

**АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТА ПЕРОКСИДАЗЫ В СОРТООБРАЗЦАХ МАША (VIGNA RADIATA L.) В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТИ****Саитжанов Ш.А. Азимов А.А. Зияев З.М.**

Институт Генетики и экспериментальной биологии растений

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7489480>

**Аннотация.** Среди абиотических стрессов водный дефицит является одним из самых разрушительных экологических стрессов. Когда растение сталкивается с водным стрессом, оно вырабатывает некоторые антиоксиданты (ферменты) для смягчения стресса водного дефицита. Peroxidases считаются одним из индикаторов стресса растений, поскольку их уровень значительно повышается после стрессовой стимуляции. Среди исследуемых шести сортов и четырёх линий маша (*Vigna radiata L.*) сорт Зилола показал высокую активность фермента пероксидазы в условиях водного дефицита. Это в свою очередь доказывает устойчивость сорта Зилола к водному дефициту по сравнению с другими изученными сортами маша.

**Ключевые слова:** *Vigna radiata L.*, маш, водный дефицит, оптимальное водообеспечение, фермент, пероксидаза, активные формы кислорода.

**ACTIVITY OF PEROXIDASE ENZYME IN MUNG BEAN (VIGNA RADIATA L.) VARIETIES UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF WATER AVAILABILITY.**

**Abstract.** Among abiotic stresses, water deficiency is one of the most destructive environmental stresses. When a plant encounters water stress, it releases some antioxidants (enzymes) to alleviate water stress. Peroxidases are considered one of the indicators of plant stress, since their level significantly increases after stress stimulation. Among the studied six varieties and four lines of mung bean (*Vigna radiata L.*), the Zilola variety showed high activity of the peroxidase enzyme under conditions of water deficit. This, in turn, proves the resistance of the Zilola variety to water deficiency in comparison with other studied mung bean varieties.

**Key words:** *Vigna radiata L.*, mung bean, water deficit, optimal water supply, enzyme, peroxidase, reactive oxygen species.

**Введение**

Маш (*Vigna radiata L.*) – важная бобовая культура короткого срока созревания, обладающая широкой адаптивностью и низкой потребностью в затратах. Он также играет жизненно важную роль в устойчивом сельском хозяйстве, как смешанная культура, промежуточная культура и культура севооборота, которая улучшает азотный статус почвы и может также использоваться в качестве питательного зеленого корма для скота.

В условиях нашей республики зерновую культуру выращивают из маша (*Vigna radiata L.*) выращиваемого в качестве повторной культуры, до 15-20 ц/га, с возможностью доведения урожая зерна, выращенного за один сезон, до 75-90 ц/га. На Земле бобовые и зерновые культуры посеяны на площади 135 млн га из которых 25 млн га приходится на долю маша.

Среди абиотических стрессов водный дефицит является одним из самых разрушительных экологических стрессов. Засуха является многомерным комплексным стрессом, одновременно нарушающий физиологические, морфологические, биохимические, и молекулярные состояния, которые контролируют рост и качество урожая и, в конечном счете, продуктивность культуры. [1] Эта ситуация усугубляется во всем мире поскольку районы, испытывающие засуху, быстро расширяются из-за неравномерного

выпадения осадков, ограниченности источников воды и других быстрых и резких изменений в глобальных экологических условиях. [2]

Основным фактором, ограничивающим урожайность сельскохозяйственных культур, является количество влаги, доступной для культуры в течение вегетационного периода.

Пероксидазы - это семейство изоферментов, встречающихся во всех растениях; они представляют собой гемосодержащие мономерные гликопротеины, которые используют  $H(2)O(2)$  или  $O(2)$  для окисления широкого спектра молекул. Эти важные ферменты используются в иммуноферментном анализе, диагностических анализах и промышленных ферментативных реакциях. Гены пероксидазы и их промоторы используются для молекулярной селекции полезных растений. [3]

Пероксидазы, одни из ключевых антиоксидантных ферментов, широко распространены в природе и катализируют окисление различных субстратов-доноров электронов одновременно с разложением  $H_2O_2$ . Пероксидазы растений неживотного происхождения вовлечены в различные важные физиологические процессы роста и развития растений на протяжении всего их жизненного цикла.[4]

Пероксидазы участвуют в полимеризации предшественников лигнина. Они также участвуют в уничтожении реактивных форм кислорода (ROS), которые представляют собой частично восстановленные формы атмосферного кислорода, высокореактивные и способные вызывать окислительное повреждение клетки.

Пероксидазы участвуют во многих физиологических процессах в растениях, включая реакцию на биотические и абиотические стрессы и биосинтез лигнина. Лигнин - это полимер, ответственный за придание прочности и жесткости, а также обеспечивающий гидрофобность клеточных стенок растений. Пероксидазы участвуют в полимеризации предшественников лигнина. Они также участвуют в отводе активных форм кислорода (АФК), которые представляют собой частично восстановленные формы атмосферного кислорода, очень реактивные и способные вызывать окислительное повреждение клетки. Пероксидазы могут быть источником перекиси водорода ( $H_2O_2$ ), но также способны ее утилизировать.

Когда растение сталкивается с водным стрессом, оно вырабатывает некоторые антиоксиданты (ферменты) для смягчения стресса водного дефицита.[5]

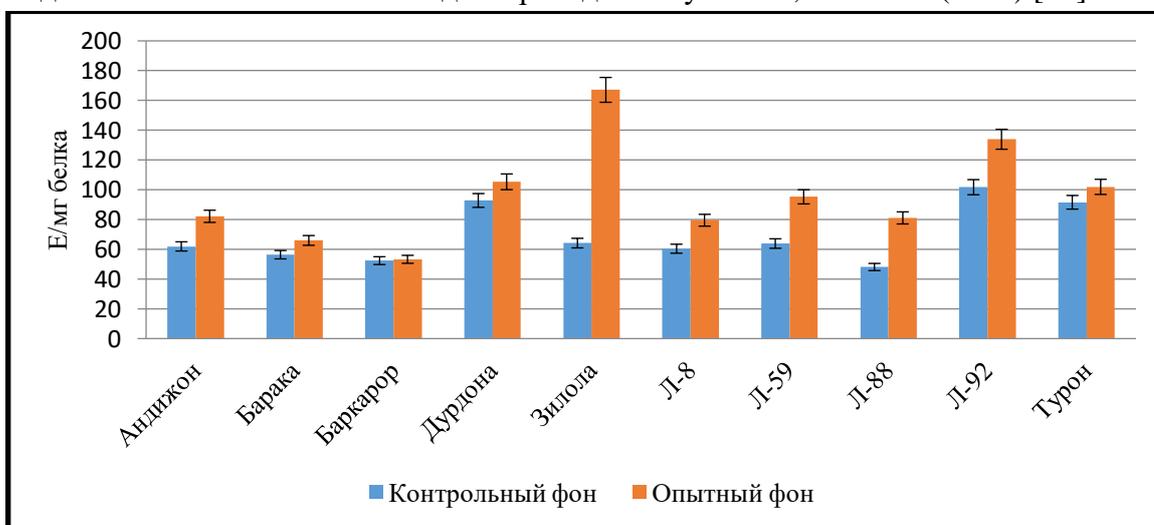
Сообщается, что пероксидазы выполняют различные функции в жизненном цикле растений, такие как метаболизм клеточной стенки, лигнификация, суберизация, метаболизм АФК, заживление ран, рост и созревание плодов, прорастание семян и т.д.

Активные формы кислорода (АФК) представляют собой частично восстановленные формы атмосферного кислорода ( $O_2$ ) и образуются при возбуждении кислорода с образованием с образованием синглетного кислорода ( $O_2^1$ ) или в результате переноса электронов на  $O_2$  для образования супероксидного радикала в случае одного электрона; пероксид водорода ( $H_2O_2$ ) при передаче двух электронов; или гидроксильный радикал ( $OH\cdot$ ) при передаче трех электронов на кислород. Эти восстановленные виды кислорода являются высокореактивными и способны окислять различные клеточные компоненты. Это всё может приводить к окислительному повреждению растительной клетки, связанному с перекисным окислением мембранных липидов, окислением белков, ингибированием ферментов и повреждением ДНК, что в конечном итоге приводит к программируемой

клеточной смерти (ПКС) [6,7,8,]. В клетках растений АФК образуются в клеточных стенках, хлоропластах, митохондриях, плазматической мембране эндоплазматического ретикулума и апопластическом пространстве [6,8]. В растениях клеточный уровень  $H_2O_2$  в основном регулируется ферментативными действиями каталазы и пероксидазы. Считается, что пероксидазы клеточной стенки не только катализируют образование  $O_2^-$  и  $H_2O_2$  путем окисления субстратов, таких как NADH и IAA, в отсутствие экзогенного  $H_2O_2$ , но и катализируют его образование [9]. Пероксидазы считаются одним из индикаторов стресса растений, поскольку их уровень значительно повышается после стрессовой стимуляции.

#### Материалы и методы:

Эксперимент проводился в опытном участке Института Генетики и экспериментальной биологии растений. В качестве объектов исследования были выбраны сорта маша (*Vigna radiata L.*) Андижон, Дурдона, Зилола, Турон, а также новые линии Л-8, Л-59, Л-88, Л-92. Эти образцы были посеяны в условиях лизиметра на различных фонах водного режима: 1 – фон (контроль) оптимальной водообеспеченности с проведением поливов по схеме 1:1:1; 2 – фон (опыт) с проведением полива по схеме 1:0:0 [10]. Другие агротехнические работы в обоих фонах проводились одинаково. Оценка пероксидазы проводилась в соответствии с методом приведенному Kar M, Mishra D (1976) [11].



**Диаграмма 1. Активность фермента пероксидазы в сортообразцах маша (*Vigna radiata L.*) в разных условиях водообеспеченности.**

В условиях оптимального водоснабжения самый высокий показатель активности фермента пероксидаза среди местных сортов ( $92,8 \pm 1,83$  мкг/г) отмечен у сорта Дурдона, среди линий наиболее высокий показатель активности фермента пероксидазы ( $101,72 \pm 0,77$  мкг/г) отмечен у Л-92. (Диаграмма 1).

В условиях водного дефицита наиболее высокий показатель активности фермента пероксидаза среди местных сортов ( $167,09 \pm 1,53$  мкг/г) отмечен у сорта Зилола, среди линий наиболее высокий показатель активности фермента пероксидаза ( $133,91 \pm 1,52$  мкг/г) отмечен у Л-92. (Диаграмма 1).

Как мы видим из результатов опыта, среди местных сортов маша у сорта Зилола в условиях водного дефицита показатель активности фермента пероксидазы было высоким ( $167,09 \pm 1,53$  мкг/г), по сравнению с сортом Баркарор ( $53,24 \pm 0,89$  мкг/г) у которого показатель активности фермента пероксидазы был ниже. Среди линий в условиях

водного дефицита, высоким показателем активности фермента пероксидазы отличились Л-92 ( $101,72 \pm 0,77$  мкг/г), в то время как у линии Л-8 содержание активности пероксидазы составил ( $79,5 \pm 1,06$  мкг/г).

В условиях водного дефицита активность пероксидазы у местного сорта маша Зилола был выше ( $167,09 \pm 1,53$  мкг/г), чем у того же сорта в условиях оптимального водоснабжения ( $64,14 \pm 1,2$  мкг/г).

### Выводы

В ближайшие годы ожидается увеличение частоты и силы засух в связи с изменением глобального климата. Следовательно, существует необходимость вывести климатически устойчивые сорта маша, которые лучше проявляют себя в условиях засухи. Вышеизложенные результаты ясно показали участие ферментов в формировании засухоустойчивости культуры. Поэтому для улучшения устойчивости к засухе необходимо сосредоточиться на улучшении устойчивости к засухе. Прогресс, достигнутый в понимании механизмов, лежащих в основе физиологических и биохимических основ засухоустойчивости может также позволить использовать более эффективные антиоксиданты для повышения потенциала урожайности и устойчивости.

Среди исследуемых шести сортов и четырёх линий маша (*Vigna radiata L.*) сорт Зилола показал высокую активность фермента пероксидазы в условиях водного дефицита. Это в свою очередь доказывает устойчивость сорта Зилола к водному дефициту по сравнению с другими изученными сортообразцами маша. Из полученных результатов исследования было отмечено, что изученные сорта и линии маша (*Vigna radiata L.*) значительно пострадали от водного дефицита. Повышение активности пероксидазы в листьях указывает на защитный механизм, поскольку они действуют как антиоксиданты в тканях растений.

### REFERENCES

1. Basu S, Ramegowda V, Kumar A, Pereira A (2016). Plant adaptation to drought stress. F1000Research: 5. F1000 Faculty Rev-1554. doi:10.12688/f1000research.7678.1
2. Fahad S, Bajwa AA, Nazir U, Anjum SA, Farooq A, Zohaib A, Sadia S, Nasim W, Adkins S, Saud S, Ihsan MZ (2017). Crop production under drought and heat stress: plant responses and management options. Front Plant Sci 8: 1147.
3. Yoshida K, Kaothien P, Matsui T, Kawaoka A, Shinmyo A. Molecular biology and application of plant peroxidase genes. Appl Microbiol Biotechnol. 2003 Feb;60(6):665-70. doi: 10.1007/s00253-002-1157-7. Epub 2002 Dec 18. PMID: 12664144.
4. Veda P Pandey, Manika Awasthi, Swati Singh, Sameeksha Tiwari and Upendra N Dwivedi. A Comprehensive Review on Function and Application of Plant Peroxidases. Biochem Anal Biochem 2017, 6:1 DOI: 10.4172/2161-1009.1000308
5. B. Rambabu, V. Padma, Ramesh Thatikunta and N. Sunil, Effect of Drought Stress on Chlorophyll Content and Anti-oxidant Enzymes of Green Gram Genotypes (*Vigna Radiata L.*), Nature Environment and Pollution Technology, 2016, Vol. 15, No. 4, pp. 1205-1208
6. Mittler R (2002) Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends Plant Sci 7: 405-410.
7. Asada K (1999) The water-water cycle in chloroplast: Scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol 50: 601 - 639.

8. Pelligrineschi A, Kis M, Dix I, Kavanagh TA, Dix PJ (1995) Expression of horseradish peroxidase in transgenic tobacco. *Biochem Soc Trans* 23: 247-250.
9. Blokhina O, Virolainen E, Fagerstedt KV (2003) Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. *Ann Bot* 91: 179-194.
10. Мавлянова Р.Ф., Сулаймонов Б.А., Болтаев Б.С., Мансуров Х.Г., Кенжабаев Ш.М. Мош етиштириш технологияси. Тавсиянома.- «NAVROZ» нашриёти, Тошкент, Ўзбекистон, 2018.-24 б.
11. Kar M, Mishra D (1976) Catalase, peroxidase, and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence. *Plant Physiol* 57: 315–319