

UOT 57.63.612

METAL ƏSASLI NANOHISSƏCİKLƏRİN NORMAL SUVARMA VƏ QURAQLIQ ŞƏRAİTİNDƏ BECƏRİLMİŞ NOXUD BİTKİSİNİN MORFOBİOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİNƏ TƏSİRİ

S.T.BABANLI^{1*}, İ.S.ƏHMƏDOV¹, S.M.MƏMMƏDOVA², N.S.USEYNOVA²

¹Bakı Dövlət Universiteti, Z.Xəlilov küç., 23, AZ1148, Bakı ş., Azərbaycan;

²Əkinçilik Elmi-Tədqiqat İnstitutu, AZ1098, Sovxoz №2, Pirşağı qəs., Bakı ş., Azərbaycan
 babanli-analitik@mail.ru

THE EFFECT OF METAL-BASED NANOPARTICLES ON THE MORPHOBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CHICKPEA PLANTS CULTIVATED UNDER NORMAL IRRIGATION AND DROUGHT CONDITIONS

S.T.BABANLI^{1*}, İ.S.AHMEDOV¹, S.M.MAMMADOVA², N.S.USEYNOVA²

¹Baku State University; ²Research Institute of Crop Husbandry

*The effect of drought on the development and productivity of plants has now been well studied. The main attention of plant geneticists, physiologists, and agronomists is always focused on obtaining drought-resistant varieties. Modern technologies, including nanotechnologies, in this area promise to solve this problem. In the presented work the effect of some metal-based nanoparticles on the morphobiological parameters of chickpea plants (*Cicer arietinum* L.) grown under field conditions was studied. Research on the study of morphobiological indicators, yield, and yield components, as well as traits related to high yield, of this variety under drought stress conditions, are insufficient. The experiments were carried out under conditions of normal irrigation and artificial drought. The object of the study was the Sultan check pea variety, which is considered a representative of dicotyledonous plants grown in the field on the Absheron Subsidiary Experimental Station of Research Institute of Crop Husbandry. Chick pea seeds were treated (coated) with TiO₂, Fe₃O₄, CuO and ZnO nanoparticles. Plants were grown under normal irrigation and artificial drought conditions. In both cases, morphobiological changes in plants were studied. The effect of nanoparticles on seed germination, plant height, number of pods, and leaf surface area was studied. The experimental results are analyzed and discussed. It was found that plants in water deficits conditions reduced the number and surface of leaves to protect themselves from water stress. Due to the effects of drought, the number of pods on the plants has decreased. However, the use of nanoparticles under drought conditions improved the morphobiological parameters of chickpea plants.*

Açar sözlər: noxud, metal əsaslı nanohissəciklər, quraqlıq stressi, morfoloji əlamətlər

Ключевые слова: горох, наночастицы металлов, стресс засухи, морфологические особенности

Keywords: check pea, metal-based nanoparticles, drought stress, morphological features

GİRİŞ

Dünya əhalisinin sürətli artımı, əlverişsiz mühit amillərinin təsirinə məruz qalan ərazilərin genişlənməsi, su ehtiyatlarının məhdud olması ərzaq bitkilərinin məhsuldarlığının davamlı artımını tələb edir. Hal-hazırda, mövcud su ehtiyatlarının 70%-i kənd təsərrüfatında istifadə olunur və dünya ərzaq istehsalının 40%-i suvarılan torpaqlarda həyata keçirilir [10].

Ətraf mühitin ciddi abiotik ekoloji amillərindən biri sayılan quraqlıq stressi bitkilərin inkişafına mənfi təsir göstərərək çox müxtəlif morfo-fizioloji dəyişikliklər yaradır. Bioloji baxımdan davamlı quraqlıq stress vəziyyəti bitkilərin normal inkişafını zəiflədir, bitkilərdə baş verən fizioloji və biokimyəvi proseslərin intensivliyini, istiqamətini dəyişdirərək metabolik proseslərin balansını pozur və nəticədə bitki orqanizmi məhsuldarlığını itirərək məhv olur [3].

İkpaləli bitkilərin nümayəndəsi hesab olunan noxud (*Cicer arietinum* L.) paxlalar fəsiləsinə aid olan bitrillik bitkidir. Zülali maddələrlə zəngin olan bu bitki də insanlar tərəfindən qədim dövrlərdən becərilməyə başlamışdır. Noxud qiymətli ərzaq bitkisi olub dünyanın 50-dən çox ölkəsində 11 mln. hektardan artıq sahədə becərilir, istehsalı 9-10 mln. ton təşkil edir. Respublikamızda ərzaq təhlükəsizliyinin təmin edilməsi üçün istifadə olunan və qədim zamanlardan becərilən noxudun dəni karbohidratlarla, zülallarla, əvaz olunanların amin və yağ turşuları, vitaminlərlə (xüsusən B qrupu) və minerallarla zəngindir [1].

Kənd təsərrüfatı bitkilərinin əksəriyyəti kimi noxud bitkisi də halofitdir, yəni şoranlığa, duz stressinə qarşı həssas bitkilər sırasına aiddir [2]. Noxud bitkisinin ən geniş sahələri Asiyada, Mərkəzi və Cənubi Amerikadadır [7].

Dəmya bölgələrində noxudun digər bitkilərə nisbətən üstünlüklərini nəzərə alaraq BMT-nin Ərzaq və Kənd Təsərrüfatı Təşkilatı (FAO) bu bitkinin gələcəkdə əkinçilik üçün perspektivli bitki kimi quraqlıq regionlarda becərilməsinə tövsiyə etmişdir [9]. Bununla əlaqədar olaraq ilkin mərhələdə ölkəmizdə stress faktorlarına, xüsusilə də quraqlıq stressinə adaptasiya qabiliyyətli yeni, yüksək məhsuldar sortların yaradılması və istehsalata tətbiqi vacib məsələlərdəndir [4; 8].

Müasir dövrdə ərzaq təhlükəsizliyinin təmin edilməsi məqsədi ilə nanotexnologiyanın və onun əsas materialları hesab olunan nanohissəciklərin bu sahəyə tətbiqi bitkilərin stress amillərinə qarşı mübarizəsində mühüm rol oynayır [9]. Məlum olmuşdur ki, nanohissəciklərin təsiri bitki növdən və onların tərkibindən və konsentrasiyasından, həmçinin tətbiq şəraitindən asılı olaraq müsbət və ya mənfi ola bilər. Nanomateriallar, o cümlədən nanohissəciklər, quraqlığa məruz qalan bitkilərdə kök sisteminin hidravlik keçiriciliyini və suyun udulmasını artırır, oksidləşmə-reduksiyanı tənzimləyir, Oksigenin Fəal Formaları (ROS) söndürür, stress signalı və hormonal tənzimləmədə iştirak edir, diferensial yaratmaqla stress müqavimətini artırır. Bu da son nəticədə bitkinin böyüməsinə, inkişafına və məhsuldarlığına ciddi təsir göstərir [6; 9].

Ümumilikdə böyük qidalılıq dəyərində malik ərzaq paxlalı bitkilərinin quraqlıq stressi şəraitində yüksək məhsuldarlıqla əlaqəli əlamətlərinin öyrənilməsinə həsr edilmiş tədqiqat işləri yetərlidir. Bu baxımdan, metal əsaslı nanohissəciklərin təsiri ilə noxud bitkisinin baş verən dəyişikliklərin müəyyən edilməsi, quraqlığa davamlı genotiplərin aşkar olunması və quraqlığa davamlılığın artırılması bitki fizioloqları, seleksiyaçıları qarşısında duran aktual problemlərdən biridir.

Tədqiqat edilmiş tədqiqatın məqsədi Əkinçilik ET İnstitutunda seleksiya yolu ilə yaradılmış və respublikada geniş əkin sahələrinə malik Sultan noxud (*Cicer arietinum* L.) sortu bitkilərində quraqlıq stressi şəraitində metal əsaslı nanohissəciklərin təsiri ilə baş verən morfofizioloji və morfoloji dəyişikliklərin müəyyən edilməsindən ibarət olmuşdur.

MATERIAL VƏ METODLAR

Tədqiqat obyektini kimi respublikada geniş əkin sahələrinə malik noxudun Əkinçilik ET İnstitutunda seleksiya yolu ilə yaradılmış Sultan sortundan (*Cicer arietinum* L.) istifadə edilmişdir. Təcrübələrdə istifadə olunaacaq toxumlar diqqətə seçilmiş, zədələnməmiş toxumların istifadə edilməmişdir. Ümumilikdə 200 toxum sayılaraq laboratoriya şəraitində TiO_2 , Fe_2O_3 , CuO və ZnO nanohissəcikləri ilə işlənərək (səthi örtülərək) tarla şəraitində becərilmişdir. Bitkilər normal suvarma şəraitində və quraqlığa məruz qalmaqla (süni yaradılmış quraqlıq) becərilmişdir.

Təcrübələrdə istifadə olunan nanohissəciklər Amerika Birləşmiş Ştatlarının SkySpring Nanomaterials Inc. şirkətinin istehsalıdır. Fiziki üsullarla alınmış toz halında nanohissəciklərin təmizlik dərəcəsi 99%-dən çox olmaqla, ölçüləri 10-40 nm intervalında dəyişir.

Tarla təcrübələri Əkinçilik Elmi-Tədqiqat İnstitutunun Pirsağı qəsəbəsində yerləşən Abşeron Yarmıçı Təcrübə Təsərrüfatında qoyulmuşdur. Təcrübə sahəsinin torpaq örtüyü biricinsli olmayıb, əsasən qida elementləri ilə zəif təmin olunmuş boz qonur torpaqlardan ibarətdir. Bu tip torpaqların mexaniki tərkibi əsasən gilli, qumsal və zəif struktura malik olduğundan, burada paxlalı bitkilərin növbəli əkinə və intensiv torpaq becərmələri aparılır. Təcrübə variantlarında hər nümunə 1 m² sahədə, 3 təkrarda, hər cərgədə 20 ədəd toxum olmaqla əkilmişdir. Hər iki eksperimental variant (nəzarət – suvarılan sahə və süni quraqlıq yaradılmış sahə) sahəsində bölgə üçün tövsiyə edilmiş ümumi qaydalarla uyğun olaraq torpaq becərmələri aparılmışdır. Vegetasiya dövründə quraqlıq variantında sapsuvar aparmaqla toxumlar cücərdikdən sonra suvarma aparılmamış, suvarma variantında isə 5 dəfə olmaqla suvarma aparılmışdır.

Fenoloji müşahidələr və morfoloji göstəricilər (1 m²-də bitki sayı, bitkinin boyu, paxlaların sayı və ölçüsü) Quraqlıq Ərazilərdə Kənd Təsərrüfatı Tədqiqatları Beynəlxalq Mərkəzi - ICARDA-nın təklif etdiyi metodika əsasında aparılmışdır [5].

Toxumların sahə cücərməsi [3], yarpaq səthinin sahəsi LI-COR LI-3100C Area Meter sahə ölçən cihaz vasitəsi ilə təyin edilmişdir.

Tədqiqat ilində havanın temperaturu, düşən yağıntıların miqdarı, ümumilikdə bölgənin orta çoxilliyinə uyğun olmuşdur.

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Məqsədyönlü təcrübə işlərinin aparılmasında quraqlığın təsirindən Sultan noxud sortu toxumlarında və bitkilərdə baş verən neqativ morfofizioloji dəyişikliklərin aradan qaldırılmasında metal əsaslı nanohissəciklərinin roluna xüsusi fikir verilir.

Ərzaq paxlalılarının bu göstəricilərinin öyrənilməsinin xüsusi əhəmiyyət kəsb etdiyini nəzərə alaraq, tədqiqat edilmiş tədqiqat işində toxumların cücərmə faizi, yarpaq səthinin sahəsi, bitki sayı, bitki boyu, paxlaların sayı və ölçüsü parametrləri müəyyən edilmişdir.

Aparılan təcrübələrdə toxumların cücərmə faizinə əsasən müəyyən edilmişdir ki, metal əsaslı nanohissəciklər noxud toxumlarının quraqlığa davamlılıq xüsusiyyətinin yaranmasına, məhsuldarlığına müsbət təsir göstərir. Cədvəl 1-də nanohissəciklərin noxud toxumlarının suvarma və quraqlıq şəraitində cücərmə faizinə təsiri verilmişdir. Cədvəldən göründüyü kimi nanohissəciklər suvarma şəraitinə nisbətən quraqlıq şəraitində toxumların cücərməsinə daha yaxşı təsir edir. Göründüyü kimi noxud toxumlarının cücərmə faizinin TiO_2 ilə işlənmə zamanı 25%, Fe_2O_3 ilə işlənmə zamanı 30%, CuO ilə işlənmə zamanı 25%, ZnO nanohissəcikləri ilə işlənmə zamanı quraqlıq şəraitində 2% artım müşahidə edilmişdir (Cədvəl 1).

Cədvəl 1

Becərmə şəraitindən asılı olaraq nanohissəciklərin Sultan noxud sortu toxumlarının cücərmə faizinə təsiri (%)

No	Toxumların işlənmə variantı	Quraqlıq variantı	Suvarma variantı
1	Nəzarət	99±1,3	100±1,9
2	TiO ₂	75±3,2	50±3,4
3	Fe ₂ O ₄	75±1,9	45±1,7
4	CuO	90±2,1	65±2,3
5	ZnO	100±1,7	98±1,8

Noxud bitkisinin təsərrüfat əhəmiyyətli əsas göstəricilərindən biri də bitkinin boyudur. Bu mexaniki yığıma yararlılıq baxımından effektivdir. Belə ki, hündür boylu bitkilərin mexaniki yığıma zamanı daha az məhsul itkisinə yol verilir.

Müəyyən edilmişdir ki, quraqlıq şəraitində becərilən bitkilərlə müqayisədə suvarma şəraitində becərilən noxud bitkilərinin boyu nəzarət və TiO₂, CuO və ZnO nanohissəcikləri ilə işlənmiş toxumlardan alınan bitkilərdə daha yüksək olmuş, lakin Fe₂O₄ nanohissəcikləri quraqlıq variantı nümunələrinə stabilizədirici təsir göstərmişdir (Cədvəl 2).

Cədvəl 2

Becərmə şəraitindən asılı olaraq nanohissəciklərin Sultan noxud sortu bitkilərinin boyuna (sm) təsiri

No	Toxumların işlənmə variantı	Quraqlıq variantı	Suvarma variantı
1	Nəzarət	31.6±2,3	43.8±1,8
2	TiO ₂	34.0±3,1	40.4±1,9
3	Fe ₂ O ₄	34.4±3,4	33.6±2,1
4	CuO	31.2±1,9	32.6±2,3
5	ZnO	31.2±1,7	48.0±3,1

Qeyd etmək lazımdır ki, yaz vegetasiyası zamanı havalar soyuq-sərin keçdiyinə görə yarpaq səthi suvarılan və suvarılmayan sahələrdə bir-birindən fərqlənməmişlər. İstilər başlayandan sonra suvarılmayan sahədə artıq su qıtlığı yaranmağa başlamışdır və buna görə orada yarpaq səthində azalma baş vermişdir. Gördüyü kimi, suvarılmayan sahədə yaranmış torpaq quraqlığından məhv olmamaq üçün bitkilər yarpaqların sayını və səthini azaldaraq suya qənaət etmiş və öz həyatlarını davam etdirmişlər (Cədvəl 3).

Cədvəl 3

Becərmə şəraitindən asılı olaraq nanohissəciklərin Sultan noxud sortu bitkilərinin yarpaq səthinin sahəsinə (sm²) təsiri

No	Toxumların işlənmə variantı	Quraqlıq variantı	Suvarma variantı
1	Nəzarət	15,0±1,9	32,3±2,3
2	TiO ₂	17,0±2,1	24,0±1,3
3	Fe ₂ O ₄	17,5±3,1	30,0±2,8
4	CuO	16,0±2,9	29,0±1,7
5	ZnO	10,0±3,2	24,5±1,3

Bitkilərin çiçəkləmə mərhələsi və güclü çiçəkləmə yaz vegetasiyasının əvvəllərində, paxlaların əmələgəlməsi isə vegetasiyanın ortalarında baş vermişdir (Cədvəl 4).

Cədvəl 4

Becərmə şəraitindən asılı olaraq nanohissəciklərin Sultan noxud sortu bitkilərinin paxla sayına təsiri (ədəd)

No	Toxumların işlənmə variantı	Quraqlıq variantı	Suvarma variantı
1	Nəzarət	22.4±2,4	21.8±1,3
2	TiO ₂	25.4±1,3	21.6±2,1
3	Fe ₂ O ₄	29.2±2,2	30.4±3,1
4	CuO	25.6±1,6	26.2±1,9
5	ZnO	23.4±2,0	26.6±2,4

Becərmə şəraitindən asılı olaraq metal əsaslı nanohissəciklərin Sultan noxud sortu bitkilərinə təsiri müxtəlif olmuşdur. Bitkilərdə paxlaların maksimal həddi suvarılan sahədə qeydə alınmışdır. Fe₂O₄, CuO və ZnO nanohissəcikləri ilə işlənmiş noxud nümunələrində bir bitkidə paxla sayı suvarma variantında nisbətən yüksək olmuş, nəzarət və TiO₂ nanohissəcikləri ilə işlənmiş nümunələrdə isə paxla sayı quraqlıq variantı üzrə yüksək olmuşdur.

NƏTİCƏ

Beləliklə, suvarılmayan sahədə bitkilər yarpaqların sayını və səthini azaltmaqla özlerini yaranmış su stresindən qorumuşlar. Quraqlığın təsirindən bitkilərdə paxlaların sayı azalmışdır. Çiçəklərin güclü əmələ gəlməsi yaz vegetasiyasının əvvəllərində, paxlaların əmələgəlməsi isə vegetasiyanın ortalarında baş vermişdir.

Bitkilərdə paxlaların maksimal həddi suvarılan sahədə qeydə alınmışdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Əmirov L.Ə., Əkərov Z.İ., Mirzəyev R.S. Dənil paxlalı bitkilərin seleksiyası // Əkinçilik ET İnstitutunun Elmi Əsərləri Məcmuəsi XXI cild. Bakı, 2005. s.55-59.
2. Mirzəyev R.S. Noxud və mərcəməyin quraqlığa davamlı nümunələrinin seçilməsi // Azərbaycan Aqrar Elmi, 2, 2018. s.39.
3. Musayev Ə.C., Hüseynov N.S., Məmmədov Z.A. Dənil taxıl bitkilərinin seleksiyası sahəsində tədqiqat işlərinə dair təcrübələrinin metodikası. Bakı, 2008. s.12.
4. Altaf N., Ahmad M.S. Chickpea (Cicer arietinum L.) // Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 10. Legumes and Oilseed Crops 1.Berlin: Springer-Verlag, 1990, p. 100-113.
5. Chaves M.O. and Oliveira, M.M. Mechanisms Underlying Plant Resilience to Water Deficits Prospects for Water-Saving Agriculture. Journal of Experimental Botany, 2004. 55, 2365-2384.
6. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas // Aleppo, Syria, 2010.
7. Rashad M.M., Rayan D.A., Ramadan A.A., Optical and magnetic properties of CuO/CuFe₂O₄ nanocomposites, Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 2013. vol. 24, no. 8, pp. 2742–2749, 2013.DOI 10.1007/s10854-013-1164-8
8. Saxena M.C. Problems and Potential of Chickpea Production in the Nineties //Chickpea in the Nineties: Proceedings of the Second International Workshop on Chickpea Improvement (4-8Dec. 1989) ICRISAT center, India-ICARDA-Aleppo (Syria), 1989, p. 13-23.

9. Sreeman, S.M., Vijayaraghavareddy, P., Sreevathsa, R., Rajendrareddy, S., Arakesh, S., Bharti, P., Dharmappa, P., Soolanayakanahally, R., 2018. Introgression of physiological traits for a comprehensive improvement of drought adaptation in crop plants. *Frontiers in Chemistry* 6.
10. Tanase, C., Bujor, O.-C., Popa, V.I. Chapter 3 - Phenolic natural compounds and their influence on physiological processes in plants, in: Watson, R.R. (Ed.), *Polyphenols in Plants* (Second Edition). Academic Press, 2019. pp. 45-58.
11. Wahab A., Abdi G., Saleem M.H., Ali B., Ullah S., Shah W., Mumtaz S., Yasin G., Muresan C.C., Marc R.A. Plants' physio-biochemical and phyto-hormonal responses to alleviate the adverse effects of drought stress: a comprehensive review. *Plants*. 2022;11(13):1620.
12. Zilani, M.N.H., Sultana, T., Asabur Rahman, S.M., Anisuzzaman, M., Islam, M.A., Shilpi, J.A., Hossain, M.G. Chemical composition and pharmacological activities of *Pisum sativum*. *BMC complementary and alternative medicine*, 2017. 17, 171-177.

METAL ƏSASLI NANOHISSƏCİKLƏRİN NORMAL SUVARMA VƏ QURAQLIQ ŞƏRAİTİNDƏ BƏCƏRİLMİŞ NOXUD BİTKİSİNİN MORFOBİOLOJİ XARAKTERİSTİKALARINA TƏSİRİ

S.T.BABANLI¹*, İ.S.ƏHMƏDOV¹, S.M.MƏMMƏDOVA², N.S.USEYNOVA²

¹Bakı Dövlət Universiteti; ²Ökənçilik Elmi-Tədqiqat İnstitutu

Quraqlığın bitkilərin inkişafına və məhsuldarlığına təsiri indi yaxşı öyrənilmişdir. Bitki genetiklərinin, fizioloqlarının və aqronomlarının əsas diqqəti həmişə quraqlığa davamlı sortların alınmasına yönəlib. Bu sahədə müasir texnologiyalar, o cümlədən nanotexnologiyalar bu problemi həll etməyi vəd edir. Təqdim olunan işdə bəzi metal əsaslı nanohissəciklərin sahədə yetişdirilən noxud bitkilərinin (*Cicer arietinum* L.) morfofizioloji parametrlərinə təsiri öyrənilmişdir. Quraqlıq şəraitində bu sortun yüksək məhsuldarlığı ilə bağlı morfofizioloji parametrləri, məhsuldarlıq və məhsul komponentləri, o cümlədən əlamətlər üzrə elmi tədqiqatlar kifayət qədər aparılmır. Təcrübələr normal suvarma və quraqlıq şəraitində aparılmışdır. Tədqiqatın obyektı Ağsərona tarlada yetişdirilən ikitotlu bitkilərin nümayəndəsi sayılan Sultan noxud sortudur. Noxud toxumları TiO_2 , Fe_3O_4 , CuO və ZnO nanohissəcikləri ilə müalicə olunur (örtülür). Bitkilər normal suvarma və quraqlıq şəraitində yetişdirilib. Hər iki halda bitkilərdəki morfofizioloji dəyişikliklər tədqiq edilmişdir. Nanohissəciklərin toxumun cücərməsinə, bitki hündürlüyünə, qabıqların sayına və yarpaq səthinin sahəsinə təsiri öyrənilmişdir. Təcrübənin nəticələri təhlil edilir və müzakirə edilir. Müəyyən edilmişdir ki, su çatışmazlığı şəraitində bitkilər özlərini su stresindən qorumaq üçün yarpaqların sayını və səthinə azaldırlar. Quraqlığın təsirindən bitkilərdəki qabıqların sayı azalıb. Bununla belə, quraqlıq şəraitində nanohissəciklərin istifadəsi noxud bitkilərinin morfofizioloji parametrlərini yaxşılaşdırmışdır. Quraqlığın təsirindən bitkilərdəki paxlaların sayı azalıb. Güclü çiçək əmələ gəlməsi yaz vegetasiya mövsümünün əvvəlində, pod əmələ gəlməsi isə vegetasiya dövrünün ortalarında baş verdi. Bitkilərdə paxlaların maksimum sayı suvarılan ərazidə qeydə alınıb.

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛОВ НА МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСТЕНИЙ НУТА, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В УСЛОВИЯХ НОРМАЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ И ЗАСУХИ

С.Т.БАБАНЛЫ¹*, И.С.АХМЕДОВ¹, С.М.МАМЕДОВА², Н.С.УСЕЙНОВА²

¹Бакинский Государственный Университет;

²Научно-Исследовательский Институт Земледелия

Влияние засухи на развитие и продуктивность растений в настоящее время хорошо изучено. Основное внимание генетиков растений, физиологов и агрономов всегда сосредоточено на получении засухоустойчивых сортов. Современные технологии, в том числе нанотехнологии, в этой области обещают решить эту проблему. В представленной работе изучено влияние некоторых наночастиц на основе металлов на морфофизиологические параметры растений нута (*Cicer arietinum* L.), выращенных в полевых условиях. Научные исследования по изучению морфофизиологических показателей, урожайности и компонентов продукции, а также признаков, связанных с высокой урожайностью этого сорта в условиях засушливого стресса, недостаточны. Опыты проводились в условиях нормального орошения и засухи. Объектом исследования стал сорт гороха Султан, который считается представителем двудольных растений, выращиваемых в полевых условиях на Апшероне. Семена гороха обработаны (покрыты) наночастицами TiO_2 , Fe_3O_4 , CuO и ZnO . Растения выращивали в условиях обычного орошения и засухи. В обоих случаях изучались морфофизиологические изменения растений. Изучено влияние наночастиц на всхожесть семян, высоту растений, количество стручков и площадь поверхности листьев. Результаты экспериментов анализируются и обсуждаются. Установлено, что растения в условиях дефицита воды уменьшают количество и поверхность листьев, чтобы защититься от водного стресса. Из-за последствий засухи количество стручков на растениях уменьшилось. Однако использование наночастиц в условиях засухи улучшило морфофизиологические показатели растений нута. Из-за воздействия засухи количество стручков у растений уменьшилось. Сильное образование цветков происходило в начале весенней вегетации, а образование стручков – в середине вегетации. Максимальное количество стручков у растений зафиксировано на орошаемой площади.

Çapa təqdim etmişdir: Zeynal Əkpərov, AMEA-nın m.ə., a.ə.d., professor

Redaksiyaya daxil olma tarixi: 07.06.2023. Təkrar işlənməyə göndərilmə tarixi: 03.07.2023.

Çapa qəbul edilmə tarixi: 28.07.2023.