



**BIOSTIMULYATORLAR VA MUHIT OMILLARINING  
MIKROKO‘KATLAR BIOMASSASIGA KOMPLEKS  
TA’SIRI**

**Sayxonov Abdujabbor Do‘smurod o‘g‘li,**  
Toshkent davlat agrar universiteti  
Biotexnologiya kafedrasida magistranti

**Jumanazarov G‘ayrat Xusanovich,**  
Toshkent davlat agrar universiteti  
Biotexnologiya kafedrasida datsenti, q.x.f.f.d

**Shokirova Manzura Yunusjon qizi,**  
Toshkent davlat agrar universiteti  
Biotexnologiya kafedrasida talabasi

**Mukumova Nozima Akbarovna,**  
Toshkent davlat agrar universiteti  
Biotexnologiya kafedrasida talabasi



**E-mail:**  
[sayxonovabdujabbor@gmail.com](mailto:sayxonovabdujabbor@gmail.com)

**E-mail:**  
[jumanazarovg1986@gmail.com](mailto:jumanazarovg1986@gmail.com)

**E-mail:**  
[manzurashokhirova@gmail.com](mailto:manzurashokhirova@gmail.com)

**E-mail:**  
[nozimamukimova95@gmail.com](mailto:nozimamukimova95@gmail.com)

**COMPLEX EFFECT OF BIOSTIMULANTS AND  
ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE BIOMASS OF  
MICROGREENS**

**Saykhonov Abdujabbor Dosmurod ogli,**  
Tashkent State Agrarian University  
Master's student, Department of Biotechnology

**Jumanazarov Gayrat Khusanovich,**  
Tashkent State Agrarian University  
Associate Professor, Department of Biotechnology, PhD  
(Agricultural Sciences)

**Shokirova Manzura Yunusjon qizi,**  
Tashkent State Agrarian University  
Student, Department of Biotechnology

**Mukumova Nozima Akbarovna,**  
Tashkent State Agrarian University  
Student, Department of Biotechnology

**КОМПЛЕКСНОЕ ВЛИЯНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРОВ И  
ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА БИОМАССУ МИКРОЗЕЛЕНИ**

**Сайхонов Абдужаббор Дусмуродович,**  
Ташкентский государственный аграрный университет  
магистрант кафедры биотехнологии

**Джуманазаров Гайрат Хусанович,**  
Ташкентский государственный аграрный университет доцент  
кафедры биотехнологии, PhD (с.-х. наук)

**Шокирова Манзура Юнусжоновна,**  
Ташкентский государственный аграрный университет  
студентка кафедры биотехнологии

**Мукумова Нозима Акбаровна,**  
Ташкентский государственный аграрный университет  
студентка кафедры биотехнологии



**Annotatsiya.** Mikroko'katlar qisqa vegetatsiya davriga ega va yuqori oziqaviy qiymatga ega o'simliklardir. Tadqiqotda yopiq sharoitda yorug'lik, harorat, namlik va biostimulyatorlarning biomassaga ta'siri o'rganildi. Optimal muhit va foydali mikroorganizmlar hamda dengiz suvo'ti ekstrakti qo'llanilganda biomassa, ildiz va barg rivoji hamda xlorofill miqdori oshdi. Omillarni kompleks boshqarish hosildorlik va sifatni yaxshilaydi.

**Kalit so'zlar:** mikroko'katlar, biomassa, biostimulyator, yorug'lik, harorat, namlik, fotosintez, integratsiyalashgan boshqaruv.

**Abstract.** Microgreens are plants with a short vegetation period and high nutritional value. In this study, the effects of light, temperature, humidity, and biostimulators on biomass were investigated under indoor conditions. Under optimal environmental conditions and with the application of beneficial microorganisms and seaweed extract, biomass, root and leaf development, and chlorophyll content increased. The integrated management of these factors improves yield and quality.

**Keywords:** microgreens, biomass, biostimulant, light, temperature, humidity, photosynthesis, integrated management.

**Аннотация.** Микрозелень — это растения с коротким вегетационным периодом и высокой пищевой ценностью. В данном исследовании в условиях закрытого грунта изучалось влияние света, температуры, влажности и биостимуляторов на биомассу. При оптимальных условиях среды и применении полезных микроорганизмов и экстракта морских водорослей наблюдалось увеличение биомассы, развитие корней и листьев, а также повышение содержания хлорофилла. Комплексное управление этими факторами повышает урожайность и качество продукции.

**Ключевые слова:** микрозелень, биомасса, биостимулятор, свет, температура, влажность, фотосинтез, интегрированное управление.

## KIRISH.

Mikroko'katlar zamonaviy sog'lom oziq-ovqat sanoatida yuqori biologik qiymatga ega bo'lgan mahsulot sifatida e'tibor qozongan. Ular qisqa vegetatsiya davri, boy antioksidant tarkibi va vitamin-mineral bilan to'yinganligi bilan ajralib turadi. Bugungi kunda mikroko'katlar yetishtirishning intensiv usullari, shu jumladan nazorat qilinadigan muhit va biostimulyatorlardan foydalanish o'sish va biomassa hosildorligini sezilarli oshirish imkoniyatini yaratadi.

So'nggi yillarda mikroko'katlar biomassasi va sifatiga biostimulyatorlar ta'siri bo'yicha bir qator ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilgan. Masalan, radish va turnip mikroko'katlarida organik biostimulyatorlarni qo'llash orqali biomassa va pigmentlar miqdori oshishini qayd etgan (Di Mola et al. 2023). Shu bilan birga, *Bacillus thuringiensis* va *Trichoderma asperellum* kabi mikrobiologik biostimulyatorlarning gidroponik mikroko'katlarda o'sish parametrlarini yaxshilashini aniqlagan (Rouphael et al. 2024).

Muhit omillari nuqtai nazaridan, yorug'lik spektri va intensivligi, harorat va nisbiy namlik mikroko'katlar hosildorligi va sifati uchun asosiy asosiy ko'rstagichlar hisoblanadi. Di Mola et al. (2024) yorug'lik spektrining biomassa yig'ilishiga ta'sirini aniqlagan bo'lsa, Plants (2023) jurnalida optimal harorat (18–24°C) va namlik (70–85%) diapazoni mikroko'katlar o'sishi uchun tavsiya etilgan. Frontiers Plant Science



(2023) jurnalida esa havodagi namlik yetishmovchiligi ko'rsatkichining biomassa va barg yuzasi kengayishiga ta'sirini tahlil qilgan.

Shu bilan birga, ilgari olib borilgan tadqiqotlar ko'pincha faqat bitta yoki ikkita omilga e'tibor qaratgan bo'lsa, kompleks yondashuv — biostimulyatorlar va bir nechta muhit omillarini birgalikda o'rganish — hali ilmiy jihatdan to'liq tahlil qilinmagan. Shu sababli, mikroko'katlar biomasasiga kompleks ta'sirni baholash dolzarb va amaliy ahamiyatga ega masala hisoblanadi.

### TADQIQIT USULLARI.

Tajriba nazorat qilinadigan iqlim kameralarida olib borildi. Kameralarda fotoperiod 16/8 soat (yorug'lik/qorong'ilik) qilib belgilandi, yorug'lik spektri va intensivligi LED chiroqlari orqali boshqarildi. Harorat va nisbiy namlik (RH) sensorlar yordamida monitoring qilinidi. Mikroko'katlar sifatida rediska (*Raphanus sativus L.*) va rukola (*Eruca sativa L.*) turlari tanlandi, chunki ular qisqa vegetatsiya davriga ega va biostimulyatorlar hamda yorug'lik spektriga sezgirliklari bilan ajralib turadi.

Tajriba faktorial dizayn asosida  $4 \times 2 \times 2$  modelda tashkil qilindi. Faktorial dizayn — bir tajribada bir nechta omillar va ularning kombinatsiyalarini bir vaqtning o'zida o'rganish usuli. Bu dizayn o'sish, biomassa, sifat kabi javob ko'rsatkichlariga omillararo o'zaro ta'sirni baholash imkonini beradi.

A omil – Biostimulyator turi:

1. Nazorat (biostimulyatorsiz)
2. Organik biostimulyator (o'simlik manbali protein gidrolizati)
3. Mikrobiologik biostimulyator (*Bacillus thuringiensis* + *Trichoderma asperellum*)
4. Dengiz algasi ekstrakti (*Ascophyllum nodosum*)

B omil – Yorug'lik spektri: Oq LED ( $200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) va Qizil+ko'k LED ( $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , 4:1)

C omil – Harorat:  $18^{\circ}\text{C}$  va  $22^{\circ}\text{C}$

Nisbiy namlik 75–80% diapazonda saqlandi. Har bir variant uch takror bilan bajarildi. Mikroko'kat urug'lari steril substrat (torf + perlit, 2:1) ustida ekildi. Sug'orish distillangan suv yordamida amalga oshirildi, biostimulyatorlar esa belgilangan konsentratsiyada (adabiyotlardagi tavsiyalar asosida) 3–4 kunlik interval bilan qo'llanildi.

Shuningdek, harorat va yorug'lik sharoitlari har kuni monitoring qilindi, o'sish jarayoni davomida barg balandligi, yangi biomassa ( $\text{g/m}^2$ ) va quruq massa (%) o'lchandi.

1-jadval

Tajriba dizayni: Biostimulyatorlar, yorug'lik va harorat omillari kombinatsiyasi

Variant	Biostimulyator turi	Yorug'lik spektri	Harorat ( $^{\circ}\text{C}$ )	Nisbiy namlik (%)	Takrorlar soni



V1	Nazorat	Oq LED	18	75–80	3
V2	Nazorat	Oq LED	22	75–80	3
V3	Nazorat	Qizil+Ko‘k LED	18	75–80	3
V4	Nazorat	Qizil+Ko‘k LED	22	75–80	3
V5	Organik biostimulyator	Oq LED	18	75–80	3
V6	Organik biostimulyator	Oq LED	22	75–80	3
V7	Organik biostimulyator	Qizil+Ko‘k LED	18	75–80	3
V8	Organik biostimulyator	Qizil+Ko‘k LED	22	75–80	3
V9	Mikrobiologik biostimulyator	Oq LED	18	75–80	3
V10	Mikrobiologik biostimulyator	Oq LED	22	75–80	3
V11	Mikrobiologik biostimulyator	Qizil+Ko‘k LED	18	75–80	3
V12	Mikrobiologik biostimulyator	Qizil+Ko‘k LED	22	75–80	3
V13	Alg ekstrakti	Oq LED	18	75–80	3
V14	Alg ekstrakti	Oq LED	22	75–80	3
V15	Alg ekstrakti	Qizil+Ko‘k LED	18	75–80	3
V16	Alg ekstrakti	Qizil+Ko‘k LED	22	75–80	3

### TADQIQOT NATIJALAR.

Tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki, biostimulyatorlar mikroko‘katlar biomassasiga statistik jihatdan ishonchli ta‘sir ko‘rsatdi.

Nazorat variantida o‘rtacha yangi biomassa 1 280 g m<sup>2</sup> ni tashkil etdi. Organik biostimulyator qo‘llanilganda ushbu ko‘rsatkich 1 510 g m<sup>2</sup> gacha oshdi.

Mikrobiologik biostimulyator qo‘llanilganda biomassa 1 590 g m<sup>2</sup> ni tashkil etdi. *Ascophyllum nodosum* asosidagi alg ekstrakti qo‘llanilganda biomassa 1 480 g m<sup>2</sup> ga yetdi, bu boshqa tajribalar natijalar bilan mos keladi. Quruq massa ulushi ham biostimulyator variantlarida 2.1–3.4% ga yuqori bo‘ldi.

Yorug‘lik spektri biomassa hosildorligiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatdi. Oq LED sharoitida o‘rtacha biomassa 1 360 g m<sup>2</sup> ni tashkil etgan bo‘lsa, qizil+ko‘k LED ostida 1 550 g m<sup>2</sup> qayd etildi. Quruq massa ulushi ham qizil+ko‘k spektr ostida yuqoriroq bo‘ldi.

Harorat biomassa shakllanishiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatdi. 18°C da o‘rtacha biomassa 1 390 g m<sup>2</sup> ni tashkil etgan bo‘lsa, 22°C da bu ko‘rsatkich 1 560 g m<sup>2</sup> ga yetdi. Nisbiy namlik 75–80% sharoitida barg yuzasi kengayishi maksimal darajada kuzatildi.

2-jadval.

**Biostimulyatorlar, yorug‘lik spektri va haroratning mikroko‘katlar biomassasiga ta‘siri**

Omil	Variant	Yangi biomassa (g m <sup>-2</sup> )	Quruq massa (%)	Barg balandligi (sm)
<b>Biostimulyator</b>	Nazorat	1280 ± 35	6.8 ± 0.2	6.4 ± 0.3
	Organik	1510 ± 40	9.2 ± 0.3	7.8 ± 0.4
	Mikrobiologik	1590 ± 38	9.5 ± 0.3	8.1 ± 0.3



	Alg ekstrakti	1480 ± 36	8.9 ± 0.2	7.5 ± 0.3
<b>Yorug'lik</b>	Oq LED	1360 ± 30	7.4 ± 0.2	6.9 ± 0.3
	Qizil+Ko'k LED	1550 ± 34	9.1 ± 0.3	7.9 ± 0.4
<b>Harorat</b>	18°C	1390 ± 28	7.8 ± 0.2	6.8 ± 0.3
	22°C	1560 ± 32	8.9 ± 0.3	7.9 ± 0.4

Shuningdek, 22°C harorat diapazoni boshqa tadqiqotchilar tavsiya etilgan optimal muhit sifatida uyg'un natija berdi. Uch omilning birgalikdagi ta'siri ham statistik jihatdan ishonchli bo'ldi. Eng yuqori biomassa 1 740 g m<sup>2</sup> yetdi va quyidagi kombinatsiyada kuzatildi: Organik biostimulyator + Qizil/Ko'k LED + 22°C

Organik biostimulyator qo'llanilganda biomassa oshishi azot o'zlashtirilishining yaxshilanishi va fotosintetik pigmentlar sintezining kuchayishi bilan izohlanadi. Ko'pgina tadqiqotchilar biostimulyatorlar o'simlikning metabolik faolligini oshirib, xlorofill miqdorini ko'paytirishini ta'kidlagan.

Mikrobiologik biostimulyatorlar esa rizosfera mikroorganizmlari faoliyatini kuchaytirib, oziqa moddalarning bioo'zlashtirilishini yaxshilaydi. *Bacillus* va *Trichoderma* shtammlari ildiz zonasi faoliyatini rag'batlantirishi aniqlandi.

Eng muhim natijalardan biri — omillararo sinergik ta'sirning aniqlanishidir. Biostimulyator va yorug'lik spektrining birgalikdagi ta'siri alohida qo'llanilgan variantlarga nisbatan yuqori biomassa berdi. Bu shuni ko'rsatadiki, biostimulyatorlar fotosintetik apparatni faollashtirib, optimal yorug'lik sharoitida maksimal samaradorlikka erishiladi.

Xuddi shuningdek, haroratning optimal darajada bo'lishi fermentativ reaksiyalar tezligini oshirib, biostimulyatorlarning ta'sirini kuchaytiradi. Shu bois, kompleks boshqaruv alohida omillar yig'indisidan ko'ra yuqori natija beradi.

Natijalar ilgari chop etilgan xalqaro tadqiqotlar bilan to'liq mos keladi va ularning eksperimental tasdig'i sifatida xizmat qiladi.

### XULOSA.

Mazkur tadqiqot mikroko'katlar biomassasiga biostimulyatorlar hamda muhit omillarining kompleks ta'sirini eksperimental asosda baholash imkonini berdi. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, biomassa shakllanishi alohida omil emas, balki fiziologik va ekologik omillarning o'zaro bog'liq ta'siri bilan belgilanadi.

Eng yuqori biomassa ko'rsatkichi biostimulyator + qizil/ko'k LED + 22°C kombinatsiyasida qayd etildi, bu omillararo sinergik ta'sir mavjudligini ko'rsatadi.

### Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Di Mola, I., Ottaiano, L., Cozzolino, E., Senatore, M., & Mori, M. Effect of application of biostimulants on the biomass, nitrate, pigments, and antioxidants content in radish and turnip microgreens. *Agronomy*, (2023). pp 13(1), 145. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010145>



2. Di Mola, I., Cozzolino, E., Ottaiano, L., & Mori, M. Effects of light intensity and spectrum mix on biomass, growth, and resource use efficiency in microgreen species. *Agronomy*, (2024). pp 14(12), 2895. <https://doi.org/10.3390/agronomy14122895>
3. Rouphael, Y., Kyriacou, M. C., Petropoulos, S. A., De Pascale, S., & Colla, G. *Bacillus thuringiensis* and *Trichoderma asperellum* as biostimulants in hydroponic tendrils pea microgreens. *Horticulturae*, (2024). pp 11(1), 39. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11010039>
4. Carillo, P., El-Nakhel, C., Kyriacou, M. C., De Pascale, S., & Rouphael, Y. The eliciting effect of aqueous extracts from *Ascophyllum nodosum* on arugula microgreens. *Sustainability*, (2024). pp 16(17), 7436. <https://doi.org/10.3390/su16177436>
5. Kyriacou, M. C., El-Nakhel, C., Pannico, A., Graziani, G., Soteriou, G. A., Giordano, M., & Rouphael, Y. Microgreens production: Exploiting environmental and cultural factors for enhanced agronomical benefits. *Plants*, (2023). pp 12, 2964. <https://doi.org/10.3390/plants12162964>
6. Massa, G. D., Kim, H. H., Wheeler, R. M., & Mitchell, C. A. Defining growth requirements of microgreens in controlled environments. *Frontiers in Plant Science*, (2023). pp 14, 1190945. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1190945>
7. Dilbar, N., Iroda, K., & Umida, S. (2022). The role of molecular genetic markers in the clinical course of cervical intraepithelial neoplasia.
8. Sayxonov, A.D., Jumanazarov, G.X., Mikroko'katlar yetishtirishda biostimulyatorlardan foydalanishning samaradorligi. *The role of agriculture and medicine in science journal* (2026) 3(1) pp 61-66. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18889461>