

GIDROPONIK TIZIMLAR VA ULARNING ZAMONAVIY QISHLOQ XO‘JALIGIDA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI

Gulnoza Xikmatillayevna CHULIYEVA

tayanch doktorant

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti

Navoiy, O‘zbekiston

e-mail: gulnozachuliyeva27@gmail.com

Annotatsiya

Maqolada zamonaviy qishloq xo‘jaligida gidroponik tizimlarning ahamiyati va ularning rivojlanish istiqbollari o‘rganilgan. Xususan, xorijiy va mahalliy olimlarning gidroponika, tuproqsiz yetishtirish texnologiyalari hamda avtomatlashtirilgan agrotexnik tizimlarga doir ilmiy qarashlari tahlil qilingan. Tadqiqotlarda gidroponik tizimlarning suv va ozuqa resurslaridan samarali foydalanishi, hosildorlikni oshirishi hamda ekologik barqarorlikni ta‘minlashdagi roli alohida ta‘kidlangan. Shuningdek, ushbu texnologiyaning tuproq degradatsiyasi, suv tanqisligi va yer resurslarining cheklanishi kabi global muammolarni yumshatishda muhim ahamiyat kasb etishi asoslab berilgan.

Tayanch so‘zlar: gidroponika, adabiyotlar tahlili, tuproqsiz tizim, barqaror qishloq xo‘jaligi, IoT, avtomatlashtirish, hosildorlik.

ГИДРОПОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ В СОВРЕМЕННОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Гулноза Хикматиллаевна ЧУЛИЕВА

Базовый докторант

Навоийский государственный горно-технологический университет

Навои, Узбекистан

e-mail: gulnozachuliyeva27@gmail.com

Аннотация

В статье рассматривается значение гидропонных систем в современном сельском хозяйстве и перспективы их развития. В частности, проанализированы научные взгляды зарубежных и отечественных учёных, касающиеся гидропоники, технологий беспочвенного выращивания, а также автоматизированных агротехнических систем. В исследованиях особо подчёркивается, что гидропонные системы обеспечивают эффективное использование водных и питательных ресурсов, повышают урожайность и способствуют экологической устойчивости. Также обосновано, что данная технология играет важную роль в смягчении таких глобальных проблем, как деградация почв, дефицит воды и ограниченность земельных ресурсов.

Ключевые слова: гидропоника, анализ литературы, беспочвенные системы, устойчивое сельское хозяйство, IoT, автоматизация, урожайность.

Hozirgi kunda dunyo aholisining keskin o‘sishi, shaharsozlik jarayonlarining jadallashuvi hamda tabiiy resurslarning cheklanganligi zamonaviy qishloq xo‘jaligi

oldiga yangi vazifalarni qo‘ymoqda. Shu nuqtai nazardan, gidroponik usulda o‘simlik yetishtirishga istiqbolli yo‘nalishlardan biri sifatida qaralmoqda. Tuproqsiz qishloq xo‘jaligi texnologiyasi hisoblangan gidroponika zamonaviy agrar muammolarni hal etishda muhim ahamiyat kasb etadi. O‘simliklarni ozuqa moddalari bilan boyitilgan suv eritmalarida yetishtirish orqali resurslardan samarali foydalanish, shuningdek, qishloq xo‘jaligiga yaroqsiz hududlarda ham yuqori hosildorlikka erishish imkoniyati yaratiladi. Tadqiqotchilar gidroponik tizimlar global oziq-ovqat xavfsizligi, ekologik barqarorlik va suv tanqisligi kabi muammolarni bartaraf etishda muhim rol o‘ynashini ta’kidlaydilar [1;165].

M.N.M. Al-Rukabi, N.H. Khalil, V.I. Leunov hamda T.A. Tereshonkova tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda 2050-yilga kelib dunyo aholisi soni 9,7 milliard kishiga yetishi va unumdor yerlarning katta qismi qishloq xo‘jaligi uchun yaroqsiz holatga kelishi mumkinligi qayd etilgan. Mualliflarning ta’kidlashicha, qishloq xo‘jaligi ekinlarini samarali yetishtirish ko‘p jihatdan sug‘orish suvi resurslariga bog‘liq hisoblanadi. Arabiston yarim oroli mamlakatlarida esa aholi sonining ortishi, suv tanqisligining kuchayishi, urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi hamda global iqlim o‘zgarishi natijasida ekin maydonlari qisqarib bormoqda. Shu sababli gidroponika texnologiyasi sun‘iy yaratilgan suv muhitida o‘simliklarni tuproqsiz va oziqlantiruvchi eritmalar asosida yetishtirish imkonini beruvchi samarali usul sifatida qaralmoqda. Tadqiqotchilar ushbu texnologiya qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishining samaradorligini sezilarli darajada oshirish imkoniyatiga ega ekanligini ta’kidlaydilar [2;105].

Xorijiy olimlar D. Savvas va N. Gruda fikriga ko‘ra, zamonaviy issiqxona sanoatida asosiy texnologik komponent sifatida tuproqsiz yetishtirish tizimlaridan foydalanish ko‘lami tobora kengayib bormoqda. Mualliflar ushbu yo‘nalishning rivojlanib borayotganini alohida ta’kidlab, tuproqsiz tizimlarning issiqxona xo‘jaligidagi ahamiyati ortib borayotganini qayd etadilar.

Ularning fikricha, “gidroponika” texnologiyasining asosiy afzalligi o‘simliklarni tuproqsiz muhitda yetishtirish imkoniyati mavjudligidir. Chunki tuproq tabiiy ekologik muhit sifatida geterogen, ya’ni notekis tarkibga ega bo‘lib, u

patogen mikroorganizmlarni saqlashi, monokultura sharoitida degradatsiyaga uchrashi hamda unumdorligi past yoki sho'rlangan bo'lishi mumkin. Bunday holatlar esa o'simliklarni sog'lom va barqaror yetishtirish jarayonida turli muammolarni yuzaga keltirishi mumkinligi ilmiy jihatdan asoslab berilgan. [3;280].

Ko'plab ilmiy izlanishlarda gidroponik tizimlarning samaradorligi yuqori baholanadi. Tadqiqotchilar nazorat qilinadigan muhitda ozuqaviy eritmalar asosida ekinlarni yetishtirish rivojlangan va rivojlanayotgan mamlakatlar uchun katta istiqbol yaratishini qayd etganlar. Gidroponik tizimlarda o'simliklarning o'sishi an'anaviy usullarga nisbatan samaraliroq kechishi, yil davomida hosil olish imkoniyati mavjudligi ham alohida ko'rsatib o'tilgan.

Shu bilan birga, gidroponik tizimlarni amaliyotga keng joriy etishda bir qator muammolar ham mavjudligi qayd etiladi. Xususan, suv sifatini baholash bo'yicha yetarli ilmiy tadqiqotlarning olib borilmagani gidroponik sharoitda o'simliklarning normal o'sishi va rivojlanishiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shunga qaramasdan, mazkur tadqiqotlar gidroponik tizimlardan dehqonchilik sohasida samarali foydalanish imkoniyatlarini ochib beradi. Gidroponika ozuqa moddalari eritmasi asosida hosil yetishtirishga asoslangan zamonaviy va istiqbolli qishloq xo'jaligi tizimi sifatida e'tirof etiladi. Ayniqsa, tuproq sifati yomonlashgan yoki qishloq xo'jaligi uchun yaroqsiz bo'lgan hududlarda ushbu texnologiyaning qo'llanilishi muhim ahamiyat kasb etadi. Bundan tashqari, yer maydoni cheklangan shahar hududlari uchun ham gidroponik tizimlar qulay va samarali yechim sifatida qaraladi.

O'tkazilgan tajribalar va ilmiy tahlillar natijalariga ko'ra, gidroponik usullardan foydalanish an'anaviy yetishtirish texnologiyalariga nisbatan hosildorlikni taxminan 30–50 % ga oshirishi mumkinligi aniqlangan. Buning asosiy sabablari sifatida o'sish sharoitlarining optimallashtirilishi, ozuqa moddalari boshqaruvining yuqori samaradorligi hamda yil davomida uzluksiz hosil yetishtirish imkoniyatining mavjudligi ko'rsatib o'tiladi [4;91].

Sun'iy intellektni agrotexnologiyalarda qo'llash katta hajmdagi ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlash imkonini beradi, bu esa agronomlarga ekin ekish, o'sish va hosil yig'ib olish jarayonlarida asosli va ongli qarorlar qabul qilishda yordam beradi. Mashinaviy o'rganish algoritmlari yordamida iqlim sharoiti, tuproq tarkibi hamda o'simliklarga ishlov berish jarayonlariga oid ma'lumotlar asosida hosilni boshqarishning optimal strategiyasini aniqlash mumkin [5;13].

Gidroponika ekinlarni tuproqsiz muhitda, ya'ni suv yoki boshqa g'ovak materiallar yordamida yetishtirish usuli hisoblanadi. Ushbu tizimda avtomatlashtirish texnologiyalari oziqlantiruvchi moddalar sifatini nazorat qilishda keng qo'llaniladi. Sensorlar yordamida ozuqa konsentratsiyasi, suv sathi, suv ta'minoti hamda suv hajmi kabi ko'rsatkichlar o'lchanadi. Shuningdek, harorat sensori, TDS (umumiy erigan moddalar miqdori) va ultratovushli sensorlar mikrokontroller tizimiga integratsiya qilinib, real vaqt rejimida ma'lumotlarni yig'ishda ishlatiladi.

Ushbu ma'lumotlar Mamdani usuliga asoslangan noaniq (fuzzy) mantiq yordamida qayta ishlanadi. Fuzzy mantiq natijalari esa oziqlantirish jarayonini boshqarish hamda suv hajmini tartibga solishda qo'llaniladi. Tizimni masofadan boshqarish va monitoring qilish Blynk mobil ilovasi orqali amalga oshiriladi. O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida avtomatlashtirilgan tizim kerakli sharoitga o'rtacha 13 daqiqa 49 soniyada erishishi aniqlangan. Shuningdek, fuzzy mantiq asosidagi natijalar dasturiy simulyatsiya bilan taqqoslanganda aniqlik 94,24% oshganligi asoslab berilgan [6;94].

Indoneziyada shaharsozlik va sanoatning jadal rivojlanishi natijasida qishloq xo'jaligi uchun yaroqli yer maydonlarining qisqarishi barqaror agrar tizimlar uchun jiddiy muammo tug'dirmoqda. Mamlakatda mavjud 7,1 million gektar sholi ekiladigan yerning taxminan 30 foizi unumdorligi past yoki degradatsiyaga uchragan hudud sifatida baholanadi. Shu sababli gidroponika kabi innovatsion texnologiyalarga ehtiyoj ortib bormoqda. Gidroponika tuproq o'rniga suv va

oziqlantiruvchi eritmalar asosida o'simlik yetishtirishga asoslangan bo'lib, aniq ekologik sharoitlarni boshqarishni talab etadi.

Mazkur tadqiqot Indoneziyada gidroponik dehqonchilikni optimallashtirish maqsadida IoT (Internet of Things – narsalar interneti) texnologiyasiga asoslangan tizimni taklif etadi. Tizim ESP32 mikrokontrolleri yordamida harorat, namlik, pH darajasi, ozuqa moddalari konsentratsiyasi hamda yorug'lik intensivligi kabi muhim parametrlarni nazorat qiladi va boshqaradi. Avtomatik sozlashlar orqali ushbu tizim o'simliklarning o'sishi va hosildorligini oshirishga xizmat qiladi.

Prototip ishlab chiqish yondashuvi samarali tizim yaratish maqsadida qo'llanilgan bo'lib, yakuniy natijalar belgilangan maqsadlarga erishilganini ko'rsatdi. Sinov jarayonlarida tizim komponentlari o'z vazifalarini to'liq bajargan, ma'lumotlarni aniq yig'gan hamda atrof-muhit o'zgarishlariga tezkor javob qaytargan. O'tkazilgan 10 ta sinov natijalariga ko'ra, IoT qurilmasi harorat, namlik va tuproq namligini aniq o'lchash imkoniyatiga ega ekanligi tasdiqlangan. Ushbu natijalar IoT texnologiyalarining gidroponik tizimlarga muvaffaqiyatli integratsiya qilinganini ko'rsatadi va Indoneziyada barqaror hamda samarali gidroponik dehqonchilikni rivojlantirishga xizmat qiladi [7;56].

Chet ellik olimlar Chenin Treftz va Stanley T. Omaye o'z tadqiqotlarida gidroponik usulda malina yetishtirish jarayonini o'rganib chiqqanlar. Ularning fikricha, malina tarkibida sog'liq uchun foydali bo'lgan ko'plab bioaktiv birikmalar mavjud bo'lib, uning iste'moli ortishi bir qator surunkali kasalliklarning oldini olishga yordam berishi mumkin. Shuningdek, mualliflar gidroponik usulda yetishtirish tuproqda yetishtirishga nisbatan bir qator ekologik afzalliklarga ega ekanligini ta'kidlaydilar. Bu texnologiya, ayniqsa, o'simlik yetishtirish imkoniyati cheklangan hududlarda barqaror oziq-ovqat ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, gidroponik va an'anaviy usulda yetishtirilgan malining sifat ko'rsatkichlari, jumladan hayotiyliigi, askorbin kislotasi, tokoferol, jami polifenolik bioaktiv birikmalar hamda katexinlar miqdori o'rtasida sezilarli farqlar aniqlanmagan. Umuman olganda, gidroponik usulda yetishtirilgan

malinaning o'simliklar omon qolish darajasi 33% ni tashkil etgan bo'lsa, tuproqda yetishtirilgan malina 66% ko'rsatkichga ega bo'lgan. Shu bilan birga, gidroponik usulda har bir o'simlikdan olinadigan hosildorlik an'anaviy usulga nisbatan taxminan 10% ga yuqori bo'lgan.

O'tkazilgan so'rovnoma va tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, ishtirokchilar gidroponik va tuproqda yetishtirilgan malinani organoleptik jihatdan farqlay olmaganlar. Bu esa gidroponik usulda yetishtirilgan mahsulot sifatining an'anaviy usuldagidan deyarli farq qilmasligini tasdiqlaydi [8;122].

Gidroponik tizimlarning asosiy ishlash prinsiplari o'simliklarning o'sish sharoitlarini aniq va barqaror nazorat qilishga asoslanadi. Bunda ozuqa elementlarining yetarli miqdorda mavjudligi, eritmadagi kislorod darajasi, eritmaning harorati hamda namlik ko'rsatkichlari muhim omillar sifatida qaraladi. Aholi sonining ortib borishi natijasida qishloq xo'jaligi yerlarining bir qismi boshqa maqsadlarda foydalanishga yo'naltirilmoqda. Shu sababli yer resurslarining yetishmovchiligi muammosini hal etishning innovatsion yo'nalishlaridan biri sifatida shahar qishloq xo'jaligi, xususan gidroponik texnologiyalar keng qo'llanilmoqda.

Biroq gidroponik tizimlarda ozuqa eritmasi holatini doimiy ravishda barqaror ushlab turish ayrim murakkabliklarni keltirib chiqaradi. Amaliy kuzatuvlarga ko'ra, suvdagi ozuqa moddalarining balans holati har doim ham optimal darajada bo'lavermaydi, shuning uchun ularning sifatini doimiy monitoring qilish va tahlil etish zarur hisoblanadi. Bu esa, o'z navbatida, oziqlantiruvchi eritma holatini optimal darajada saqlashga xizmat qiladi. Sifatli oziqlantiruvchi eritma o'simlik ildizlari tomonidan ozuqa moddalarning samarali so'rilishini ta'minlaydi va o'sish jarayonini optimallashtiradi.

Oziqlantiruvchi suv sifatini baholashda asosiy ko'rsatkichlar sifatida suv harorati, TDS (umumiy erigan moddalar miqdori) va pH (kislotali-ishqoriy muhit darajasi) parametrlaridan foydalaniladi. Fuzzy logic classification (noaniq mantiqiy tasniflash) usuli ushbu uchta parametr asosida oziqlantiruvchi eritmaning real

holatini tahlil qilib, uni “yaxshi”, “o‘rtacha”, “yomon” yoki “juda yomon” sifat toifalariga ajratish uchun yo‘l ochadi.

Mazkur tadqiqotlarda har bir parametрни o‘lchash uchun suv harorati sensori, TDS sensori va pH sensori qo‘llanilgan hamda olingan natijalar veb-platforma orqali real vaqt rejimida aks ettirilgan. O‘lchov natijalari past xatolik darajasi bilan, ya’ni $\pm 5\%$ aniqlikda qayd etilgan. Noaniq mantiq asosida amalga oshirilgan suv sifati klassifikatsiyasi fermerlar tomonidan kutilgan natijani bergan va tizim 100% holatda foydalanuvchi interfeysida muvaffaqiyatli ishlagan. Ushbu yondashuv foydalanuvchilarga o‘simliklar uchun mo‘ljallangan oziqlantiruvchi eritma holatini masofadan turib kuzatish, baholash va boshqarish imkonini yaratadi. [9; 418].

Hozirgi davrda basalt, tosh jun substrati (rockwool), perlit hamda kokos substratlaridan foydalanilgan holda mevali sabzavotlar va kesilgan gullarni yetishtirish dunyo miqyosida eng ommalashgan tuproqsiz yetishtirish tizimlaridan biri sifatida qaralmoqda. Suv muhitiga asoslangan tizimlar, jumladan suzuvchi gidroponika, oziqlantiruvchi plyonka texnologiyasi (NFT) hamda aeroponika usullari asosan bargli sabzavotlarni yetishtirishda keng qo‘llaniladi. Zamonaviy va to‘liq avtomatlashtirilgan fertigatsiya tizimlari yordamida o‘simliklar uchun oziqlantiruvchi eritmalar (NS) tayyorlanadi hamda kerakli vaqtda yetkazib beriladi. Mazkur eritma o‘simlik uchun bir vaqtning o‘zida oziqa manbai va sug‘orish vositasi vazifasini bajaradi.

Tuproqsiz tizimlarda ildiz zonasidan chiqayotgan oziqlantiruvchi eritmalarni yig‘ish va ularni qayta foydalanish imkoniyati mavjud. Bu holat suvdan foydalanish samaradorligini oshirish bilan bir qatorda, o‘g‘it qoldiqlari sabab yuzaga keladigan ekologik ta’sirlarni ham kamaytirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, qayta foydalaniladigan eritmalar tarkibida patogenlarning tarqalishi xavfi mavjudligi ham qayd etiladi. Ushbu muammoni bartaraf etish maqsadida turli dezinfektsiya usullaridan foydalaniladi. Jumladan, ultrabinafsha (UV) nurlanishi, sekin qum filtratsiyasi, membranali filtratsiya hamda kimyoviy ishlov berish usullari, xususan ozon, vodorod peroksid (H_2O_2) yoki xlorlash texnologiyalari keng qo‘llaniladi.

Bundan tashqari, substratda yetishtiriladigan o'simliklarda ildiz muhiti hajmining kichikligi sababli sug'orish chastotasi yuqori bo'lishi kuzatiladi. Shu sababli issiqxona mikroiklim ko'rsatkichlarini, jumladan quyosh radiatsiyasi, bug' bosimi defitsiti va havo haroratini, shuningdek substratdagi suv holatini – namlik darajasi yoki suv bosimini real vaqt rejimida kuzatish va boshqarishga asoslangan avtomatlashtirilgan texnologiyalardan foydalanish zarurdir [10;280].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Resh H.M. Hydroponic Food Production. – New York: CRC Press, 2022 y.
2. Al-Rukabi M.N.M., Khalil N.H., Leunov V.I., Tereshonkova T.A. Hydroponic agriculture under water scarcity conditions // Agricultural Water Management. – London, 2023 y.
3. Savvas D., Gruda N. Application of soilless culture technologies in modern greenhouse industry // European Journal of Horticultural Science. – Berlin, 2018 y.
4. Jones J.B. Hydroponics: A Practical Guide for the Soilless Grower. – Boca Raton: CRC Press, 2016 y.
5. Liakos K.G., Busato P., Moshou D., Pearson S., Bochtis D. Machine learning in agriculture: A review // Sensors. – Basel, 2018 y.
6. Wahyudi S., Nugroho A., Setiawan D. Fuzzy logic based hydroponic monitoring and control system // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – Jakarta, 2021 y.
7. Pratama R., Wijaya H., Nugraha D. IoT-based hydroponic farming system using ESP32 // Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. – Yogyakarta, 2022 y.
8. Treftz C., Omaye S.T. Hydroponics: Potential for augmenting sustainable food production in non-arable regions // Nutrition & Food Science. – Nevada, 2016 y.
9. Savvas D., Gianquinto G. Nutrient solution management in hydroponic systems // Horticultural Reviews. – New Jersey, 2019 y.
10. Putra A., Santoso B. Deep Water Culture hydroponic control system using ultrasonic sensors // Journal of Agricultural Technology. – Bandung, 2021