

OZON TEXNOLOGIYALARINING QISHLOQ XO'JALIGIDAGI EKOLOGIK VA TEXNOLOGIK AFZALLIKLARI

Parpiyeva Shahnoza Muxamadjonovna

Fan va texnologiyalar universiteti, Aniq fanlar kafedrası katta o'qituvchisi

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21847046>

Annotatsiya. Mazkur tezisdá qishloq xo'jaligida ozon texnologiyalaridan foydalanishning ekologik va texnologik afzalliklari ilmiy adabiyotlar asosida tahlil qilingan. Ozonning yuqori oksidlovchi xususiyati urug'lik materiallarini zararsizlantirish, qishloq xo'jaligi mahsulotlaridagi mikrobiologik ifloslanishni kamaytirish, don va urug'larni saqlashda ombor zararkunandalarini nazorat qilish, mikotoksin hamda ayrim pestitsid qoldiqlarini parchalash imkonini beradi. Ozonning ishlovdan keyin tez parchalanishi va doimiy kimyoviy qoldiq hosil qilmasligi ushbu texnologiyaning muhim ekologik afzalligi hisoblanadi. Shu bilan birga, uning gazsimon va suvda eritilgan shakllarda qo'llanishi, issiqlik bilan ishlov berishni talab qilmasligi hamda mavjud saqlash va qayta ishlash tizimlariga integratsiyalash imkoniyati texnologik jihatdan muhimdir.

Kalit so'zlar: ozon, ozonlash, qishloq xo'jaligi, ekologik texnologiya, urug'lik, donni saqlash, dezinfeksiya, mikotoksin, pestitsid qoldig'i, mahsulot xavfsizligi.

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida mahsulot sifati va xavfsizligini ta'minlash bilan bir qatorda atrof-muhitga tushadigan texnogen yuklamani kamaytirish zamonaviy texnologiyalar oldiga qo'yilayotgan asosiy talablardan biridir. An'anaviy kimyoviy dezinfeksiya va fumigatsiya vositalaridan foydalanish samarali bo'lishiga qaramay, ularning qoldiq moddalari, mahsulot va muhit bilan o'zaro ta'siri hamda chiqindilarni boshqarish masalalari ekologik jihatdan muqobil texnologiyalarni izlash zaruratini yuzaga keltiradi. Shu nuqtai nazardan ozon qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat tizimlarida istiqbolli noissiqlik texnologiyasi sifatida qaralmoqda. Sivaranjani va hammualliflar ozonni don sanoatida mikrobiologik zararsizlantirish, mikotoksinlarni kamaytirish, ombor zararkunandalarini nazorat qilish va urug' unuvchanligini boshqarishda foydalanish mumkin bo'lgan ekologik texnologiya sifatida baholagan [1].

Ozon texnologiyasining asosiy ekologik afzalligi uning yuqori reaktivligi bilan birga nisbatan tez parchalanish xususiyatidir. Ishlov jarayonida ozon biologik va kimyoviy ifloslantiruvchilar bilan reaksiyaga kirishadi, qoldiq qismi esa vaqt o'tishi bilan molekulyar kislorodga aylanadi. Natijada ayrim an'anaviy kimyoviy vositalarga xos bo'lgan uzoq muddatli qoldiq hosil bo'lish xavfi kamayadi. Botondi, Barone va Grasso ozon texnologiyasini yangi uzilgan meva-sabzavotlarning sifatini saqlash va mikrobiologik xavfsizligini oshirishga xizmat qiluvchi ekologik maqbul usullardan biri sifatida tavsiflab, to'g'ri tanlangan konsentratsiya va ta'sir vaqtida mahsulotning sifat ko'rsatkichlarini saqlash mumkinligini ko'rsatgan [2].

Ekologik samaradorlikning yana bir muhim jihati ozon yordamida mikroorganizmlarga qarshi kimyoviy preparatlardan foydalanishni qisqartirish imkoniyatidir. Çetinkaya, Pazarlar va Paylan tomonidan pomidor, bodring, bug'doy va boshqa ekinlarning urug' hamda ko'paytirish materiallarida olib borilgan tajribalarda gazsimon ozon va ozonlangan suv bakterial va zamburug'li patogenlarning rivojlanishini sezilarli cheklagan. Bug'doy urug'larida *Tilletia caries* bilan zararlanish kamaygan, ayrim tanlangan ishlov rejimlarida esa urug'larning unuvchanligiga salbiy ta'sir kuzatilmagan [3]. Bu natija urug'lik materiallarini tayyorlash

jarayonida an'anaviy kimyoviy zararsizlantirish vositalariga bo'lgan ehtiyojni ma'lum darajada kamaytirish imkoniyatini ko'rsatadi.

Ozon texnologiyasining muhim texnologik afzalligi — uning gazsimon va suvda eritilgan shakllarda qo'llanish imkoniyatidir. Gazsimon ozon don omborlari, saqlash kameralari, mahsulot qatlamlari va urug'lik materiallariga ishlov berishda qo'llanilishi mumkin bo'lsa, ozonlangan suv mahsulotlarni yuvish, sanitariya ishlovi va ayrim pestitsid qoldiqlarini kamaytirishda qo'llanadi. Bunday universallik ozon texnologiyasini qishloq xo'jaligi mahsulotlari harakatining turli bosqichlariga — yetishtirishdan tortib saqlash va qayta ishlashgacha — integratsiyalash imkonini beradi.

Donni saqlash tizimlarida ozonning bir vaqtning o'zida ham entomologik, ham mikrobiologik xavflarga ta'sir ko'rsatishi uning alohida texnologik ustunligidir. Kells va hammualliflar 8,9 tonna makkajo'xori massasiga 50 ppm ozon bilan uch sutka davomida ishlov berish natijasida katta un qo'ng'izi, makkajo'xori uzunburuni va ombor kuyasi kabi zararkunandalarning 92–100 foiz nobud bo'lganini aniqlagan. Shu sharoitda don yuzasidagi *Aspergillus parasiticus* bilan ifloslanish darajasi 63 foizga kamaygan [4]. Mazkur natija bitta texnologik jarayon orqali bir nechta saqlash xavflarini boshqarish mumkinligini ko'rsatadi.

Arpa donida olib borilgan keyingi tadqiqotlar ham ozonning ombor zararkunandalarini nazorat qilishdagi imkoniyatini tasdiqlaydi. Dong va hammualliflar ozonning *Rhyzopertha dominica* va *Tribolium castaneum* ning turli rivojlanish bosqichlariga ta'sirini o'rganib, samaradorlik konsentratsiya va ekspozitsiya davomiyligiga bevosita bog'liq ekanligini aniqlagan. Mualliflar ozonning tez parchalanishi va doimiy qoldiq qoldirmasligi uni saqlanayotgan don uchun istiqbolli fumigatsiya vositasi sifatida baholash imkonini berishini qayd etgan [5].

Ozonning yuqori oksidlovchi faolligi mikotoksinlarni kamaytirishda ham muhim texnologik xususiyat hisoblanadi. Wang va hammualliflar tabiiy ravishda dezoksinivalenol bilan ifloslangan bug'doyga 75 mg/l ozon bilan 30, 60 va 90 daqiqa ishlov berilganda toksin miqdori mos ravishda 26,40; 39,16 va 53,48 foizga kamayganligini aniqlagan. Shu bilan birga, oqsil, aminokislotalar, kraxmal va ayrim asosiy kimyoviy ko'rsatkichlarda statistik jihatdan sezilarli salbiy o'zgarish kuzatilmagan [6]. Mazkur natijalar ozonning mahsulotni to'liq issiqlik bilan qayta ishlamasdan turib mikotoksin yuklamasini kamaytirish imkoniyatini ko'rsatadi.

Ozonlangan suvdan foydalanish qishloq xo'jaligi mahsulotlarida pestitsid qoldiqlarini kamaytirish nuqtai nazaridan ham ekologik ahamiyat kasb etadi. Ikeura, Kobayashi va Tamaki salat bargi, pomidor va qulupnayda fenitroton qoldig'ini kamaytirishda ozon mikropufakchalari samarali ekanligini aniqlagan. Ayniqsa, 1 ppm dan yuqori erigan ozon saqlagan eritma va uzluksiz 2 ppm ozonli mikropufakchali ishlov yaxshi natija bergan [7]. Bu texnologiya mahsulotni yuvish jarayonining o'zida ayrim kimyoviy qoldiqlarni kamaytirish imkoniyatini beradi.

So'nggi tadqiqotlarda mikropufakchali ozonlash texnologiyasi yanada rivojlantirilib, turli pestitsidlar va sabzavot turlarida baholanmoqda. Li va hammualliflar tomonidan 2023-yilda chop etilgan tadqiqotda ozon mikropufakchalari uch turdagi sabzavotdagi besh xil pestitsid qoldig'ini kamaytirish samaradorligini oshirgan va ishlovdan keyingi vitamin C o'zgarishlari kichik bo'lgan [8]. Bu natija ozon texnologiyalarini zamonaviy yuvish va qayta ishlash liniyalariga integratsiyalash orqali mahsulot xavfsizligini oshirish imkoniyatini ko'rsatadi.

Meva-sabzavotlarni saqlashda ozonning texnologik afzalligi nafaqat mikrobiologik zararsizlantirish, balki mahsulotning fiziologik jarayonlariga ta'sir ko'rsatishida ham namoyon bo'ladi. Rodoni va hammualliflar pomidorga 10 µl/l konsentratsiyadagi gazsimon ozon bilan 10 daqiqa ishlov berish mevalarning rang, shakar, kislotalilik va antioksidant faolligiga sezilarli salbiy ta'sir ko'rsatmagan holda massa yo'qotilishi va shikastlanishni kamaytirgan hamda yumshash jarayonini sekinlashtirganligini aniqlagan [9].

Sovuq saqlash jarayonlarida ham ozonning fungitsid ta'siri amaliy ahamiyatga ega. Minas va hammualliflar kivi mevalarini 0 °C harorat va 95 foiz nisbiy namlikda 0,3 µl/l ozonli muhitda saqlash orqali Botrytis cinerea bilan bog'liq chirish rivojlanishini kamaytirish mumkinligini ko'rsatgan. Tajribada kasallanish holati nazoratga nisbatan 56 foiz kamaygan [10]. Bu ozonni mavjud sovitib saqlash tizimlariga qo'shimcha sanitariya omili sifatida integratsiyalash imkoniyatini ko'rsatadi.

Ozon texnologiyalarining qishloq xo'jaligidagi asosiy ekologik va texnologik afzalliklari 1-jadvalda umumlashtirildi.

1-jadval

Ozon texnologiyalarining ekologik va texnologik afzalliklari

Qo'llash yo'nalishi	Ekologik yoki texnologik afzallik	Tajribada kuzatilgan natija	Amaliy ahamiyati	Manba
Urug'lik materiallariga ishlov berish	Kimyoviy zararsizlantirish vositalariga ehtiyojni kamaytirish imkoniyati	Urug' orqali tarqaluvchi bakteriya va zamburug'lar kamaygan, ayrim rejimlarda unuvchanlik saqlangan	Sog'lom urug'lik materiallarini tayyorlash	[3]
Donni saqlash	Bitta ishlov orqali hasharot va zamburug'larni nazorat qilish	Makkajo'xorida zararkunandalar nobud bo'lishi 92–100 %, A. parasiticus 63 % ga kamaygan	Kompleks saqlash himoyasi	[4]
Arpani saqlash	Qoldiqsiz fumigatsiya imkoniyati	Ombor zararkunandalariga qarshi yuqori samaradorlik qayd etilgan	An'anaviy fumigantlarga muqobil yondashuv	[5]
Bug'doyni zararsizlantirish	Issiqliksiz mikotoksinlarni kamaytirish	DON 30–90 min ishlovda 26,40–53,48 % ga kamaygan	Don xavfsizligini oshirish	[6]
Mahsulotlarni yuvish	Ayrim pestitsid qoldiqlarini kamaytirish	Ozon mikropufakchalari fenitrothion qoldig'ini samarali kamaytirgan	Kimyoviy xavfsizlikni yaxshilash	[7]

Sabzavotlarga ishlov berish	Ozonning suvda samarali uzatilishi	Mikropufakchalar 5 xil pestitsidni kamaytirishni tezlashtirgan	Zamonaviy yuvish liniyalariga integratsiya	[8]
Pomidorni saqlash	Noisqlik usulida sifatni saqlash	Massa yo'qotilishi va yumshash kamaygan	Saqlanish muddatini uzaytirish	[9]
Kivini sovuq saqlash	Fungitsid ta'sirni sovitish bilan uyg'unlashtirish	B. cinerea bilan kasallanish 56 % ga kamaygan	Sovuq omborlarning sanitariya samaradorligini oshirish	[10]

Jadvaldan ko'rinadiki, ozonning afzalligi uni faqat bitta vazifani bajaruvchi dezinfektant sifatida emas, balki turli texnologik operatsiyalar bilan uyg'unlashtirish mumkinligidadir. Urug'likka ishlov berishda u fitopatogenlarni nazorat qilishga, don omborlarida hasharot va zamburug'larni kamaytirishga, qayta ishlashda pestitsid va mikotoksin yuklamasini pasaytirishga, meva-sabzavotlarni saqlashda esa mikrobiologik barqarorlik hamda sifatni saqlashga xizmat qilishi mumkin [1–10].

Shu bilan birga, ozonni ekologik xavfsiz texnologiya sifatida baholash uni nazoratsiz qo'llash mumkinligini anglatmaydi. Ozon kuchli oksidlovchi bo'lganligi sababli konsentratsiyaning me'yoridan ortishi yoki ishlov vaqtining uzayishi mahsulotning rangi, hidi, to'qimasi, biologik faol moddalari hamda urug'larning fiziologik xususiyatlariga salbiy ta'sir qilishi mumkin. Ilmiy sharhlarda ham turli mahsulotlar uchun optimal konsentratsiya va kontakt vaqtini alohida belgilash zarurligi qayd etilgan [1, 2].

Bundan tashqari, ozonning yuqori reaktivligi ishlab chiqarish xavfsizligiga alohida talab qo'yadi. Sanoat sharoitida ozon konsentratsiyasini nazorat qiluvchi o'lchash vositalari, germetik ishlov kameralari, shamollatish va qoldiq gazni zararsizlantirish tizimlaridan foydalanish zarur. Shunday qilib, ozon texnologiyasining ekologik samaradorligi mahsulotga beriladigan minimal samarali doza, ishlov davomiyligi va xavfsiz foydalanish sharoitlari ilmiy asoslangandagina to'liq namoyon bo'ladi.

Xulosa

Ilmiy tadqiqotlar tahlili ozon texnologiyalarining qishloq xo'jaligida ekologik va texnologik jihatdan istiqbolli ekanligini ko'rsatdi. Uning asosiy ekologik afzalligi ishlovdan keyin tez parchalanishi, doimiy kimyoviy qoldiq hosil qilmasligi hamda ayrim an'anaviy dezinfeksiya va fumigatsiya vositalaridan foydalanishni kamaytirish imkoniyati bilan bog'liq. Texnologik jihatdan esa ozon gaz va suvli muhitda qo'llanishi, noisqlik usuli sifatida mahsulotlarga ishlov berishi, mikroorganizmlar, ombor zararkunandalari, mikotoksinlar va ayrim pestitsid qoldiqlariga bir vaqtning o'zida ta'sir ko'rsatishi bilan ahamiyatlidir.

Ozon bilan ishlov berishning samaradorligi mahsulot turi, konsentratsiya, ta'sir davomiyligi, harorat, nisbiy namlik va texnologik muhitga bog'liq. Shu sababli qishloq xo'jaligida ozon texnologiyalarini rivojlantirishning asosiy yo'nalishi ozon miqdorini shunchaki oshirish emas, balki mahsulotning sifat va xavfsizlik ko'rsatkichlarini saqlagan holda minimal samarali ozon dozasi va ishlov berish davomiyligini aniqlashdan iborat. Kelgusida sensorli

monitoring, avtomatik boshqaruv va mahsulot turiga moslashtirilgan ozon-havo hamda ozonlangan suv tizimlarini ishlab chiqish ushbu texnologiyaning ekologik va texnologik samaradorligini yanada oshirish imkonini beradi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Sivaranjani S., Prasath V.A., Pandiselvam R., Kothakota A., Khaneghah A.M. Recent advances in applications of ozone in the cereal industry // LWT – Food Science and Technology. – 2021. – Vol. 146. – Art. 111412. – DOI: 10.1016/j.lwt.2021.111412.
2. Botondi R., Barone M., Grasso C. A review into the effectiveness of ozone technology for improving the safety and preserving the quality of fresh-cut fruits and vegetables // Foods. – 2021. – Vol. 10, No. 4. – Art. 748. – DOI: 10.3390/foods10040748.
3. Çetinkaya N., Pazarlar S., Paylan İ.C. Ozone treatment inactivates common bacteria and fungi associated with selected crop seeds and ornamental bulbs // Saudi Journal of Biological Sciences. – 2022. – Vol. 29, No. 12. – Art. 103480. – DOI: 10.1016/j.sjbs.2022.103480.
4. Kells S.A., Mason L.J., Maier D.E., Woloshuk C.P. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize // Journal of Stored Products Research. – 2001. – Vol. 37, No. 4. – P. 371–382. – DOI: 10.1016/S0022-474X(00)00040-0.
5. Dong X., Agarwal M., Xiao Y., Ren Y., Maker G., Yu X. Ozone efficiency on two Coleopteran insect pests and its effect on quality and germination of barley // Insects. – 2022. – Vol. 13, No. 4. – Art. 318. – DOI: 10.3390/insects13040318.
6. Wang L., Shao H., Luo X., Wang R., Li Y., Li Y., Luo Y., Chen Z. Effect of ozone treatment on deoxynivalenol and wheat quality // PLoS ONE. – 2016. – Vol. 11, No. 1. – Art. e0147613. – DOI: 10.1371/journal.pone.0147613.
7. Ikeura H., Kobayashi F., Tamaki M. Removal of residual pesticides in vegetables using ozone microbubbles // Journal of Hazardous Materials. – 2011. – Vol. 186, No. 1. – P. 956–959. – DOI: 10.1016/j.jhazmat.2010.11.094.
8. Li X., Liu C., Liu F., Zhang X., Peng Q., Wu G., Lin J., Zhao Z. Accelerated removal of five pesticide residues in three vegetables with ozone microbubbles // Food Chemistry. – 2023. – Vol. 403. – Art. 134386. – DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.134386.
9. Rodoni L., Casadei N., Concellón A., Chaves A.R., Vicente A.R. Effect of short-term ozone treatments on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit quality and cell wall degradation // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2010. – Vol. 58, No. 1. – P. 594–599. – DOI: 10.1021/jf9029145.
10. Minas I.S., Karaoglanidis G.S., Manganaris G.A., Vasilakakis M. Effect of ozone application during cold storage of kiwifruit on the development of stem-end rot caused by *Botrytis cinerea* // Postharvest Biology and Technology. – 2010. – Vol. 58, No. 3. – P. 203–210. – DOI: 10.1016/j.postharvbio.2010.07.002.