

MİS SULFAT ƏLAVƏ EDİLMİŞ QIDALI MÜHİTDƏ YETİŞDİRİLƏN SOYA BİTKİSİNİN MORFOLOJİ GÖSTƏRİCİLƏRİ

Ə.H. Qədimov^{1*}, S.M. İsmayılova², S.N. Rəhimova³, S.B. Cəlilova², F.E. Ələskərova¹,
S.C. Məmmədova⁴

¹Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Botanika İnstitutu, Badamdar yolu 40,
AZ1004, Bakı, Azərbaycan

²Bakı Dövlət Universiteti, Z.Xəlilov küçəsi 23, AZ1148, Bakı, Azərbaycan

³Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti, Atatürk prospekti 450, AZ2000, Gəncə, Azərbaycan

⁴Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, İstiqlaliyyət küç. 6, AZ1001, Bakı, Azərbaycan
E-mail: agadimov@mail.ru

Ağır metalların bitkilərə təsiri və onların cavab reaksiyaları çox vaxt iki fazlı xarakterə malik “qatılıq-təsir” hipotezinə tabedir. Yəni, ağır metallar zəif qatılıqlarda bitkiyə stimullaşdırıcı təsir göstərə bilirlər və əksinə yüksək qatılıqları isə artma faizindən asılı olaraq inhibitor təsir göstərilir. Ona görə də, məqalədə mis sulfatın iştirakı ilə rizobium kökyumrusu bakteriyası ilə inokulyasiya olunmuş soya bitkisinin morfoloji göstəriciləri öyrənilmişdir. Tədqiqatın obyektini kimi soya (*Glicine hispida* L.) bitkisinin “Bravo” sortundan istifadə edilmişdir. 260 dərəcə temperaturda ümumi qəbul olunmuş üsulla Bequnun modifikasiyasında becərilmiş bitkinin toxumları Ümumrusiya Soya elmi tədqiqat İnstitutundan alınmış *Rhizobium japonicum* kökyumrusu bakteriyasının 648a ştammi ilə inokulyasiya olunmuşdur. Mis sulfatın $6 \cdot 10^{-5}$ M, $6 \cdot 10^{-4}$ M və $3 \cdot 10^{-3}$ M qatılıqlarından istifadə edilmişdir. Göstərilmişdir ki, mis sulfatın yüksək qatılıqlarının rizobium bakteriyaları ilə inokulyasiya olunmuş soya bitkisinin cücərtələrinin morfoloji göstəricilərinə kontrola nisbətən ləngidici təsir göstərməsinə baxmayaraq, onun $6 \cdot 10^{-4}$ M qatılığında *Rhizobium japonicum* 648a ştammi ilə inokulyasiya olunmuş bitkilər daha çox kökyumruları əmələ gətirirlər, yəni cücərtələrin virulentliyi təxminən 1,5 dəfə artmışdır və morfoloji göstəriciləri də kontrola nisbətən yüksəkdir.

Açar sözlər: mis sulfat, morfoloji göstərici, soya, *Rhizobium japonicum* 648a

GİRİŞ

Kənd təsərrüfatı istehsalı zaman keçdikcə antropogen mənşəli ekoloji faktorlardan daha çox asılı vəziyyətə düşür və bu nəzərə cəpacaq dərəcədə torpağın xüsusiyyətlərinə, bitkilərin məhsuldarlığına və keyfiyyətinə təsir edir [Baimova, 2009; Titov et al., 2014].

Ədəbiyyat materiallarının analizi ən təhlükəli çirkləndiricilər içərisində ağır metalların digər toksiki elementlərə nisbətən (radionukleotidlər, nitratlar, üzvi, sintetik və təbii birləşmələr, pestisidlər) birinci yerdə durduğunu göstərir [Ilyin and Syso, 2001]. Torpaqların ağır metallarla əsas çirklənmə mənbələri sənaye müəssələrinin və istilik təchizatı obyektlərinin atmosfer tullantılarıdır [Patra and Sharma, 2000].

Bitkilər üçün metalların əsas mənbəyi onların qidalı mühitidir, yəni qidalı məhlullar və torpaqlar. Metalların torpağın komponentləri ilə əlaqəsi onların bioloji mənimsənilməsini müəyyən edən əsas amillərdən biridir.

Ümumiyyətlə, bitkilər torpaq məhlullarında həll olan metal ionlarını və onların helat formalarını çox asanlıqla mənimsəyirlər.

Müxtəlif bitkilərin boy və morfofizioloji göstəricilərinə ağır metalların təsirinə həsr edilən ədəbiyyat materialları yetəri saydadır. Bu tədqiqatlar torpaqda ağır metalların qatılığının artırılmasının bitkilərin böyümə proseslərinə toksiki təsirinin güclənməsini təsdiqləyir [Ali et al., 2011]. Ağır metalların qatılığının artırılması yalnız böyümənin və fizioloji dəyişkənliklərin ləngiməsinə deyil, həm də bitkilərdə su mübadiləsinin pozulmasına səbəb olur. Soyanın toxumlarının mikroelementlərlə və boy tənzimləyiciləri ilə işlənməsi çöl təcrübələrində toxumların cücərməsinə və bitkilərin sıxlığına müsbət təsir göstərir [Stolyarov, 2001].

Z.Q.Luan və b. [2008] soya bitkisinə qurğuşunun təsirini tədqiq ediblər. Göstərmişlər ki, Cd+Pb, Cd+As və Pb+As binar qatılıqları köklərin böyüməsinə additiv, sinerji və antoqo-

nist təsir göstərir. Cd+Pb+As - in üçlü birləşməsi bitkinin yerüstü hissəsinin böyüməsinə sinergik, kök böyüməsinə isə additiv təsir göstərmişdir.

Ağır metalların duzlarının və soya bitkisinin rizobium bakteriyalarının birgə istifadəsi bitkinin toxum məhsuldarlığının əhəmiyyətli dərəcədə artırılmasında istifadə edilən müasir becərmə texnologiyalarından biridir [Wani et al., 2008]. Hindistan alimləri belə nəticəyə gəliblər ki, Ni və Zn ilə çirkələnmiş torpaqlarda noxudun rizobium bakteriyası ilə inokulyasiyası onun böyüməsini yaxşılaşdıraraq, məhsuldarlığını da artırır [Fang, 2006]. Digər tədqiqatçılar toxumların rizobium bakteriyalarının molibden və maqnezium ilə kompleksdə inokulyasiyasının paxlalı bitkilərin (soya, inək noxudu və s.) fermentativ aktivliyini, məhsuldarlığını və keyfiyyətini artırdığını qeyd edirlər [Babenko et al., 2015; Gadimov et al., 2022].

Dünyanın əksər ölkələrində bitki zülalının qıtlığı soya bitkisinin emalından alınan məhsullara tələbatı daha da artırır. Soyanın toxumları əvəz olunmaz amin turşuları ilə zəngin zülal tərkibinə malikdir. Müxtəlif müəlliflərin nəticələrinə görə bu bitkinin toxumlarında orta hesabla 38-50% arasında zülal toplanır. Soyanın zülalı yüksək assimilyasiyası və həzm olunması ilə xarakterizə olunur, bioloji dəyərinə görə digər kənd təsərrüfatı bitkiləri içərisində öndə gedir. Amin turşusu tərkibinə görə heyvan mənşəli zülallara yaxındır və bioloji dəyərinə görə soyanın zülalı südün, balığın və ətin zülalını üstələyir [Mordvintsev, 2008].

Yuxarıda qeyd etdiklərimizə əsasən tədqiqat işində məqsəd rizobium bakteriyası ilə inokulyasiya olunduqdan sonra soya bitkisinin morfoloji göstəricilərinə mis sulfatın təsirinin öyrənilməsi olmuşdur.

MATERIAL VƏ METODİKA

Tədqiqatlarda Soya bitkisinin (*Glicine hisbida* L.) “Bravo” sortundan istifadə edilib. Soya bitkisi *Rhizobium japonicum* 648a ştammi ilə inokulyasiya olunub. Kökyumrusu bakteriyasının ştammi Ümumrusiya Soya elmi tədqiqat İnstitutundan alınıb.

Soyanın cücərtiləri 26° temperaturda ümumi qəbul olunmuş üsulla Bequnun modifikasiyasında yetişdirilmişdir [Begun, 2005]. Təcrübədə sulfat turşusunun duzlarından istifadə edilməmişdir, çünki duzların təsirinin ion gücü $\text{CO}_3^{2-} > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$ ardıcılığında baş verir. SO_4^{2-} reduksiya məruz qalaraq metabolizmdə iştirak edir və onun təsiri uzun müddətli olur.

Mis sulfatın $6 \cdot 10^{-5}\text{M}$, $6 \cdot 10^{-4}\text{M}$ və $3 \cdot 10^{-3}\text{M}$ qatılıqlarından istifadə olunaraq təcrübələr qoyulmuşdur. Təcrübənin sxemi: 1. Toxumları rizobiumla inokulyasiya olunmuş soya cücərtiləri ağır metalsız qidalı mühitdə yetişdirilib; 2. Toxumları inokulyasiya olunmayan cücərtilər ağır metal əlavə olunan qidalı mühitdə yetişdirilib; 3. Inokulyasiyasız və ağır metal əlavə olunmayan qidalı mühitdə yetişdirilib. Təcrübələr ikinci üçlü yarpaq əmələ gələnə kimi aparılıb.

Vegetativ kütlənin qiymətləndirilməsi bal-larla ifadə edilmişdir. 0 - cücərtilər əmələ gəlməyib; 1 - cücərti; 2 - ləpə yarpaqları; 3 - birinci üçlü yarpağın əmələ gəlməsinin başlanğıcı; 4 - birinci üçlü yarpaq; 5 - ikinci üçlü yarpaq.

Rizobiumun virulentliyi faizlə soyanın köklərində əmələ gələn kökyumrularına görə təyin edilib. Alınmış nəticələrin etibarlılığı kontrol variantının inokulyasiya olunmamış soya bitkisinin köklərində kökyumrularının olmamasına əsasən yoxlanılmışdır. Ən kiçik əhəmiyyətli fərq (LSD) DDA.EXE. proqramı ilə hesablanmışdır.

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Təcrübənin gedişində qidalı mühitə 1g/l ağır metalın əlavə edilməsi soya bitkisinin cücərtilərinin bütün morfoloji göstəricilərinə öldürücü təsir göstərdiyindən, sonrakı tədqiqatlarımızda bu qatılıqdan istifadə etməmişik.

Alınan nəticələrin analizi göstərdi ki, qidalı mühitə $6 \cdot 10^{-4}\text{M}$ qatılıqlı mis sulfatın əlavə edilməsi soya bitkisinin cücərtilərinin morfoloji göstəricilərinə kontrola nisbətən müsbət təsir göstərir (Cədl.).

Kökyumrularının əmələ gəlməsində bu təsir özünü daha bariz göstərmişdir. Belə ki, 648a ştammi ilə inokulyasiya olunmuş bitkilər bu qatılıqda

Cədvəl. Rizobium bakteriyası ilə inokulyasiya olunmuş və mis sulfatın müxtəlif qatılıqlarında yetişdirilmiş soya cücərtilərinin morfoloji göstəriciləri

Morfoloji parametrlər	Variantlar	CuSO ₄ (M)	<i>Rh.yaponicum</i> 648a	İnokulyasiyasız	*(LTD) (0,95)
Vegetativ kütlə (Bal)	0		4	4	1
	6·10 ⁻⁵		3	4	1
	6·10 ⁻⁴		4	5	1
	3·10 ⁻³		4	4	1
Cücərtilərin hündürlüyü, sm	0		20	20	3
	6·10 ⁻⁵		15	20	3
	6·10 ⁻⁴		23	25	3
	3·10 ⁻³		16	16	4
Kök sisteminin uzunluğu, sm	0		11	10	2
	6·10 ⁻⁵		13	13	3
	6·10 ⁻⁴		33	13	4
	3·10 ⁻³		9	10	4
Virulentliyi, %	0		49	0	-
	6·10 ⁻⁵		41	0	-
	6·10 ⁻⁴		72	0	-
	3·10 ⁻³		26	0	-

Qeyd: *LTD –Ən kiçik əhəmiyyətli fərq; Vegetativ kütlənin qiymətləndirilməsi ballarla. 0 - cücərtilər əmələ gəlməyib; 1 - cücərti; 2 - ləpə yarpaqları; 3 - birinci üçlü yarpağın əmələ gəlməsinin başlanğıcı; 4 - birinci üçlü yarpaq; 5 - ikinci üçlü yarpaq.

daha çox kökyumruları əmələ gətirib. Ştammin virulentliyi təxminən 1,5 dəfə artıb.

Mis sulfatın yüksək qatılığı 3·10⁻³M inokulyasiya olunmuş soya bitkisinin cücərtilərinə toksiki təsir göstərib. Mühitə 6·10⁻⁴M qatılıqda mis sulfatın əlavə edilməsi zamanı çoxlu sayda yan köklər müşahidə edilib, bu da virulentliyin azalmasına səbəb olub, amma bu cücərtilərin hündürlüyünə təsir etməmişdir. Qeyd etmək istərdik ki, toxumları rizobium bakteriyası ilə inokulyasiya edilmiş soya bitkisinin cücərtilərinin morfoloji göstəriciləri kontrola nisbətən daha üstün olmuşdular. Hətta 3·10⁻³M qatılığın soya bitkisinin cücərtilərinin hündürlüyünə kontrola nisbətən zəif təsir göstərməsi müşahidə edilmişdir.

Bitkinin inkişafının ilkin üç yarpaq və ikinci üçarpaq fazalarında mis sulfatın 3·10⁻³M qatılığında yetişdirilən soya cücərtilərinin əksər hissəsi kövrəkliyi (əyilmiş, ölüşgəmiş) ilə seçilmişdir ki, bu da bitkilərin su mübadiləsinin pozulması ilə əlaqəli ola bilər.

Bələliklə, təcrübələr nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, mis sulfatın yüksək qatılıqları rizobium bakteriyaları ilə inokulyasiya olunmuş soya bitkisinin cücərtilərinin morfoloji göstəricilərinə kontrola nisbətən ləngidici təsir göstərir. Mis sulfatın 6·10⁻⁴M qatılığında 648a

ştammi ilə inokulyasiya olunmuş soya bitkisinin cücərtiləri yüksək virulentlik göstərməklə yanaşı morfoloji göstəriciləri də kontrola nisbətən yüksəkdir.

ƏDƏBİYYAT

- Ali S., Zeng F., Qiu L., Shang G. (2011) The effect of chromium and aluminum on growth, root morphology, photosynthetic parameters and transpiration of the two barley cultivars. *Biologia Plantarum*. 55(2): 291-296.
- Alieva N.Sh., Heydarova A.N. (2010) Determination of catalase activity in swollen and germinated pea seeds under normal and saline conditions. *Actual problems of bioecology: Pr. materials of the International Scientific and Practical Conference*. M.: Publishing house MGOUB, p.141-142 [Алиева Н.Ш., Гейдарова А.Н. (2010) Определение активности каталазы в набухших и проросших семенах гороха в норме и при засолении. Актуальные проблемы биоэкологии: сб. материалов Международной научно-практической конференция. М.: Изд-во МГОУБ, с. 141-142].
- Babenko O.N., Brychkova G., Sagi M., Alikulov Z.A. (2015) Molybdenum application

- enhances adaptation of crested wheatgrass to salinity stress. *Acta Physiol. Plant.* Vol. 37. <https://doi.org/10.1007/s11738-014-1757-8>
- Baimova S.R. (2009) Heavy metals in the “soil-animals” system in the conditions of the Bashkir Trans-Urals. Abstract ... Ph.D. Ufa, 151 p. [Баимова С.Р. (2009) Тяжелые металлы в системе «почва-животные» в условиях Башкирского Зауралья. Автореф...к.б.н. Уфа, 151 с.].
- Begun S.A. (2005) Ways to study and select the effectiveness of soy nodule bacteria. Analytical Selection Methods. Under the general supervision of Academician of the Russian Academy of Agricultural Sciences Tilba V.A. Blagoveshchensk: Publishing House Zeya, 70 p. [Бегун С.А. (2005) Способы приема изучения и отбора эффективности клубеньковых бактерий сои. Методы аналитической селекции. Под общим руководством академика РАСХН Тильба В.А. Благовещенск: Изд-во Зея, 70 с.]
- Fang X. (2006) Chemical composition of soybean root epidermal cell walls. *Masters Abstracts International.* 44(6): 2674.
- Gadimov A.G., Alizade K.S., Ragimova S.N., Rasulova S.M. (2022) Nitrareductase activity in cowpeas under chloride salinization with the participation of trichoderma and molybdenum. *J. of “Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice”, the series Natural and Technical Sciences*, 07(2): 9-15 [Гадимов А.Г., Ализаде К.С., Рагимова С.Н., Расулова С.М. (2022) Активность нитратредуктазы у вигны при хлоридном засолении с участием триходермы и молибдена. Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия Естественные и Технические Науки. 07(2):9-15].
- Ilyin V.B., Syso A.I. (2001) Microelements and heavy metals in soils and plants of the Novosibirsk region. *Novosibirsk: Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences*, 229 p. [Ильин В.Б., Сысо А.И. (2001) Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 229 с.].
- Luan Z.Q., Cao H.C., Yan B.X. (2008) Individual and combined phytotoxic effects of cadmium, lead and arsenic on soybean in Phaeozem. *Plant, Soil and Environ.*, 54(9): 403-411.
- Mordvintsev M.P. (2008) Soybean breeding for the conditions of the Volga region. Thesis Doctor of Agricultural Sciences. Penza, 298 p. [Мордвинцев М.П. (2008) Селекция сои для условий Поволжья. Дис. д.с.-х.н., Пенза, 298 с.].
- Patra M., Sharma A. (2000) Mercury Toxicity in Plants. *Bot Rev.* V. 66: 379-422.
- Stolyarov O.V. (2001) Effect of microfertilizers and growth regulators on the yield and quality of soybean seeds. *Cereal plants.* № 3: 26-27 [Столяров О.В. (2001) Влияние микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество семян сои. Зерновые культуры. № 3: 26-27].
- Titov A.F., Kaznina N.M., Talanova V.V. (2014) Heavy metals and plants. *Petrozavodsk: Karelian Resear. Center RAS*, 194 p. [Титов А.Ф., Казнина Н.М., Таланова В.В. (2014) Тяжелые металлы и растения. Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 194 с.].
- Wani P., Ahmad K., Saghir Md., Zaidi A. (2008) Effect of metal-tolerant plant growth-promoting *Rhizobium* on the performance of pea grown in metal-amended soil. *Arch. Environ. Contam. and Toxicol.* 55(1): 33-42.

Морфологические показатели растений сои, выращенных на питательной среде с добавлением сульфата меди

А.Г. Гадимов¹, С.М. Исмаилова², С.Н. Рагимова³, С.Б. Джалилова², Ф.Э. Алескерова¹, С.Дж. Мамедова⁴

¹Институт Ботаники, Министерство Науки и Образования, Бадамдарское шоссе 40, AZ1004, Баку, Азербайджан

²Бакинский Государственный Университет, ул. 3. Халилова 23, AZ1148, Баку, Азербайджан

³Азербайджанский Государственный Аграрный Университет, проспект Ататюрка 450, AZ2000, Гянджа, Азербайджан

⁴Азербайджанский Государственный Экономический Университет, ул. Истиглалиет 6, AZ1001, Баку, Азербайджан

Воздействие тяжелых металлов на растения и их ответная реакция на них в основном подчиняется гипотезе «доза-эффект», имеющей двухфазный характер. То есть тяжелые металлы в низких концентрациях могут оказывать стимулирующее действие, а в высоких, наоборот, ингибирующий эффект в зависимости от концентрации. В связи с этим в статье изучены морфологические показатели растений сои, инокулированного клубеньковыми бактериями ризобий в присутствии сульфата меди. В качестве объекта исследования использовали растения сои (*Glicine hispida* L.) сорта «Браво», выращенного в модификации Бегуна при температуре 26° градусов. Семена растения инокулировали штаммом клубеньковой бактерии *Rhizobium japonicum* 648a, приобретенным во Всероссийском научно-исследовательском Институте сои. Сульфат меди использовали в концентрациях $6 \cdot 10^{-5}$ М, $6 \cdot 10^{-4}$ М и $3 \cdot 10^{-3}$ М. Показано, что несмотря на то, что высокие концентрации сульфата меди оказывают тормозящее действие на морфологические показатели проростков растения сои, при его концентрации $6 \cdot 10^{-4}$ М проростки растения, инокулированные штаммом *Rh. japonicum* 648a образуют больше клубеньков, то есть вирулентность проростков повышается примерно в 1,5 раз, а их морфологические показатели также были выше контроля.

Ключевые слова: медный купорос, морфологические показатели, соя, *Rhizobium japonicum* 648a

Morphological indicators of soybean plant grown in nutrient medium supplemented with copper sulfate

A.G. Gadimov¹, S.M. Ismayilova², S.N. Rahimova³, S.B. Jalilova³, F.E. Aleskerova¹, S.J. Mam-madova⁴

¹Institute of Botany, Ministry of Science and Education, Badamdar highway 40, AZ1004, Baku, Azerbaijan

²Baku State University, st. Z.Xalilov 23, AZ1148, Baku, Azerbaijan

³Azerbaijan State Agrarian University, 450 Ataturk Avenue, AZ2000, Ganja, Azerbaijan

⁴Azerbaijan State Economic University, Istiglaliyyet str.6, AZ1001, Baku, Azerbaijan

The effect of heavy metals on plants and their response to them is mainly subject to the “dose-effect” hypothesis, which has a two-phase character. That is, heavy metals in low concentrations can have a stimulating effect on plants, and in high concentrations, on the contrary, an inhibitory effect depending on the percentage of increase. Therefore, the article studied the morphological characteristics of a soybean plant inoculated with rhizobia nodule bacteria in the presence of copper sulfate. The object of study was soybean plants (*Glicine hispida* L.) of the “Bravo” variety, grown in the Begun modification at a temperature of 26° degrees. The plant seeds were inoculated with a strain of the nodule bacterium *Rhizobium japonicum* 648a purchased from the All-Russian Soybean Research Institute. Copper sulfate was used in concentrations of $6 \cdot 10^{-5}$ М, $6 \cdot 10^{-4}$ М and $3 \cdot 10^{-3}$ М. It was shown that high concentrations of copper sulfate had a inhibitory effect on the morphological indicators of soybean seedlings inoculated with rhizobium bacteria compared to the control, plants inoculated with the *Rh. japonicum* 648a strain form more nodules at a concentration of $6 \cdot 10^{-4}$ М, that is, the virulence of the seedlings increases by approximately 1.5 times, and their morphological indicators were also higher than the control.

Keywords: copper sulfate, morphological indicator, soybean, *Rhizobium japonicum* 648a