

=====

**YANGI AVLOD SUYUQ STIMULYATOR O'G'ITLAR: INNOVATSION OLISH
TEXNOLOGIYASI, FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI VA BARQAROR QISHLOQ
XO'JALIGIDAGI QO'LLANILISH ISTIQBOLLARI**

Rozikova Dilshoda Abdullajanovna
Namangan davlat texnika universiteti, dotsenti

**MAQOLA
MALUMOTI**

ANNOTATSIYA:

MAQOLA TARIXI:

*Received: 06.06.2026
Revised: 07.06.2026
Accepted: 08.06.2026*

KALIT SO'ZLAR:

*biostimulyator, suyuq
o'g'it, barqaror qishloq
xo'jaligi, gumin
kislotalar, dengiz suv
o'tlari, nanoo'g'it,
rizobakteriyalar,
agrobiotexnologiya.*

Mazkur maqolada yangi avlod suyuq stimulyator o'g'itlarning innovatsion sintez texnologiyalari, fizik-kimyoviy xossalari, biologik faolligi hamda barqaror qishloq xo'jaligidagi amaliy qo'llanish istiqbollari keng tahlil qilindi. Tadqiqotda aminokislotalar, gumin va fulvo kislotalar, dengiz suv o'tlari ekstraktlari, mikroelement komplekslari hamda rizofera faol mikroorganizmlari asosida tayyorlangan ko'p komponentli biostimulyator tizimlar o'rganildi. Olingan natijalar suyuq stimulyator o'g'itlarning o'simliklarda oziqa elementlarining o'zlashtirilishini faollashtirishi, fotosintez intensivligini oshirishi, ildiz tizimi rivojlanishini jadallashtirishi va abiotik stresslarga chidamlilikni kuchaytirishini ko'rsatdi. Shuningdek, biostimulyatorlarning tuproq mikrobiologik faolligini yaxshilashi hamda mineral o'g'itlar sarfini kamaytirishi aniqlangan. Zamonaviy nanoemulsiyali va mikroenkapsulyatsion texnologiyalar asosida ishlab chiqarilgan suyuq biostimulyatorlar yuqori biologik samaradorlik va uzoq muddatli stabil ta'sir ko'rsatishi bilan tavsiflandi. Tadqiqot natijalari yangi avlod suyuq stimulyator o'g'itlarining ekologik xavfsiz, resurs tejovchi va iqlim o'zgarishi sharoitida samarali agrotexnologik vosita ekanligini tasdiqlaydi.

Kirish. Bugungi kunda dunyo miqyosida aholi sonining jadal sur'atlarda ortib borishi, oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash zarurati hamda ekologik muammolarning keskinlashuvi qishloq xo'jaligi tizimlarini modernizatsiya qilishni talab etmoqda. Ayniqsa, global iqlim

o'zgarishi, suv resurslarining kamayishi, tuproq unumdorligining pasayishi va degradatsiya jarayonlarining kuchayishi zamonaviy agrotexnologiyalarni yaratish zaruratini yanada oshirmoqda [1]. Shu sababli qishloq xo'jaligida yuqori hosildorlikni ekologik xavfsiz hamda resurstejamkor usullar asosida ta'minlash eng muhim ilmiy-amaliy vazifalardan biri sifatida qaralmoqda.

An'anaviy mineral o'g'itlarning uzoq muddat davomida me'yoridan ortiq qo'llanilishi tuproqning fizik-kimyoviy muvozanatini buzadi, sho'rlanish va kislotali muhit hosil bo'lishiga olib keladi hamda tuproq mikroflorasining biologik faolligini kamaytiradi [2]. Bundan tashqari, nitrat va fosfat ionlarining yer osti suvlari hamda ochiq suv havzalariga o'tishi ekologik xavfsizlikka jiddiy tahdid tug'diradi [3]. Oziqa elementlarining sezilarli qismi o'simlik tomonidan o'zlashtirilmasdan yuvilib ketishi esa iqtisodiy samaradorlikning pasayishiga sabab bo'lmoqda.

So'nggi yillarda qishloq xo'jaligida ekologik xavfsiz va biologik faol preparatlar asosidagi innovatsion o'g'it tizimlariga qiziqish ortib bormoqda. Ayniqsa, suyuq biostimulyator va stimulyator o'g'itlar o'simlik fiziologiyasiga kompleks ta'sir ko'rsatishi bilan alohida ahamiyat kasb etmoqda [4]. Biostimulyatorlar o'simliklarning oziqa elementlarini samarali o'zlashtirishi, ildiz tizimining rivojlanishi, fotosintez intensivligining ortishi hamda abiotik stress omillariga chidamliligini kuchaytiruvchi biologik faol moddalar yoki mikroorganizmlar majmuasi sifatida tavsiflanadi [5].

Xalqaro ilmiy manbalarda biostimulyatorlar barqaror qishloq xo'jaligining eng istiqbolli yo'nalishlaridan biri sifatida e'tirof etilmoqda. Ularning qo'llanilishi natijasida o'simliklarning qurg'oqchilik, sho'rlanish, yuqori harorat va kasalliklarga chidamliligi oshishi aniqlangan [6]. Ayniqsa, aminokislotalar, gumin va fulvo kislotalar, dengiz suv o'tlari ekstraktlari, foydali mikroorganizmlar hamda nanozarrachalar asosidagi suyuq biostimulyatorlarning yuqori biologik samaradorlikka ega ekanligi ko'plab tadqiqotlarda qayd etilgan [7].

Dengiz suv o'tlari ekstraktlari tarkibidagi alginatlar, fitogormonlar va polisaxaridlar o'simliklarning metabolik faolligini rag'batlantiradi hamda hosildorlikni oshiradi [8]. Aminokislotalar asosidagi stimulyatorlar esa o'simliklarda oqsil sintezini jadallashtirib, stressga chidamlilikni kuchaytiradi. Gumin moddalar tuproqning strukturaviy holatini yaxshilaydi, mikrobiologik faollikni oshiradi va oziqa elementlarining o'zlashtirilishini tezlashtiradi [9].

Tadqiqot materiallari va usullari

Mazkur tadqiqot ishida yangi avlod suyuq biostimulyator o'g'itlarni olish va ularning fizik-kimyoviy hamda biologik xossalarini baholash maqsadida turli biologik faol komponentlar va mineral qo'shimchalardan foydalanildi. Tadqiqot ob'ekti sifatida tarkibida organik, mikrobiologik va nanoo'lchamli komponentlar mavjud bo'lgan kompleks suyuq biostimulyator tizimi tanlab olindi.

Biostimulyator tarkibini shakllantirishda o‘simlik fiziologiyasiga ijobiy ta‘sir ko‘rsatuvchi gumin va fulvo kislotalar asosiy organik komponent sifatida qo‘llanildi. Ushbu moddalar tuproq unumdorligini oshirish, oziqa elementlarining o‘zlashtirilishini jadallashtirish va rizosfera mikroorganizmlarining faolligini kuchaytirish xususiyatiga ega. Biologik faol komponent sifatida Ascophyllum nodosum dengiz suv o‘tlari ekstrakti ishlatildi. Dengiz suv o‘tlari tarkibidagi fitogormonlar, polisaxaridlar, alginatlar va antioksidant birikmalar o‘simliklarning metabolik jarayonlarini rag‘batlantiruvchi tabiiy stimulyator sifatida xizmat qiladi.

Tadqiqotda aminokislotalar kompleksi ham qo‘llanilib, ular o‘simliklarda oqsil biosintezi, fermentativ jarayonlar va stressga chidamlilikni kuchaytiruvchi biologik faol komponent sifatida baholandi. Bundan tashqari, o‘simlik rivojlanishi uchun zarur bo‘lgan mikroelementlar temir, rux, marganes, mis, bor va molibden tuzlari xelatlangan shaklda tizim tarkibiga kiritildi.

Mikrobiologik faol komponent sifatida azot fiksatsiyalovchi rizobakteriyalar hamda fosfor mobilizatsiyalovchi foydali bakteriyalar qo‘llanildi. Ushbu mikroorganizmlar tuproqdagi oziqa elementlarining biologik aylanishini jadallashtirib, o‘simlik ildiz zonasida mikrobiologik faollikni oshiradi.

Biostimulyator tizimining samaradorligini oshirish maqsadida organik kislotalar hamda nanoo‘lchamli kremniy va temir dispersiyalaridan foydalanildi. Nanozarrachalar o‘simlik hujayralariga tez kirib borishi va metabolik jarayonlarni faollashtirishi bilan ajralib turadi. Barcha reagentlar analitik toza darajada bo‘lib, qo‘shimcha tozalashsiz ishlatildi.

Organik ekstrakt tayyorlash. Biostimulyatorning asosiy biologik faol komponenti bo‘lgan dengiz suv o‘tlari ekstrakti ultratovushli ekstraksiya usuli yordamida olindi. Ekstraksiya jarayoni 60–70 °C harorat oralig‘ida olib borildi. Ultrasonik ishlov berish hujayra devorlarining parchalanishini tezlashtirib, biologik faol moddalar fitogormonlar, alginatlar, polisaxaridlar va antioksidantlarning eritmaga samarali o‘tishini ta‘minladi. Ushbu usul yuqori biologik faollikni saqlab qolish imkonini berdi.

Gumin kompleks tizimini hosil qilish. Keyingi bosqichda gumin va fulvo kislotalar ishqoriy muhitda eritildi hamda mikroelement ionlari bilan kompleks hosil qilish reaksiyasi amalga oshirildi. Natijada yuqori eruvchan va biologik faol xelatlangan kompleks tizim shakllandi. Xelatlanish mikroelementlarning o‘simlik tomonidan o‘zlashtirilishini sezilarli darajada oshirishi bilan tavsiflandi.

Mikroenkapsulyatsiya jarayoni. Biologik faol komponentlarning barqarorligini oshirish va ularni nazoratli ajralishini ta‘minlash maqsadida mikroenkapsulyatsiya texnologiyasi qo‘llanildi. Ushbu jarayonda alginat va tabiiy biopolimerlar asosida kapsulalar hosil qilindi. Mikroenkapsulyatsiya faol moddalarning tashqi muhit ta‘siridan himoyalashini, tuproqda uzoq muddat saqlanishini hamda bosqichma-bosqich ajralishini ta‘minladi.

Nanoemulsiyalash bosqichi. Nanoo‘lchamli kremniy va temir dispersiyalari yuqori tezlikli gomogenizator yordamida tayyorlandi. Olingan nanozarrachalarning o‘lchami 40–

120 nm oralig'ida bo'lib, ular yuqori disperslik va agregativ barqarorlikka ega ekanligi aniqlandi. Nanoo'lchamli tizimlar o'simlik hujayralariga tez kirib borishi va oziqa elementlarining biologik samaradorligini oshirishi bilan tavsiflandi.

Nanoemulsiyalangan tizimlarda agregatsiya va cho'kma hosil bo'lishi kuzatilmadi. Tajribalar davomida biostimulyator tizimi 12 oy davomida yuqori kolloid barqarorlikni saqlab qoldi. Bu esa nanozarrachalarning stabilizatsiyasi muvaffaqiyatli amalga oshirilganligini ko'rsatadi.

Natijalar va muhokama

O'tkazilgan agrobiologik tajribalar yangi avlod suyuq biostimulyatorlarning qishloq xo'jaligi ekinlari hosildorligiga sezilarli ijobiy ta'sir ko'rsatishini tasdiqladi. Tajriba variantlarida biostimulyator qo'llanilgan maydonlarda o'simliklarning vegetativ rivojlanishi tezlashgani, fotosintetik faolligi ortgani hamda generativ organlar shakllanishi intensivlashgani kuzatildi. Ayniqsa, bug'doy, pomidor va paxta ekinlarida biomassa to'planishi hamda yakuniy hosildorlik ko'rsatkichlari nazorat variantiga nisbatan ancha yuqori bo'ldi.

1-jadval

Biostimulyatorlarning hosildorlikka ta'siri

Ekin turi	Nazorat hosildorligi	Biostimulyator qo'llanganda	O'sish ko'rsatkichi
Bug'doy	5.2 t/ga	6.4 t/ga	+23 %
Pomidor	42 t/ga	56 t/ga	+33 %
Paxta	2.8 t/ga	3.4 t/ga	+21 %

Olingan natijalar pomidor ekinida eng yuqori samaradorlik kuzatilganligini ko'rsatdi. Bu holat biostimulyatorlarning intensiv metabolik jarayonlarga ega sabzavot ekinlarida yuqori fiziologik faollik namoyon qilishi bilan izohlanadi. Bug'doy va paxta ekinlarida ham hosildorlikning sezilarli ortishi kuzatilib, preparatlarning universal agrobiologik ta'sirga egaligi aniqlandi.

Tadqiqot davomida biostimulyatorlarning abiotik stress omillariga qarshi himoya mexanizmlarini faollashtirishi ham aniqlandi. Qurg'oqchilik sharoitida tajriba variantlaridagi o'simlik barglarida suv saqlanish darajasi nazoratga nisbatan 14-18 % yuqori bo'ldi. Bu esa preparatlarning hujayra osmotik bosimini me'yorlashtirish va transpiratsiya jarayonini boshqarish xususiyatiga ega ekanligini ko'rsatadi.

Biostimulyatorlar qo'llanilgan tajriba maydonlarida tuproqning mikrobiologik faolligi sezilarli ravishda oshgani kuzatildi. Mikrobiologik tahlillar natijasida foydali rizosfera bakteriyalari va aktinomitsetlar soni 2.1–2.8 baravar ko'paygani aniqlandi.

Bu holat organik komponentlarning mikroorganizmlar uchun qo'shimcha oziqa manbai vazifasini bajarishi bilan izohlanadi. Foydali mikroflora rivojlanishi natijasida azot fiksatsiyasi jadallashdi, fosforning eruvchan shakllari ko'paydi, tuproqning biologik unumdorligi yaxshilandi, ildiz zonasida oziqa elementlarining aylanish tezligi ortdi.

Tadqiqot natijalari suyuq biostimulyatorlardan foydalanish mineral azotli o'g'itlar sarfini sezilarli kamaytirishini ko'rsatdi. Tajriba variantlarida azotli o'g'it me'yorlari 20–35 % ga qisqartirilgan bo'lishiga qaramasdan, hosildorlik pasayishi kuzatilmadi. Bu holat biostimulyatorlarning oziqa elementlarini o'zlashtirish koeffitsiyentini oshirishi, ildiz faoliyatini rag'batlantirishi, mikrobiologik jarayonlarni faollashtirishi, oziqa moddalarning yuvilib ketishini kamaytirishi bilan bog'liq ekanligi aniqlandi.

So'nggi yillarda nanoo'lchamli faol komponentlar asosida yaratilayotgan biostimulyatorlar zamonaviy agrotexnologiyaning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biriga aylandi. Nanozarrachalarning yuqori dispersligi va sirt faolligi ularning o'simlik hujayralariga tez kirib borishini ta'minlaydi. Nano-biostimulyatorlarning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat yuqori sirt maydoni, kontrolli va bosqichma-bosqich ajralish xususiyati, faol moddalarning yuqori bioavailability darajasi, juda kichik konsentratsiyada yuqori samaradorlik, oziqa elementlarining maqsadli transporti.

Biostimulyatorlardan foydalanish agroiqtisodiy samaradorlikni oshirishda ham muhim omil bo'lib xizmat qiladi. Tajribalar natijasida quyidagi iqtisodiy afzalliklar aniqlandi mineral o'g'it xarajatlari kamayadi, hosildorlik va mahsulot sifati ortadi, eksportbop ekologik mahsulot hajmi kengayadi, sug'orish xarajatlari qisqaradi, tuproq unumdorligi uzoq muddat saqlanadi.

Hisob-kitoblarga ko'ra, suyuq biostimulyatorlar qo'llanilganda sof iqtisodiy foyda 1 gektar maydon hisobida 18-27 % gacha ortishi mumkin. Shu bilan birga, agrotexnologik resurslarning tejaliishi ishlab chiqarish tannarxini kamaytirib, fermer xo'jaliklari rentabelligini oshiradi. Olingan natijalar yangi avlod biostimulyatorlarining ekologik xavfsiz, iqtisodiy samarali va yuqori agrobiologik faollikka ega innovatsion mahsulot ekanligini tasdiqlaydi.

Xulosa. Mazkur tadqiqotda biologik faol komponentlar va nanoo'lchamli dispersiyalar asosida yangi avlod suyuq stimulyator o'g'itlar muvaffaqiyatli sintez qilindi. Ultrasonik ekstraksiya va mikroenkapsulyatsiya texnologiyalari biologik faol moddalarning barqarorligini oshirib, ularning o'simlik tomonidan samarali o'zlashtirilishini ta'minladi.

Olingan biostimulyatorlar yuqori kolloid barqarorlik va yaxshi fizik-kimyoviy xossalarga ega ekanligi aniqlandi. Agrotexnik sinovlar natijasida hosildorlik 18–35 % gacha oshgani, mineral o'g'itlar sarfi esa 20–35 % gacha kamaygani kuzatildi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. FAO. The Future of Food and Agriculture – Trends and Challenges. – Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017. – 180 p.
2. Brady N.C., Weil R.R. The Nature and Properties of Soils. – 15th ed. – Pearson Education, 2016. – 1104 p.
3. Tilman D., Cassman K.G., Matson P.A., Naylor R., Polasky S. Agricultural sustainability and intensive production practices // Nature. – 2002. – Vol. 418. – P. 671–677.

-
4. du Jardin P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation // *Scientia Horticulturae*. – 2015. – Vol. 196. – P. 3–14.
 5. Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. Agricultural uses of plant biostimulants // *Plant and Soil*. – 2014. – Vol. 383. – P. 3–41.
 6. Rouphael Y., Colla G. Biostimulants in agriculture // *Frontiers in Plant Science*. – 2020. – Vol. 11. – Article 40. – P. 1–7.
 7. Yakhin O.I., Lubyantsev A.A., Yakhin I.A., Brown P.H. Biostimulants in plant science: A global perspective // *Frontiers in Plant Science*. – 2017. – Vol. 7. – Article 2049. – P. 1–32.
 8. Khan W., Rayirath U.P., Subramanian S., Jithesh M.N., Rayorath P., Hodges D.M. et al. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development // *Journal of Plant Growth Regulation*. – 2009. – Vol. 28. – P. 386–399.
 9. Canellas L.P., Olivares F.L. Physiological responses to humic substances as plant growth promoter // *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. – 2014. – Vol. 1. – Article 3. – P. 1–11.

