

СОДЕРЖАНИЕ АМИНОКИСЛОТЫ ПРОЛИНА В УСЛОВИЯХ РАЗНОЙ ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ У СОРТОВ И ЛИНИЙ МАША (*VIGNA RADIATA L.*)

Ш. А. Саитжанов

А. А. Азимов

З. М. Зияев

Институт генетики и экспериментальной биологии растений

АННОТАЦИЯ

Глобальные изменения климата, наблюдаемые в мире, вызывают повышение температуры воздуха в биосфере, а горячие ветры, возникающие из-за резкого снижения относительной влажности в летние месяцы, вызывают атмосферную и почвенную засуху. Повышение содержания аминокислоты пролина на дефицит водообеспеченности, являются надежными показателями реакции растений на водный стресс. у местного сорта Зилола маша (*Vigna radiata L.*) в условиях водного дефицита содержание аминокислоты пролина выше, чем у того же сорта в условиях оптимального водоснабжения, что в свою очередь доказывает наличие стресса водного дефицита протекающий в растениях маша.

Ключевые слова: *Vigna radiata L.*, маш, водный дефицит, оптимальное водообеспечение, аминокислота, пролин.

ABSTRACT

Global climate changes observed in the world cause an increase in air temperature in the biosphere, and hot winds arising from a sharp decrease in relative humidity in the summer months cause atmospheric and soil drought. An increase in the content of the amino acid proline to water deficiency is a reliable indicator of plant response to water stress. in the local variety Zilola mung bean (*Vigna radiata L.*) under conditions of water deficiency, the content of proline amino acid is higher than in the same variety under conditions of optimal water supply, which in turn proves the presence of water deficit stress in mung bean plants.

Keywords: *Vigna radiata L.*, mung bean, water deficit, optimal water supply, amino acid, proline.

ВВЕДЕНИЕ

Глобальные изменения климата, наблюдаемые в мире, вызывают повышение температуры воздуха в биосфере, а горячие ветры, возникающие из-за резкого снижения относительной влажности в летние месяцы, вызывают атмосферную и почвенную засуху. В нынешний период, когда водная проблема стоит остро, создание и внедрение водосберегающих агротехнологий, в том числе создание сортов зерновых, устойчивых к почвенной и атмосферной засухе и обладающих высоким коэффициентом эффективного водопользования, считаются наиболее актуальными задачами сельского хозяйства.

Известно, что под воздействием засухи и других абиотических стрессовых факторов повышается концентрация низкомолекулярных органических веществ, известных в клетках тканей растений под общим названием – осмопротекторные вещества, эти вещества выполняют функцию защиты растения от негативного воздействия неблагоприятных факторов внешней среды [1]. В частности, в тканевых клетках растения были обнаружены осмопротекторные агенты, такие как пролин, глицин- бетаин и маннит. Проведенные исследования показали, что глицин-бетаин в большинстве биологических организмов, включая растения, является распространенным осмопротектором и может синтезироваться в клетках растений в высоких концентрациях в условиях дефицита воды [2].

Для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур требуется оптимизировать морфологию, физиологию и процессы метаболизма органов и клеток растений. Однако такой подход часто может снизить уровень выносливости растения по сравнению с нехваткой воды. У растений сформировались различные механизмы устойчивости и адаптации к дефициту воды. В большинстве случаев дефицит воды снижает рост растений, развитие площади листьев и продолжительность их жизни [3].

Высота стебля растения, длина корней и их биомасса, содержание хлорофилла и пролина, интенсивность фотосинтеза и гены, реагирующие на дефицит водообеспечения являются надежными показателями реакции растений на водный стресс [4].

Известно, что накопление пролина происходит при дефиците воды, засоленности, низкой температуре и т.д. [5;6;7;8]. Помимо того, что пролин действует как осмолит для осмотического регулирования, он способствует стабилизации субклеточных структур (например, мембран и белков), уничтожению свободных

радикалов и буферизации клеточного окислительно-восстановительного потенциала в условиях стресса [9]. Накопление пролина обычно происходит в цитоплазме, где он функционирует как молекулярный шаперон, стабилизирующий структуру белков, а его накопление буферизирует цитозольный pH и поддерживает окислительно-восстановительный статус клетки. Также было высказано предположение, что его накопление может быть частью стрессового сигнала, влияющего на адаптивные реакции.

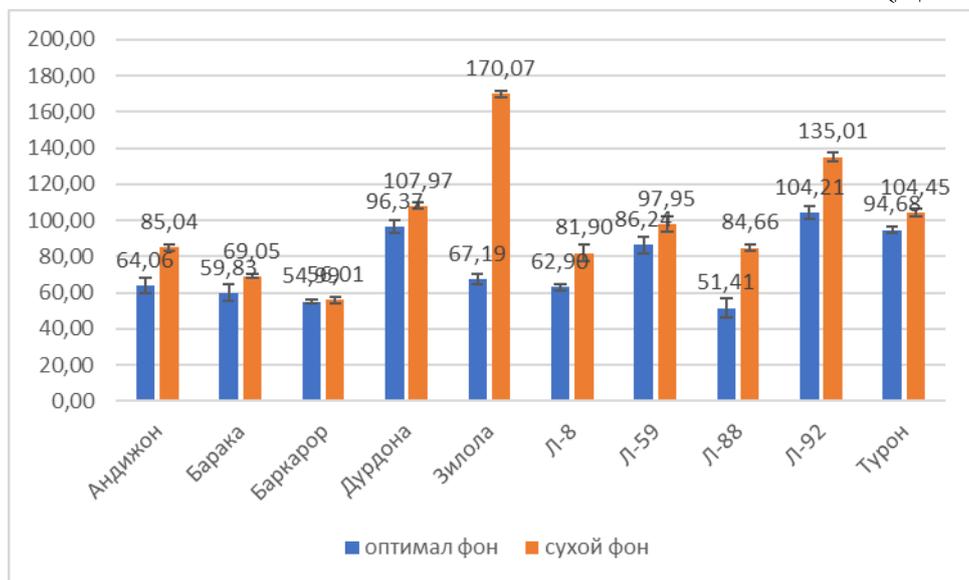
В растениях пролин синтезируется двумя путями - глутаматным и орнитининовым. Глутаматный путь обеспечивает основное накопление пролина во время осмотического стресса. Пролин синтезируется из глутаматной кислоты через промежуточный Δ^1 -пирролин-5-карбоксилат (P5C). Реакция катализируется пирролин-5-карбоксилат синтетазой (P5CS) и пирролин-5-карбоксилат редуктазой (P5CR) [10]. P5CS кодируется двумя генами, а P5CR - только одним у большинства видов растений [11; 12; 13]. В альтернативном пути пролин может синтезироваться из орнитина, который трансаминируется в P5C с помощью орнитин- δ -аминотрансферазы [14]. Предполагается, что орнитининовый путь важен во время развития проростков и у некоторых растений для накопления пролина, вызванного стрессом [15; 16; 17]. Предполагается, что накопление пролина способствует устойчивости к стрессу различными способами. Так как пролин действует как молекулярный шаперон, он способен поддерживать целостность белка и усиливать активность различных ферментов [18]. Многочисленные исследования показали, что пролин является антиоксидантом, предполагая его роль как поглотителя АФК и тушителя синглетного кислорода [19; 20].

ЛИТЕРАТУРА И МЕТОДОЛОГИЯ

Эксперимент проводился в опытном участке Института Генетики и ЭБР. 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. Другие агротехнические работы в обеих фонах проводились одинаково [21]. Содержание пролина было рассчитано с помощью нингидриновой кислоты для обеих условий водообеспеченности. Пролин экстрагировали из 100 мг свежих образцов листьев в 2 мл 3%-ной водной сульфосалициловой кислоты, и поглощение измеряли в

спектрофотометре при 520 нм световой волны, используя толуол в качестве холостого образца [22].

(Диаграмма 1).



Содержание аминокислоты пролина в сортообразцах маша (*Vigna radiata* L.) в разных условиях водообеспеченности.

В условиях оптимального водоснабжения самый высокий показатель содержания пролина среди местных сортов ($96,37 \pm 1,07$ мкг/г) отмечен у сорта Дурдона, среди линий наиболее высокий показатель содержания аминокислоты пролина ($104,21 \pm 1,09$ мкг/г) отмечен у Л-92. (Диаграмма 1).

В условиях водного дефицита наиболее высокий показатель содержания пролина среди местных сортов ($170,07 \pm 0,94$ мкг/г) отмечен у сорта Зилола, среди линий наиболее высокий показатель содержания аминокислоты пролина ($135,01 \pm 1,09$ 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 содержание аминокислоты пролина было высоким ($170,07 \pm 0,94$ мкг/г), по сравнению с сортом Баркарор ($56,01 \pm 0,93$ мкг/г) у которого показатель содержания пролина был ниже. Среди линий в условиях водного дефицита, высоким содержанием пролина отличились Л-92 ($135,01 \pm 1,09$ мкг/г), в то время как у линии Л-8 содержание пролина составил ($81,9 \pm 1,49$ мкг/г).

В условиях водного дефицита содержание аминокислоты пролина у местного сорта маша Зилола был выше ($170,07 \pm 0,94$ мкг/г), чем у того же сорта в условиях оптимального водоснабжения ($67,19 \pm 0,99$ мкг/г).

ВЫВОД

Таким образом, при изучении содержания аминокислоты пролина у сортов и линий маша (*Vigna radiata* L.) в условиях лизиметра было установлено, что содержание пролина в листьях сортов маша варьируется в зависимости от биологических характеристик и разновидностей сортов. В большинстве случаев дефицит воды снижал рост растений, развитие площади листьев и продолжительность их жизни. Повышение содержания аминокислоты пролина на дефицит водообеспеченности, являются надежными показателями реакции растений на водный стресс.

Как мы видим из результатов опыта, у местного сорта Зилола маша (*Vigna radiata* L.) в условиях водного дефицита содержание аминокислоты пролина выше, чем у того же сорта в условиях оптимального водоснабжения, что в свою очередь доказывает наличие стресса водного дефицита протекающий в растениях маша. Также, изменение данного показателя указывает на тот факт, что местный сорт Зилола является более устойчивым среди изученных сортов и линий.

REFERENCES

1. Bohnert H.J., Nelson D.E., and Jensen R.G. Adaptations to environmental stress// Plant Cell. 1995. -№ 7. -P. 1099-1111
2. Koheil M.A.H., Hilal S.H., El-Alfy T.S., and Leistner E. Quaternary ammonium compounds in intact plants and cell suspension cultures of *Atriplex semibaccata* and *A. halinus* during osmotic stress// Phytochemistry. 1992. -№ 31. -P. 2003-2008
3. Alishah O., and Ahmadikhah A. The effects of drought stress on improved cotton varieties in Golestan Province of Iran// Int. J. Plant Prod. 2009. -№ 3(1). -P. 17-26
4. Spirdouli I., and Moustakas M. Differential response of photosystem-II photochemistry in young and mature leaves of *Arabidopsis thaliana* to the onset of drought stress. Acta Physiol. Plantarum. 2012. -№ 34(4). -P. 1267-1276.
5. Hare PD, Cress WA, Van Staden J. Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress. Plant Cell Environ 1998; 21:535-53; <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-3040.1998.00309.x>.
6. Munns R. Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytol 2005; 167:645-63; PMID:16101905; <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01487.x>.
7. Rhodes D, Nadolska-Orczyk A, Rich PJ. Salinity, osmolytes and compatible solutes In: Lauchli A, Luttge U, eds. Salinity,

Environment, Plant, Molecules. Netherlands: Al-Kluwer Academic Publishers, 2002:181-204.

8. Naidu BP, Paleg LG, Aspinall D, Jennings AC, Jones GP. Amino acid and glycine betaine accumulation in cold-stressed wheat seedlings. *Phytochem* 1991; 30:407-9; [http://dx.doi.org/10.1016/0031-9422\(91\)83693-F](http://dx.doi.org/10.1016/0031-9422(91)83693-F).

9. Ashraf M, Foolad MR. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environ Exp Bot* 2007; 59:206-16; <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.12.006>

10. Sekhar PN, Amrutha RN, Sangam S, Verma DP, Kishor PB. Biochemical characterization, homology modeling and docking studies of ornithine delta-aminotransferase--an important enzyme in proline biosynthesis of plants. *J Mol Graph Model* 2007; 26:709-19; PMID:17604199; <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmglm.2007.04.006>.

11. Strizhov N, Abraham E, Okriřsz L, Blickling S, Zilberstein A, Schell J, et al. Differential expression of two P5CS genes controlling proline accumulation during salt-stress requires ABA and is regulated by ABA1, ABI1 and AXR2 in Arabidopsis. *Plant J* 1997; 12:557-69; PMID:9351242; <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-313X.1997.00557.x>.

12. Armengaud P, Thiery L, Buhot N, Grenier-De March G, Savoure A. Transcriptional regulation of proline biosynthesis in *Medicago truncatula* reveals developmental and environmental specific features. *Physiol Plant* 2004; 120:442-50; PMID:15032841; <http://dx.doi.org/10.1111/j.0031-9317.2004.00251.x>.

13. Verbruggen N, Villarreal R, Van Montagu M. Osmoregulation of a pyrroline-5-carboxylate reductase gene in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiol* 1993; 103:771-81; PMID:8022935; <http://dx.doi.org/10.1104/pp.103.3.771>.

14. Verbruggen N, Hermans C. Proline accumulation in plants: a review. *Amino Acids* 2008; 35:753-9; PMID:18379856; <http://dx.doi.org/10.1007/s00726-008-0061-6>.

15. Armengaud P, Thiery L, Buhot N, Grenier-De March G, Savoure A. Transcriptional regulation of proline biosynthesis in *Medicago truncatula* reveals developmental and environmental specific features. *Physiol Plant* 2004; 120:442-50; PMID:15032841; <http://dx.doi.org/10.1111/j.0031-9317.2004.00251.x>.

16. Roosens NH, Thu TT, Iskandar HM, Jacobs M. Isolation of the ornithine-delta-aminotransferase cDNA and effect of salt stress on its expression in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiol* 1998; 117:263-71; PMID:9576796; <http://dx.doi.org/10.1104/pp.117.1.263>.

17. Xue X, Liu A, Hua X. Proline accumulation and transcriptional regulation of proline biosynthesis and degradation in *Brassica napus*. *BMB Rep* 2009; 42:28-34; PMID:19192390; <http://dx.doi.org/10.5483/BMBRep.2009.42.1.028>.
18. Rajendrakumar CSV, Suryanarayana T, Reddy AR. DNA helix destabilization by proline and betaine: possible role in the salinity tolerance process. *FEBS Lett* 1997; 410:201-5; PMID:9237629; [http://dx.doi.org/10.1016/S0014-5793\(97\)00588-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0014-5793(97)00588-7).
19. Matysik J. Alia., Bhalu B, Mohanty P. Molecular mechanisms of quenching of reactive oxygen species by proline under stress in plants. *Curr Sci* 2002; 82:525-32.
20. Smirnoff N, Cumbes QJ. Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes. *Phytochem* 1989; 28:1057-60; [http://dx.doi.org/10.1016/0031-9422\(89\)80182-7](http://dx.doi.org/10.1016/0031-9422(89)80182-7).
21. Shavkiev J., Azimov A., Nabiev S., Khamdullaev S., Amanov B., Kholikova M. Comparative performance and genetic attributes of upland cotton genotypes for yield-related traits under optimal and deficit irrigation conditions. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics* 2021. -53 (2), – P. 57-162.
22. Bates, L.S. Rapid determination of free proline for water stress studies / L.S. Bates, R.P. Waldeen, I.D. Teare / *Plant Soil*. – 1973. – 39 (1). – P. 205–207.