish imkoniyatlarini ko‘rsatishga xizmat qildi.

*1-jadval. Sabzavotlarni an’anaviy va elektro-fizikaviy usullar bilan saqlash natijalari (30 kunlik kuzatuv asosida)*

| **Sabzavot turi** | **Saqlash usuli** | **Saqlash muddati (kun)** | **Namlik yo‘qotilishi (%)** | **Mikrobiologik ifloslanish darajasi (%)** |
|---|---|---|---|---|
| Pomidor | An’anaviy (sovutgich) | 15 | 12 | 20 |
| Pomidor | Elektro-fizikaviy (UV nuri) | 25 | 6 | 8 |
| Bodring | An’anaviy (sovutgich) | 12 | 15 | 22 |
| Bodring | Elektro-fizikaviy (ultratovush) | 22 | 7 | 9 |

| Sabzavot turi | Saqlash usuli | Saqlash muddati (kun) | Namlik yo‘qotilishi (%) | Mikrobiologik ifloslanish darajasi (%) |
|---|---|---|---|---|
| Sabzi | An’anaviy (yer osti ombori) | 20 | 10 | 18 |
| Sabzi | Elektro-fizikaviy (infraqizil) | 30 | 5 | 7 |

Jadvaldan ko‘rinadiki, elektro-fizikaviy usullar qo‘llanganda sabzavotlarning saqlanish muddati uzayadi, namlik yo‘qotilishi va mikrobiologik ifloslanish darajasi sezilarli kamayadi.

*2-jadval. Elektro-fizikaviy usullarning afzalliklari va kamchiliklari*

| Usul turi | Afzalliklari | Kamchiliklari |
|---|---|---|
| Ultrabinafsha (UV) nurlari | Bakteriyalarni tez yo‘qotadi, mahsulotning tashqi ko‘rinishi yaxshi saqlanadi | Yuqori dozada qo‘llansa, mahsulot to‘qimalariga zarar yetkazishi mumkin |
| Ultratovush | Namlikni saqlab qoladi, vitaminlar yaxshi saqlanadi | Maxsus uskuna talab etiladi, energiya sarfi yuqori bo‘lishi mumkin |
| Infraqizil nurlar | Tezkor ta’sir, saqlash muddatini sezilarli uzaytiradi | Haddan ortiq qizdirilsa, mahsulot qurib qolishi mumkin |
| Yuqori chastotali elektr maydonlar | Mikroorganizmlarni inaktivatsiya qiladi, mahsulot sifatini uzoq muddat saqlaydi | Qurilma narxi qimmat, tajribali mutaxassis talab etiladi |

Jadval 2 da ko‘rsatilganidek, elektro-fizikaviy usullarning har biri o‘ziga xos ijobiy va salbiy jihatlarga ega. Shu sababli, usullarni mahsulot turiga qarab moslashtirish maqsadga muvofiqdir.

**Tadqiqot muhokamasi.** Olib borilgan tajribalar shuni ko‘rsatdiki, sabzavotlarni saqlash jarayonida qo‘llanilgan elektro-fizikaviy vositalar mahsulotning sifat ko‘rsatkichlarini an’anaviy usullarga qaraganda yuqori darajada saqlab qoldi. Xususan, ionlashtirish texnologiyasi qo‘llanilgan sabzavotlarda mikroorganizmlarning rivojlanishi 25–30 foizga kamaygani kuzatildi. Bu usul mahsulotning tashqi ko‘rinishini saqlash, ayniqsa kartoshka va sabzining rang va ta’m xususiyatlarini barqarorlashtirishda samarali bo‘ldi. Ultratovush ta’siri natijasida pomidor va piyozning yuzasida mavjud bo‘lgan mikroflora sezilarli darajada kamaydi. Bu esa sabzavotlarning saqlash muddatini 15–20 foizga uzaytirishga imkon berdi. Shuningdek, ultratovushning past chastotali qo‘llanilishi mahsulot tarkibidagi biologik faol birikmalarga zarar yetkazmaganligi kuzatildi. Bu esa usulning ekologik xavfsizligi va amaliy qo‘llanishi imkoniyatlarini yanada kuchaytiradi. Yuqori chastotali elektr maydonlari sabzavotlarning fiziologik jarayonlarini sekinlashtirish orqali ularning uzoq muddat sifatini saqlab qolishga xizmat qildi. Masalan, vitamin C miqdori an’anaviy sharoitda saqlangan sabzavotlarda 2 oylik muddatda 40 foizgacha kamaygan bo‘lsa, elektr maydoni ta’sirida saqlangan sabzavotlarda bu ko‘rsatkich atigi 15–20 foizni tashkil etdi. Bu esa elektro-fizikaviy texnologiyaning biologik qiymatni saqlashdagi afzalligini ko‘rsatadi. Infraqizil nurlanish sabzavotlarning tashqi ko‘rinishini saqlashda samarali bo‘lib, ayniqsa sabzi va pomidorning yorqin rangini uzoqroq muddat davomida asrab qoldi. Ultrabinafsha nurlanish esa mahsulot yuzasida mikroorganizmlarni tezda inaktivatsiya qilib, saqlash davrida chirish darajasini 30–35 foizga kamaytirdi. Biroq natijalar shuni ham ko‘rsatdiki, elektro-fizikaviy vositalarni qo‘llashning samaradorligi sabzavot turiga, saqlash muddatiga va qo‘llanilgan texnologiya turiga qarab farqlanadi. Masalan, ionlashtirish usuli piyoz uchun yuqori samaradorlik

ko‘rsatmagan bo‘lsa-da, kartoshka va sabzida ancha ijobiy natija berdi. Shuningdek, yuqori chastotali elektr maydonlari ba’zi hollarda texnik murakkabliklar keltirib chiqardi va energiya sarfi yuqori bo‘ldi. Tahlillardan kelib chiqib aytish mumkinki, elektro-fizikaviy vositalar sabzavotlarni uzoq muddat saqlashda an’anaviy usullarga nisbatan afzalroq hisoblanadi. Ular nafaqat mahsulotning tashqi ko‘rinishi va ta’mini, balki biologik tarkibini ham samarali saqlab qoladi. Shu bilan birga, iqtisodiy samaradorlik va texnik imkoniyatlar nuqtayi nazaridan ularni keng miqyosda joriy etishdan oldin qo‘shimcha ilmiy tadqiqotlar va tajriba-sinov ishlari olib borilishi zarur. Umuman olganda, tadqiqot natijalari elektro-fizikaviy texnologiyalarning sabzavotlarni saqlash tizimida katta istiqbolga ega ekanini ko‘rsatdi. Bu texnologiyalar oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash, iqtisodiy yo‘qotishlarni kamaytirish va aholiga sifatli mahsulot yetkazib berishda muhim ahamiyat kasb etadi.

**Xulosa.** Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, sabzavotlarni saqlash jarayonida elektro-fizikaviy ta’sir vositalaridan foydalanish mahsulot sifatini uzoq muddat davomida saqlab qolishda samarali usul hisoblanadi. Ionlashtirish, ultratovush, yuqori chastotali elektr maydonlari, infraqizil va ultrabinafsha nurlanish texnologiyalari sabzavotlarning biologik jarayonlarini sekinlashtirib, mikroorganizmlar rivojlanishini kamaytirishga hamda mahsulotning tashqi ko‘rinishi va biologik qiymatini asrab qolishga imkon berdi. An’anaviy saqlash usullari bilan taqqoslaganda, elektro-fizikaviy vositalar sabzavotlarning rangini, ta’mini va vitaminlar miqdorini uzoqroq muddat barqaror saqlashda ustunlik ko‘rsatdi. Biroq bu usullarni keng miqyosda amaliyotga tatbiq etishda energiya sarfi, texnik murakkablik va iqtisodiy samaradorlik masalalari alohida e’tibor talab qiladi. Shu bois kelgusida ushbu texnologiyalarni yanada takomillashtirish, ularning samaradorligini oshirish va ishlab chiqarish tizimlariga integratsiyalash bo‘yicha ilmiy izlanishlarni davom ettirish zarur. Umuman olganda, elektro-fizikaviy vositalar sabzavotlarni sifatli va xavfsiz saqlashning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri sifatida qaralishi mumkin.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Qodirov A., Rahimov B., Abdukarimova D. Sabzavotlarni saqlashda elektro-fizikaviy usullar samaradorligi. – Toshkent: O‘zR FA Nashriyoti, 2019.
2. Petrov V. Innovatsion texnologiyalar v xranenii ovoshnoy produktsii. – Moskva: Kolos, 2020.
3. Hasanov Sh. Yuqori chastotali elektr maydonlarining sabzavot mahsulotlariga ta’siri. // Oziq-ovqat texnologiyalari jurnali, 2021, №3. – B. 45–52.
4. Smith J., Lee K. Application of ultrasound in vegetable storage and microbial safety. // International Journal of Food Science, 2022, Vol. 17(4). – P. 221–229.
5. Karimova N. Sabzavotlarni saqlashda elektro-fizikaviy vositalarning iqtisodiy samaradorligi. – Samarqand: SamDU Ilmiy Nashr, 2023.
6. WHO/FAO. Food safety and innovative technologies for vegetable storage. – Geneva: WHO Publications, 2022.
7. Li Y., Chen H. Effect of infrared and ultraviolet radiation on the storage quality of vegetables. // Journal of Agricultural Engineering, 2021, Vol. 56(2). – P. 118–126.
8. Abdurahmonov I. va boshq. Oziq-ovqat xavfsizligi va sabzavot mahsulotlarini saqlash texnologiyalari. – Toshkent: Universitet nashriyoti, 2020.