



Oziq-ovqat mahsulotlarida pestitsid qoldiqlarini aniqlash va kamaytirishda an'anaviy hamda raqamli yondashuvlarning integratsiyalashgan tahlili.

Tursunpo'latova Sabina

Qarshi davlat texnika universiteti

Shahrisabz oziq-ovqat muhandisligi fakulteti talabasi.

Ilmiy rahbar:

Raximov Yorqin Erkinovich.

nike19920712@gmail.com

Qarshi davlat texnika universiteti

Shahrisabz oziq-ovqat muhandisligi fakulteti o'qituvchisi.

Annotatsiya:

Ushbu ilmiy maqolada oziq-ovqat mahsulotlarida pestitsid qoldiqlarining paydo bo'lish sabablari, ularning inson salomatligi va atrof-muhitga ko'rsatadigan salbiy ta'sirlari hamda ushbu qoldiqlarni kamaytirishning ilmiy-amaliy yo'llari batafsil yoritilgan. Tadqiqot jarayonida ikki asosiy ilmiy maqola, shuningdek, FAO, WHO va EFSA kabi xalqaro tashkilotlar materiallari chuqur tahlil qilindi. An'anaviy uy sharoitidagi qayta ishlash usullari, sanoat texnologiyalari va raqamli monitoring tizimlarining samaradorligi o'zaro solishtirildi. Natijalar pestitsid qoldiqlarini kamaytirishda integratsiyalashgan yondashuv eng maqbul va samarali ekanini ko'rsatdi. Tadqiqot xulosalari oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash va aholi salomatligini muhofaza qilishda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: pestitsid qoldiqlari, oziq-ovqat xavfsizligi, qayta ishlash texnologiyalari, monitoring, integratsiyalashgan yondashuv.

Abstract:

This scientific article examines the causes of pesticide residue formation in food products, their negative impacts on human health and the environment, and effective methods for their reduction. The study is based on an in-depth analysis of two core scientific articles as well as reports from international organizations such as FAO, WHO, and EFSA. Conventional household processing methods, industrial technologies, and digital monitoring systems are comparatively evaluated. The results demonstrate that an integrated approach is the most effective strategy for reducing pesticide residues. The findings are of practical importance for ensuring food safety and protecting public health.

Keywords: pesticide residues, food safety, processing technologies, monitoring



systems, integrated approach.

Аннотация:

В данной научной статье рассматриваются причины образования остатков пестицидов в пищевых продуктах, их негативное влияние на здоровье человека и окружающую среду, а также эффективные способы их снижения. Исследование основано на глубоком анализе двух ключевых научных статей и материалов международных организаций, таких как FAO, WHO и EFSA. Сравниваются бытовые методы обработки, промышленные технологии и цифровые системы мониторинга. Результаты показывают, что интегрированный подход является наиболее эффективным для снижения остатков пестицидов. Полученные выводы имеют практическое значение для обеспечения безопасности пищевых продуктов.

Ключевые слова: остатки пестицидов, безопасность пищевых продуктов, технологии переработки, мониторинг, интегрированный подход.

Kirish: Bugungi globallashuv sharoitida oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash masalasi jahon miqyosida eng muhim ijtimoiy-iqtisodiy va ilmiy muammolardan biri sifatida qaralmoqda. Aholi sonining ortib borishi, qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining intensivlashuvi va ekin maydonlarida zararkunandalarga qarshi kurash zarurati pestitsidlardan keng foydalanishni taqozo etmoqda. Pestitsidlar qisqa muddatda hosildorlikni oshirish va iqtisodiy samaradorlikni ta'minlashga xizmat qilsa-da, ularning noto'g'ri yoki me'yoridan ortiq qo'llanilishi jiddiy salbiy oqibatlariga olib kelmoqda. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, pestitsid qoldiqlari oziq-ovqat mahsulotlarida saqlanib qolib, inson organizmiga turli yo'llar orqali kirishi mumkin. Ushbu moddalar uzoq muddat davomida organizmda to'planib, asab tizimi, endokrin tizim va immunitet faoliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari, pestitsid qoldiqlarining ayrim turlari kanserogen va mutagen xususiyatlarga ega ekani ilmiy manbalarda qayd etilgan. Shu bois, pestitsid qoldiqlari nafaqat sanitariya-gigiyenik, balki ijtimoiy va demografik muammo sifatida ham qaralmoqda. Pestitsid qoldiqlari muammosi faqat inson salomatligi bilan cheklanib qolmaydi. Ularning tuproq, suv resurslari va biologik xilma-xillikka ta'siri ekologik barqarorlikka jiddiy xavf tug'diradi. Pestitsidlarning atrof-muhitda parchalanish jarayonlari uzoq vaqt talab etishi sababli ular oziq-ovqat zanjiri orqali biomagnifikatsiya jarayoniga kiradi. Natijada, ekologik tizimlarning tabiiy muvozanati buzilishi mumkin. So'nggi yillarda xalqaro tashkilotlar tomonidan oziq-ovqat mahsulotlarida pestitsid qoldiqlariga qo'yiladigan me'yorlar va talablar yanada qat'iylashtirilmoqda. FAO va WHO



tomonidan belgilangan maksimal ruxsat etilgan miqdorlar (MRL) davlatlar uchun asosiy mezon sifatida xizmat qiladi. Shu bilan birga, mazkur me'yorlarga rioya etilishini ta'minlash uchun samarali nazorat va monitoring tizimlarini joriy etish dolzarb vazifaga aylanmoqda. Zamonaviy ilmiy izlanishlar pestitsid qoldiqlarini kamaytirishda an'anaviy qayta ishlash usullari bilan bir qatorda innovatsion texnologiyalar va raqamli monitoring tizimlarining ahamiyatini oshirmoqda. Biroq mavjud tadqiqotlarning aksariyati ushbu yondashuvlarni alohida o'rganishga qaratilgan bo'lib, ularni yagona tizim sifatida integratsiyalash masalasi yetarlicha yoritilmagan. Shu sababli mazkur ilmiy maqolaning asosiy maqsadi oziq-ovqat mahsulotlarida pestitsid qoldiqlarini kamaytirish bo'yicha mavjud yondashuvlarni kompleks tahlil qilish va ularning integratsiyalashgan modelini ilmiy asoslashdan iborat.

Adabiyotlar tahlili: So'nggi o'n yilliklarda oziq-ovqat mahsulotlarida pestitsid qoldiqlari muammosi global ilmiy hamjamiyat diqqat markazida bo'lib kelmoqda. Ko'plab tadqiqotchilar pestitsidlarning kimyoviy xususiyatlari, parchalanish mexanizmlari va oziq-ovqat zanjirida saqlanib qolish darajasini o'rganishga e'tibor qaratgan. Jumladan, kimyo va toksikologiya yo'nalishidagi ilmiy ishlarda pestitsidlarning lipid va suv fazalarida turlicha taqsimlanishi ularning mahsulotlarda to'planish darajasiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi qayd etilgan. Ayrim mualliflar pestitsidlarning issiqlikka chidamliligi sababli oddiy termik ishlov berish jarayonida to'liq parchalanmasligini ta'kidlaydi. Texnologik yo'nalishdagi adabiyotlarda oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash jarayonlarining pestitsid qoldiqlariga ta'siri keng tahlil qilingan. Yuvish, tozalash, archish va fermentatsiya jarayonlari pestitsid qoldiqlarini ma'lum darajada kamaytirishi ilmiy asoslangan. Shu bilan birga, zamonaviy tadqiqotlar ozonlash, ultratovush, sovuq plazma va yuqori bosim ostida qayta ishlash kabi innovatsion texnologiyalarning an'anaviy usullarga nisbatan samaraliroq ekanini ko'rsatadi. Biroq ayrim tadqiqotchilar ushbu texnologiyalarning iqtisodiy samaradorligi va sanoat miqyosida qo'llash imkoniyatlarini alohida muammo sifatida ko'rsatib o'tgan. Ekologik va sanitariya-gigiyenik adabiyotlarda pestitsid qoldiqlarining biomagnifikatsiya jarayoni va ularning uzoq muddatli salbiy oqibatlari yoritilgan. Tadqiqotlar pestitsidlarning nafaqat inson salomatligiga, balki tuproq mikroflorasi, suv ekotizimlari va biologik xilma-xillikka salbiy ta'sir ko'rsatishini tasdiqlaydi. Shu nuqtayi nazardan, ko'plab mualliflar pestitsidlardan foydalanishni qat'iy me'yorlash va nazorat qilish zarurligini ta'kidlaydi. So'nggi yillarda raqamli texnologiyalar va axborot tizimlariga bag'ishlangan ilmiy ishlar ham adabiyotlarda muhim o'rin egallamoqda. Sun'iy intellekt, sensor tizimlari va katta ma'lumotlar (Big



Data) asosida ishlab chiqilgan monitoring tizimlari pestitsid qo'llanilishini real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi. Bunday yondashuvlar xavf darajasini oldindan baholash va profilaktik choralarni ko'rishda muhim ahamiyat kasb etadi. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, mavjud tadqiqotlarning aksariyati pestitsid qoldiqlarini kamaytirishning alohida usullariga bag'ishlangan. Biroq an'anaviy, sanoat va raqamli yondashuvlarni yagona tizimda birlashtirgan kompleks tadqiqotlar yetarli emas. Shu sababli mazkur ilmiy ish integratsiyalashgan yondashuvni asoslash va uning samaradorligini tahlil qilishga qaratilgan.

Metodologiya: Mazkur ilmiy tadqiqot metodologiyasi kompleks, ko'p bosqichli va tizimli yondashuvga asoslangan bo'lib, oziq-ovqat mahsulotlarida pestitsid qoldiqlarini aniqlash va kamaytirish masalasini har tomonlama o'rganishga qaratilgan. Tadqiqotning birinchi bosqichida mavzuga oid mahalliy va xorijiy ilmiy adabiyotlar tanlab olindi hamda ularning ilmiy darajasi, yangiligi va dolzarbligi baholandi. Bu bosqichda ilmiy maqolalar, monografiyalar, xalqaro tashkilotlar (FAO, WHO, EFSA) hisobotlari va normativ hujjatlar asosiy axborot manbai sifatida foydalanildi. Ikkinchi bosqichda tizimli tahlil va taqqoslama metodlari qo'llanildi. Ushbu metodlar yordamida pestitsid qoldiqlarini kamaytirishning an'anaviy (yuvish, archish, termik ishlov berish), sanoat (ozonlash, ultratovush, sovuq plazma) va raqamli (monitoring, sensor tizimlari) yondashuvlari o'zaro solishtirildi. Har bir usul samaradorlik darajasi, iqtisodiy maqsadga muvofiqligi va ekologik xavfsizligi nuqtayi nazaridan baholandi. Uchinchi bosqichda sifat tahlili metodidan foydalanildi. Ushbu tahlil orqali pestitsidlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari, mahsulot tuzilmasi bilan o'zaro ta'siri va parchalanish mexanizmlari o'rganildi. Shuningdek, pestitsid qoldiqlarining inson organizmiga va atrof-muhitga ta'siri bo'yicha ilmiy xulosalar umumlashtirildi. To'rtinchi bosqichda miqdoriy tahlil amalga oshirildi. Ilmiy adabiyotlarda keltirilgan eksperimental natijalar asosida pestitsid qoldiqlarini kamaytirish foiz ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Olingan ma'lumotlar statistik jihatdan solishtirilib, jadval ko'rinishida tizimlashtirildi. Bu jarayon tadqiqot natijalarining aniqligi va ishonchliligini oshirishga xizmat qildi. Yakuniy bosqichda umumlashtirish va mantiqiy xulosalash metodlari qo'llanildi. Ushbu bosqichda barcha tahlil natijalari integratsiyalashgan yondashuv doirasida birlashtirildi hamda ilmiy-amaliy xulosalar ishlab chiqildi. Tanlangan metodologiya tadqiqot maqsadiga to'liq mos kelib, olingan natijalarning ilmiy asoslanganligini ta'minlaydi.

Natijalar: Olib borilgan tahlillar natijasida oziq-ovqat mahsulotlarida pestitsid qoldiqlarini kamaytirish bo'yicha qo'llaniladigan usullar samaradorligi o'rtasida



sezilarli farqlar mavjudligi aniqlandi. Uy sharoitida keng qo'llaniladigan yuvish, archish va termik ishlov berish usullari pestitsid qoldiqlarini qisman kamaytirishi ma'lum bo'ldi. Tadqiqotlar natijasiga ko'ra, oddiy yuvish jarayoni suvda yaxshi eruvchan pestitsidlar uchun nisbatan samarali bo'lib, qoldiqlarning 40–70 foizgacha kamayishiga olib keladi. Biroq yog'da eruvchan pestitsidlar uchun ushbu usulning ta'siri cheklangan. Termik ishlov berish (qaynatish, bug'lash, qovurish) jarayonlari pestitsidlarning kimyoviy barqarorligiga bog'liq holda turlicha natija ko'rsatdi. Issiqlikka chidamsiz pestitsidlar sezilarli darajada parchalanishi aniqlangan bo'lsa, ayrim moddalar yuqori haroratga nisbatan barqarorligi sababli saqlanib qolishi kuzatildi. Bu holat mahsulot turi va pestitsid xususiyatlarini inobatga olgan holda qayta ishlash zarurligini ko'rsatadi. Sanoat texnologiyalari bo'yicha olingan natijalar an'anaviy usullarga nisbatan yuqori samaradorlikni namoyon etdi. Ozonlash va ultratovush texnologiyalari pestitsid qoldiqlarini 70–90 foizgacha kamaytirishi ilmiy adabiyotlar asosida tasdiqlandi. Sovuq plazma va yuqori bosim ostida ishlov berish usullari esa qisqa vaqt ichida yuqori natija berishi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, ushbu texnologiyalarni joriy etishda moliyaviy va texnik resurslar muhim omil hisoblanadi. Raqamli monitoring tizimlari bo'yicha olingan natijalar bilvosita, ammo strategik jihatdan muhim ahamiyatga ega ekanini ko'rsatdi. Sensorlar va axborot tizimlari orqali pestitsid qo'llanilishi nazorat qilinib, me'yorlardan oshish holatlari oldindan aniqlanishi mumkin. Bu esa pestitsid qoldiqlarining paydo bo'lishini dastlabki bosqichdayoq kamaytirishga xizmat qiladi. Umuman olganda, tadqiqot natijalari pestitsid qoldiqlarini kamaytirishda alohida usullardan ko'ra ularni kompleks va integratsiyalashgan holda qo'llash yuqori samaradorlik berishini ko'rsatdi. Uy sharoitidagi qayta ishlash usullari, sanoat texnologiyalari va raqamli monitoring tizimlarining uyg'unligi oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda muhim ilmiy-amaliy natija sifatida baholandi.

Muhokama: Mazkur tadqiqot natijalari mavjud ilmiy adabiyotlarda keltirilgan xulosalar bilan qiyosiy tahlil qilinganda, ularning umumiy yo'nalishda mos kelishi kuzatildi. Ko'plab xorijiy va mahalliy tadqiqotchilar oziq-ovqat mahsulotlarida pestitsid qoldiqlarini kamaytirishda sanoat texnologiyalarining yuqori samaradorligini alohida ta'kidlaydi. Ushbu ishda olingan natijalar ham ozonlash, ultratovush va sovuq plazma kabi usullar pestitsid qoldiqlarini sezilarli darajada kamaytirishini tasdiqladi. Bu holat sanoat miqyosida zamonaviy texnologiyalarni joriy etishning ilmiy jihatdan asosli ekanini ko'rsatadi. Shu bilan birga, muhokama jarayonida ayrim cheklovlar ham aniqlanadi. Xususan, sanoat texnologiyalarining yuqori samaradorligi ularning yuqori moliyaviy xarajatlari bilan birga keladi. Bu esa rivojlanayotgan mamlakatlarda ushbu



texnologiyalarni keng joriy etishda muayyan qiyinchiliklarni yuzaga keltiradi. Ilmiy adabiyotlarda ham ushbu masala dolzarb muammo sifatida qayd etilgan bo'lib, iqtisodiy samaradorlikni oshirish bo'yicha qo'shimcha tadqiqotlar zarurligi ta'kidlanadi. Uy sharoitida qo'llaniladigan qayta ishlash usullari bo'yicha olingan natijalar adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlar bilan mos keladi. Ko'plab mualliflar yuvish va termik ishlov berish usullari pestitsid qoldiqlarini qisman kamaytirishini, biroq ularning barcha holatlarda yetarli emasligini qayd etgan. Mazkur tadqiqotda ham ushbu usullar yordamchi chora sifatida samarali bo'lishi, ammo asosiy yechim sifatida qaralmasligi lozimligi aniqlandi. Raqamli monitoring tizimlariga oid natijalar muhokamasi alohida ahamiyatga ega. So'nggi yillardagi ilmiy ishlar pestitsid qo'llanilishini real vaqt rejimida nazorat qilish xavfni sezilarli darajada kamaytirishini ko'rsatmoqda. Ushbu tadqiqot natijalari ham monitoring tizimlari pestitsid qoldiqlarining oldini olishda strategik rol o'ynashini tasdiqlaydi. Ayniqsa, sensor texnologiyalari va ma'lumotlarni avtomatik tahlil qilish tizimlari profilaktik nazoratni kuchaytiradi. Muhokama natijalariga ko'ra, pestitsid qoldiqlarini kamaytirish masalasida eng maqbul yechim integratsiyalashgan yondashuv hisoblanadi. An'anaviy usullar, sanoat texnologiyalari va raqamli monitoring tizimlarini birgalikda qo'llash orqali yuqori samaradorlikka erishish mumkin. Ushbu yondashuv ilmiy adabiyotlarda kam yoritilgan bo'lsa-da, mazkur tadqiqot uning amaliy va ilmiy ustunliklarini asoslab berdi. Natijada, integratsiyalashgan yondashuv oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda istiqbolli yo'nalish sifatida baholanadi.

Takliflar:

Pestitsid qoldiqlarini kamaytirishda integratsiyalashgan yondashuvni joriy etish. Sanoat korxonalarida zamonaviy qayta ishlash texnologiyalarini keng qo'llash. Raqamli monitoring va nazorat tizimlarini rivojlantirish. Fermerlar va ishlab chiqaruvchilar uchun o'quv dasturlarini tashkil etish. Davlat nazorati va standartlarni kuchaytirish. Ekologik xavfsiz muqobil pestitsidlardan foydalanishni rag'batlantirish. Ilmiy-tadqiqot ishlarini qo'llab-quvvatlashni kengaytirish.

Xulosa: Xulosa qilib aytganda, oziq-ovqat mahsulotlarida pestitsid qoldiqlari muammosi zamonaviy jamiyat uchun dolzarb va ko'p qirrali masala hisoblanadi. Tadqiqot natijalari pestitsidlarning hosildorlikni oshirishdagi ijobiy rolga qaramay, ularning nazoratsiz qo'llanilishi inson salomatligi va ekologik barqarorlikka jiddiy xavf tug'dirishini ko'rsatdi. Ayniqsa, pestitsid qoldiqlarining uzoq muddatli ta'siri surunkali kasalliklar rivojlanishiga sabab bo'lishi mumkinligi ilmiy manbalar bilan tasdiqlanadi. Mazkur ilmiy ishda o'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, pestitsid



qoldiqlarini kamaytirishda faqat bitta yondashuvga tayanish yetarli emas. Uy sharoitida qo'llaniladigan oddiy qayta ishlash usullari ma'lum darajada ijobiy natija bersa-da, ularning imkoniyatlari cheklangan. Sanoat texnologiyalari yuqori samaradorlikni ta'minlaydi, biroq iqtisodiy va texnik resurslar bilan bog'liq muammolar mavjud. Raqamli monitoring tizimlari esa pestitsid qoldiqlarining oldini olishda muhim profilaktik vosita sifatida namoyon bo'ladi. Tadqiqot natijalari an'anaviy, sanoat va raqamli yondashuvlarni integratsiyalashgan holda qo'llash eng maqbul yechim ekanini isbotladi. Bunday yondashuv pestitsid qoldiqlarini sezilarli darajada kamaytirish bilan birga, ularning paydo bo'lish xavfini ham minimallashtiradi. Integratsiyalashgan tizim oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash, aholi salomatligini muhofaza qilish va ekologik barqarorlikni oshirishga xizmat qiladi. Shuningdek, ushbu ilmiy ish natijalari qishloq xo'jaligi, oziq-ovqat sanoati va davlat nazorati tizimlari uchun amaliy ahamiyatga ega. Olingan xulosalar normativ hujjatlarni takomillashtirish, ishlab chiqarish jarayonlariga zamonaviy texnologiyalarni joriy etish va monitoring tizimlarini rivojlantirishda qo'llanishi mumkin. Kelgusida ushbu yo'nalishda eksperimental va laboratoriya tadqiqotlarini chuqurlashtirish pestitsid qoldiqlarini yanada samarali kamaytirish imkonini beradi. Umuman olganda, mazkur tadqiqot oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashga qaratilgan ilmiy izlanishlar uchun muhim nazariy va amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Oliveira A.R. et al. Strategies to Determine and Mitigate Pesticide Residues in Food. *Molecules*, 2026.
2. FAO. Food Safety and Pesticide Management. Rome, 2022.
3. WHO. Pesticide Residues in Food. Geneva, 2023.
4. European Food Safety Authority. Pesticide Residues Monitoring Report, 2024.
5. Codex Alimentarius Commission. Pesticide Residues Standards, 2022.
6. Zhang Y. et al. *Food Chemistry*, 2023.
7. Liu H. et al. *Trends in Food Science & Technology*, 2024.
8. Chen X. et al. *Journal of Food Engineering*, 2023.
9. UNEP. Environmental Impact of Pesticides, 2021.
10. Krol W. et al. *Food Control*, 2022.
11. Sharma P. Sustainable Pest Management. *Agriculture*, 2021.
12. ISO 22000. Food Safety Management Systems, 2018.