



**PEG-6000 NING 15% ERITMASI YORDAMIDA LABORATORIYA
SHAROITIDA ZIG‘IR (*LINUM USITATISSIMUM* L.) GENOTIPLARINING
QURG‘OQCHILIKKA CHIDAMLILIGINI BAHOLASH**

**Makhliyo A. Turdimurodova, Umiddijan Sh. Bakhadirov,
Mukhtasar M. Khusanboeva, Zafar M. Ziyaev, Abror A. Dulanazarov,
Jamilbek Sh. Tog‘onov va Abdurauf A. Dolimov**
O‘simliklar genetik resurslari ilmiy-tadqiqot instituti
E-mail: dolimovabdurauf1995@gmail.com

Annotatsiya. Tadqiqotda zig‘ir (*Linum usitatissimum* L.) genotiplarining qurg‘oqchilikka chidamliligi laboratoriya sharoitida 15% PEG-6000 yordamida modellashirilgan osmotik stress fonida baholandi. Tajriba distillangan suvli nazorat va PEG-6000 stress variantlarida uch takrorlamada olib borildi. Urug‘lar dezinfeksiya qilinib, filtr qog‘ozli idishlarda 25°C haroratda 14 kun saqlandi. Asosiy baholash mezonlari sifatida ildiz uzunligi, ildiz soni va poya uzunligi tahlil qilindi. Natijalarda K-62, K-60, K-112, K-89, K-97, K-61 va K-20 genotiplarida ildiz uzunligi nisbatan barqaror yoki yuqori bo‘ldi. K-284, K-30, K-41, K-61 va K-67 ildiz hosil qilish bo‘yicha ijobiy javob ko‘rsatdi. K-11, K-63, K-90 va K-115 kabi ayrim genotiplar stressga sezgirligi bilan ajralib turdi. Olingan natijalar istiqbolli manbalarni dastlabki seleksion skrining uchun ajratish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: zig‘ir, *Linum usitatissimum* L., qurg‘oqchilik, PEG-6000, osmotik stress, ildiz uzunligi, ildiz soni, poya uzunligi.

Аннотация. В исследовании засухоустойчивость генотипов льна (*Linum usitatissimum* L.) оценивали в лабораторных условиях при осмотическом стрессе, моделированном 15%-ным раствором PEG-6000. Опыт проводили в трех повторностях в двух вариантах: контроль с дистиллированной водой и стресс с PEG-6000. Семена предварительно обеззараживали, размещали на фильтровальной бумаге и выдерживали 14 суток при 25°C. Основными показателями служили длина корня, число корней и длина побега. У генотипов K-62, K-60, K-112, K-89, K-97, K-61 и K-20 отмечено сохранение или увеличение длины корней. K-284, K-30, K-41, K-61 и K-67 характеризовались положительной реакцией по корнеобразованию. Генотипы K-11, K-63, K-90 и K-115 проявили более выраженную чувствительность к осмотическому стрессу. Полученные результаты позволяют выделять перспективный исходный материал для предварительного селекционного скрининга на засухоустойчивость.

Ключевые слова: лен, *Linum usitatissimum* L., засуха, PEG-6000, осмотический стресс, длина корня, число корней, длина побега.

Abstract. Drought tolerance of flax (*Linum usitatissimum* L.) genotypes was evaluated under laboratory conditions using osmotic stress induced by a 15% PEG-6000 solution. The experiment included distilled-water control and PEG-6000 stress treatments, each conducted in three replications. Seeds were disinfected, placed on filter paper, and incubated for 14 days at 25°C. Root length, root number, and shoot length were used as the principal morphological indicators. Genotypes K-62, K-60, K-112, K-89, K-97, K-61, and K-20 maintained or increased root length under stress. K-284, K-30, K-41, K-61, and K-67 showed a favorable response in root formation. In contrast, K-11, K-63, K-90, and K-115 displayed greater sensitivity to osmotic stress. The obtained results support the use of these traits for rapid preliminary screening and selection of promising drought-tolerant flax germplasm for breeding programs.

Keywords: flax, *Linum usitatissimum* L., drought, PEG-6000, osmotic stress, root length, root number, shoot length.

KIRISH. Bugungi kunda iqlim o‘zgarishi, yog‘ingarchilik miqdorining kamayishi va suv resurslarining cheklanishi qishloq xo‘jaligi ekinlarining o‘sishi hamda hosildorligiga jiddiy ta‘sir ko‘rsatmoqda [1,2]. Zig‘ir (*Linum usitatissimum* L.) oziq-ovqat, moy, tola va boshqa sanoat yo‘nalishlarida muhim ekin bo‘lib, uning dastlabki rivojlanish bosqichida suv tanqisligiga reaksiyasi genotipga bog‘liq ravishda farqlanadi [3,4]. Qurg‘oqchilik sharoitiga moslasha oladigan genotiplarni erta bosqichda aniqlash seleksiya jarayonini tezlashtirishda muhim ahamiyatga ega [5,6,7].

Laboratoriya sharoitida polietilenglikol (PEG-6000) eritmasi suv potensialini pasaytirish orqali nazorat qilinadigan osmotik stress hosil qilish imkonini beradi. Ushbu yondashuv genotiplarning unish va boshlang‘ich o‘sinh davridagi morfologik javoblarini bir xil sharoitda taqqoslash uchun qulay hisoblanadi. Mazkur tadqiqotning maqsadi 15% PEG-6000 ta‘sirida zig‘ir genotiplarining ildiz uzunligi, ildiz soni va poya uzunligi bo‘yicha reaksiyasini baholash hamda qurg‘oqchilikka nisbatan istiqbolli va sezgir genotiplarni ajratishdan iborat.

MATERYAL VA METOD

Tajriba O‘simliklar genetik resurslari ilmiy-tadqiqot instituti laboratoriya sharoitida olib borildi. Osmotik stressni modellashtirishda PEG-6000 dan foydalanildi. Tajriba Michel va Kaufmann (1973) tomonidan PEG-6000 eritmalarining osmotik xususiyatlarini baholashga asoslangan yondashuvdan kelib chiqib tashkil etildi. Nazorat variantida distillangan suv, stress variantida esa 15% PEG-6000 eritmasi qo‘llanildi. Har bir variant uch takrorlamada bajarildi.

Tajriba boshlanishidan oldin urug‘lar 70% etil spirti yoki natriy gipoxlorid (NaOCl) eritmasida dezinfeksiya qilinib, distillangan suv bilan bir necha marta yuvildi. So‘ng urug‘lar filtr qog‘oz solingan idishlarga teng miqdorda joylashtirildi. Nazorat idishlariga distillangan

suv, stress variantiga 15% PEG-6000 eritmasi qo‘shildi. Tajriba namunalari 25°C haroratda, qorong‘i termostatik sharoitda 14 kun davomida saqlandi.

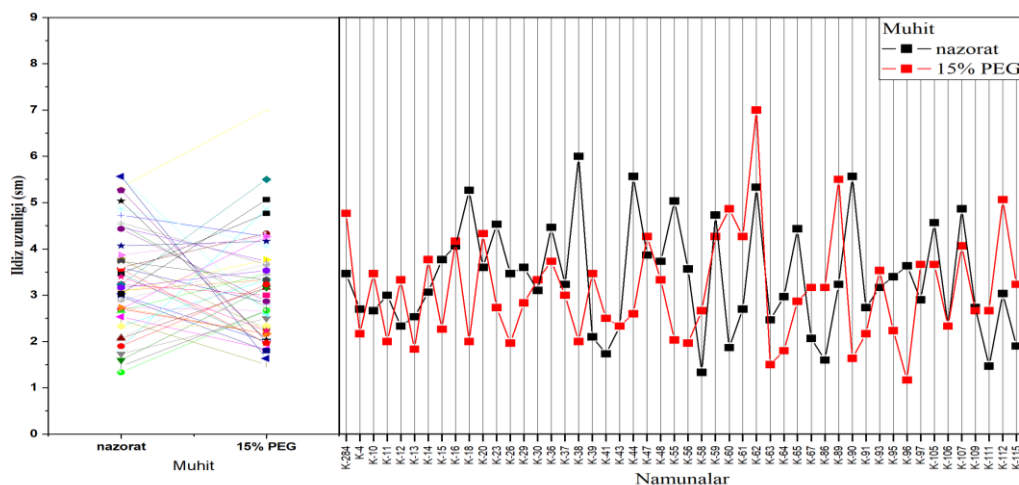
Baholash mezonlari sifatida ildiz uzunligi (sm), ildiz soni (dona) va poya uzunligi (sm) qayd etildi. Ko‘rsatkichlar uch takrorlamadagi o‘lchovlar asosida umumlashtirildi; ildiz soni va poya uzunligi bo‘yicha natijalar o‘rtacha qiymat $\pm$ standart og‘ish (Mean $\pm$ SD) ko‘rinishida ifodalandi. Nazorat va stress variantlari o‘rtasidagi farqlar genotiplarning osmotik stressga morfologik javobi sifatida talqin qilindi.



1-rasm. Zig‘ir namunalarini PEG-6000 yordamida qurg‘oqchilikka chidamlilik bo‘yicha laboratoriya sharoitida baholash

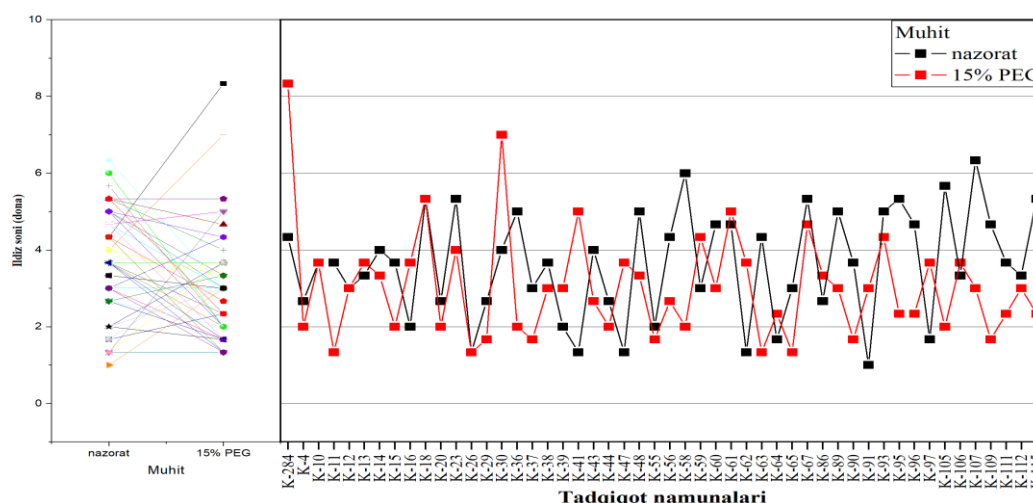
NATIJA

Ildiz uzunligi. 15% PEG-6000 sharoitida genotiplar o‘rtasida ildiz uzunligining o‘zgarishi bo‘yicha aniq farqlar kuzatildi. K-62, K-60, K-112, K-89, K-97, K-61 va K-20 genotiplarida stress variantida ildiz uzunligi nazoratga nisbatan oshgan yoki yuqori darajada saqlangan. Ayniqsa, K-89 genotipining stress sharoitidagi javobi ildiz tizimining faol rivojlanishi bilan ajralib turdi. K-38, K-90, K-96, K-55, K-18, K-44 va K-115 genotiplarida esa ildiz o‘shishining susayishi qayd etildi. Bu farqlar genotiplarning suv tanqisligiga moslashish qobiliyati turlicha ekanligini ko‘rsatadi.

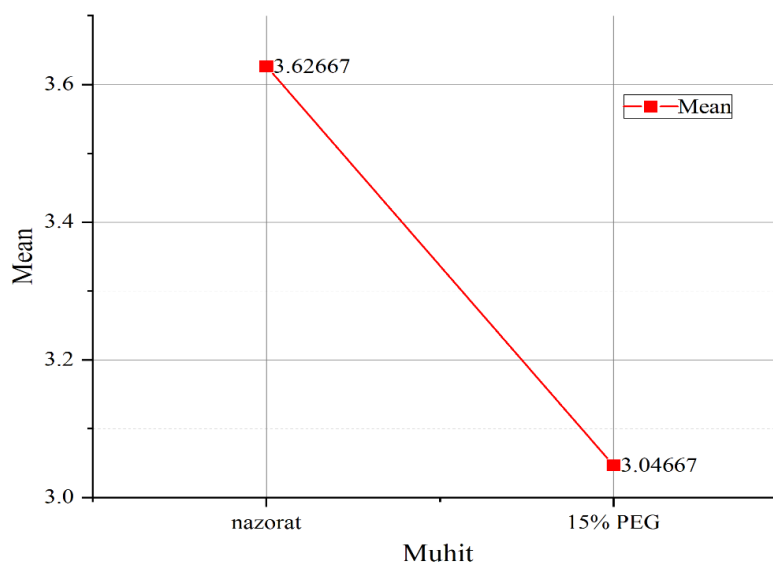


2-rasm. Zig‘ir genotiplarining nazorat va 15% PEG-6000 sharoitida ildiz uzunligi bo‘yicha tahlili

Ildiz soni. Nazorat va 15% PEG-6000 variantlari taqqoslanganda ayrim genotiplarda stress sharoitida ildiz hosil bo‘lishining faollashgani kuzatildi. K-284 genotipida ildiz soni 4.333 ± 1.529 dan 8.333 ± 1.155 gacha ortgan; K-30, K-41, K-61 va K-67 genotiplarida ham ijobiy javob qayd etilgan. Aksincha, K-11 genotipida ko‘rsatkich 3.667 ± 1.529 dan 1.333 ± 0.577 gacha kamaygan. K-58, K-63, K-95, K-105 va K-115 genotiplarida ham ildiz hosil qilish darajasi pasaygan. Barcha namunalar bo‘yicha nazoratdagi o‘rtacha ildiz soni 3.62 ± 2.529 dona, 15% PEG-6000 sharoitida esa 3.046 ± 2.135 dona bo‘lgan.



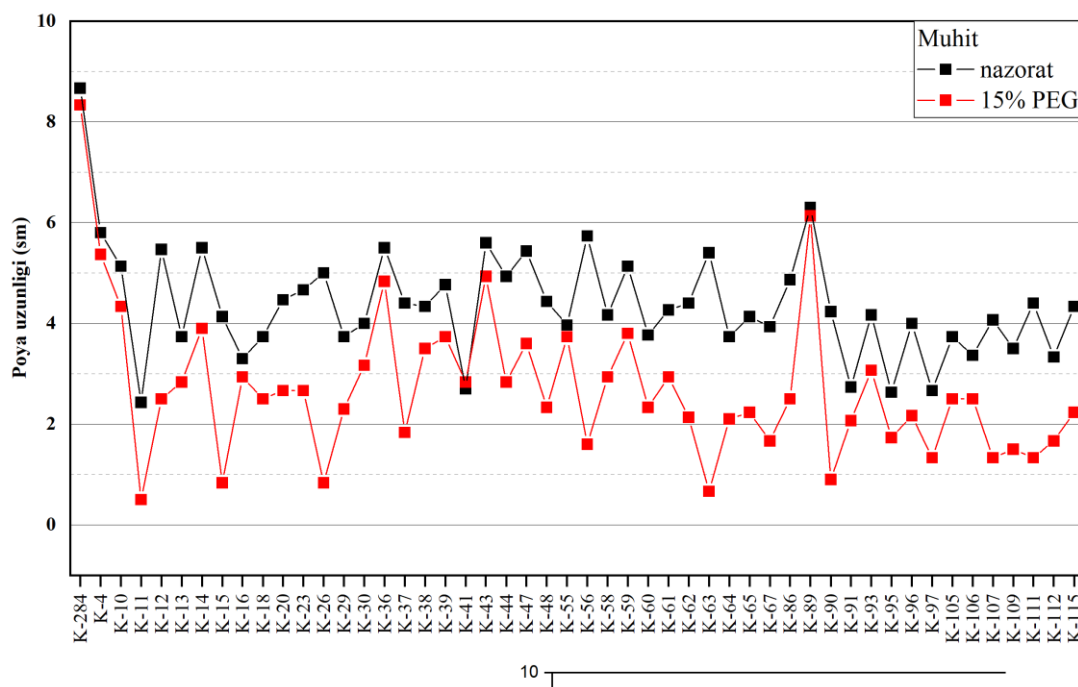
3-rasm. Zig‘ir genotiplarining qurg‘oqchilikka chidamliligini ildiz soni bo‘yicha baholash



4-rasm. Nazorat va 15% PEG-6000 sharoitida ildiz sonining o‘rtacha ko‘rsatkichlari

Poya uzunligi. Stress sharoitida ayrim genotiplar poya uzunligini nisbatan yaxshi saqlab qoldi. K-284 (8.333 ± 0.577 sm), K-30 (3.833 ± 1.041 sm), K-41 (2.833 ± 0.500 sm), K-61 (2.933 ± 0.208 sm) va K-89 (6.133 ± 0.251 sm) genotiplarida 15% PEG-6000 ta‘sirida poya uzunligi boshqa sezgir namunalarga nisbatan yuqori bo‘ldi. K-11 (0.500 ± 0.000 sm),

K-15 (0.833 ± 0.289 sm), K-26 (0.833 ± 0.289 sm), K-63 (0.667 ± 0.289 sm) va K-90 (0.900 ± 0.350 sm) genotiplari esa poya o‘shining keskin susayishi bilan tavsiflandi.



5-rasm. Zig‘ir genotiplarining nazorat va 15% PEG-6000 sharoitida poya uzunligi bo‘yicha tahlili

Umuman, uchta morfologik ko‘rsatkichning birgalikdagi tahlili K-61 va K-89 genotiplarida stressga moslashuvchan javob barqarorroq ekanini ko‘rsatdi. K-284 ildiz soni va poya uzunligi bo‘yicha, K-62, K-60, K-112, K-97 va K-20 esa ildiz uzunligi bo‘yicha istiqbolli natija namoyon etdi. Shu bilan birga, K-11, K-63, K-90 va K-115 kabi genotiplarda bir yoki bir nechta ko‘rsatkichlarning keskin pasayishi ularning 15% PEG-6000 bilan yuzaga keltirilgan osmotik stressga sezgirligini ko‘rsatdi. Ushbu natijalar laboratoriya skriningi keyingi dala va fiziologik sinovlar uchun genotiplarni dastlabki saralashda foydali ekanini tasdiqlaydi.

XULOSA

15% PEG-6000 bilan modellashtirilgan osmotik stress zig‘ir genotiplarining boshlang‘ich o‘sh bosqichidagi qurg‘oqchilikka reaksiyasini farqlash imkonini berdi. Ildiz uzunligi, ildiz soni va poya uzunligi qurg‘oqchilikka chidamlilikni dastlabki baholashda axborot beruvchi morfologik indikatorlar sifatida namoyon bo‘ldi. K-61 va K-89 genotiplari bir nechta ko‘rsatkich bo‘yicha nisbatan barqaror javob ko‘rsatgani sababli istiqbolli manbalar sifatida ajratilishi mumkin. K-284, K-62, K-60, K-112, K-97, K-20, K-30, K-41 va K-67 ayrim belgilar bo‘yicha ijobiy natija ko‘rsatdi. K-11, K-63, K-90 va K-115 kabi genotiplar esa osmotik stressga sezgirroq bo‘ldi. Istiqbolli namunalarni yakuniy baholash uchun laboratoriya natijalarini dala sharoitidagi qurg‘oqchilik sinovlari va fiziologik-biokimyoviy ko‘rsatkichlar bilan tasdiqlash maqsadga muvofiq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Botstein, D., White, R. L., Skolnick, M., & Davis, R. W. (1980). Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *American journal of human genetics*, 32(3), 314
2. Nei, M., & Roychoudhury, A. K. (1974). Sampling variances of heterozygosity and genetic distance. *Genetics*, 76(2), 379-390. <https://doi.org/10.1093/genetics/76.2.379>
3. Burlyn E. Michel, Merrill R. Kaufmann, The Osmotic Potential of Polyethylene Glycol 6000 , *Plant Physiology*, Volume 51, Issue 5, May 1973, Pages 914–916, <https://doi.org/10.1104/pp.51.5.914>
4. Yuan-Dong Li, Rong Ma, Yu-Xi Zheng, Li-Qiong Xie (2025). Genome-wide identification of APX genes in flax and functional characterization of LuAPX12 in osmotic and salt stress responses. *BMC Plant Biology*. PMID: 40691527; PMCID: PMC12278490; DOI: 10.1186/s12870-025-06902-2.
5. Wang Y, Qi Y, Wang L, Xu C, Li W, Dang Z, Zhao W, Wang P, Xie Y, Niu Y, Lu N, Hu Z, Liu Z, Zhang J. Genome-Wide Identification and Expression Profiling of Dehydration-Responsive Element-Binding Family Genes in Flax (*Linum usitatissimum* L.). *Int J Mol Sci*. 2025 Mar 27;26(7):3074. doi: 10.3390/ijms26073074.
6. Bao, Y., & Pan, C. (2025). Genome-wide profiling of GRAS genes in flax (*Linum usitatissimum* L.) reveals LuGRAS30 as a key regulator of drought stress resistance. *GM Crops & Food*, 16(1), 539–561. <https://doi.org/10.1080/21645698.2025.2548639>
7. R.K. Tiwari, M.K. Lal, R. Kumar, K.N. Chourasia, K.C. Naga, D. Kumar, S.K. Das, G. Zinta, Mechanistic insights on melatonin-mediated drought stress mitigation in plants, *Physiol. Plantarum*, 172 (2021), pp. 1212-1226. DOI: 10.1111/ppl.13307