



## ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА У РАСТЕНИЙ ОВОЩНОЙ СОИ И ФАСОЛИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРИДНОГО ЗАСОЛЕНИЯ

Ким Вероника Владимировна<sup>1</sup>, Нариманов Абдужалил Абдусаматович<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Институт генетики и экспериментальной биологии растений  
АнРУз

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5776869>

### ИСТОРИЯ СТАТЬИ

Принято: 01 декабрь 2021 г.  
Утверждено: 05 декабрь 2021 г.  
Опубликовано: 10 декабрь 2021 г.

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

проростки и растения овощной сои и фасоли, натрий хлорид, засоление, темновая фаза, световая фаза, интенсивность фотосинтеза, зеленые пигменты, хлорофилл.

### АННОТАЦИЯ

*В наших исследованиях мы изучили особенности фотосинтетических процессов у этиолированных проростков овощной сои сорта Изумруд и фасоли Звезда Востока при смене условий освещения и влияние различных концентраций хлоридного засоления на эти процессы.*

*Исследования показали, что при переносе растений овощной сои и фасоли из темной фазы на свет в условиях хлоридного засоления интенсивность фотосинтеза существенно снижается, что обусловлено уменьшением количества зеленых пигментов и ослаблением прочности связи хлорофилл-белковых комплексов.*

### Введение

Фотосинтез, уникальный физико-химический процесс, осуществляемый на Земле всеми зелеными растениями и некоторыми бактериями и обеспечивающий преобразование электромагнитной энергии солнечных лучей в энергию химических связей различных органических соединений. Основа фотосинтеза – последовательная цепь окислительно-восстановительных реакций, в ходе которых осуществляется перенос электронов от донора-восстановителя (вода, водород) к акцептору-окислителю (CO<sub>2</sub>, ацетат) с образованием восстановленных

соединений (углеводов) и выделением O<sub>2</sub>, если окисляется вода [9].

Ключевой функцией зеленого растения является фотосинтез, обеспечивающий энергетическое состояние клеток и снабжающий их интермедиатами и пластическими веществами. Жизнеспособность растений, их устойчивость определяются в первую очередь тем, насколько слаженно протекают биохимические и физиологические процессы фотосинтеза, каков запас их прочности, какова лабильность этих процессов и способность исправлять возникающие неполадки. А избыточное засоление – это один из распространенных природных и



антропогенных факторов, воздействие которого вынуждены испытывать зеленые растения [3, 4].

Как сказывается это воздействие на разных сторонах фотосинтетической деятельности, как изменяется скорость синтеза участвующих в этом процессе пигментов, особенно если растения находятся в темноте, а затем переносятся на свет – получить ответ на эти и другие вопросы – цель наших опытов с молодыми растениями фасоли [12].

Основными фотосинтетически деятельными компонентами листьев растений являются зеленые пигменты – хлорофиллы а и b. Оптические свойства и фотохимическая активность хлорофиллов определяются химической структурой их молекул, позволяющей поглощать солнечную энергию и использовать ее для биосинтеза органических веществ [11].

Условия среды, в первую очередь свет, оказывают сильное влияние на функциональную активность растений, что отражается на их пигментном аппарате. Содержание и соотношение пигментов определяются многими внешними и внутренними факторами, действие которых интегрируется в активности двух процессов – биосинтезе и деградации пигментов [2].

По данным авторов [8] также отмечают, что в условиях хлоридного засоления снижается прочность связи хлорофилла с белково-липидным комплексом.

Авторы [5] Мининберг С.Я. и Зу Л. в экспериментах с листьями фасоли получили данные, которые показывают, что слабое сульфатное и хлоридное засоление способствует упрочнению

связи пигмент белкового комплекса. Авторы предполагают, что белки предохраняют хлорофилл от разрушения и стабилизируют комплекс под действием засоления. При повышении концентрации солей прочность связи уменьшается.

Фотосинтетическая деятельность растений зависит от многих внешних факторов, и главные из них – условия освещения, наличие углекислого газа, температура окружающей среды, водоснабжение и минеральное питание. Факторы внешней среды, воздействуя на отдельные реакции фотосинтеза, вызывают изменение активности фотосинтетического аппарата в целом, что в конечном итоге определяет общую продуктивность растений [7].

В условиях почвенного засоления фотосинтез претерпевает существенные изменения в результате токсического и осмотического влияния солей. При этом при прямом воздействии избыточного засоления на фотосинтетические процессы происходят и другие изменения обмена веществ, в частности, водного режима.

Одни авторы [6] отмечают снижение содержания хлорофилла в листьях культурных растений под действием хлоридного засоления, другие [10] – повышение содержания хлорофилла а и некоторую стабильность содержания хлорофилла b. Они связывают изменение количества хлорофилла со степенью солеустойчивости растений, а также с качеством и количеством засоления субстрата.

## **Методика исследований**

Лабораторные опыты по влиянию хлоридного засоления на



фотосинтетические показатели овощной сои и фасоли в различных растворах хлоридного засоления были проведены докторантом Ким В.В. в разделе докторской диссертации при Институте генетики и экспериментальной биологии растений в 2021 году в четырехкратной повторности.

Материал для исследования овощная соя сорта Изумруд и овощная фасоль сорта Звезда Востока.

Для проведения эксперимента семена овощной сои и фасоли после замачивания помещали для набухания и проращивания в темноте в дистиллированной воде, а через 3 суток после того как семена проклюнулись и вырос корешок, эти проростки переносили на свет и распределяли по 10 штук семян в чашки Петри различными концентрациями соленых растворов.

1). дистиллированная вода – контроль;

2). 0,40 % раствор хлористого натрия;

3). 0,60 % раствор хлористого натрия;

Осмотическое давление растворов 0,14 МПа.

Опыты в лабораторных условиях проводились в 4 срока: 1 срок – 3 день, 2

срок – 5 день, 3 срок – 7 день, 4 срок – 10 день, после начала освещения (перенос с темновой в световую фазу).

Количественное определение зеленых пигментов проводилось спектрофотометрическим методом, интенсивность фотосинтеза определялась по методу Ф.З. Бородулиной. Прочность связи хлорофилла с белком определяли по степени извлечения хлорофилла при низких и высоких концентрациях ацетона в петролейном эфире [1].

### **Результаты исследований**

В наших исследованиях при переносе растений овощной сои сорта Изумруд и фасоли сорта звезда Востока, из темной фазы на светлую, наблюдается значительное повышение концентрации зеленых пигментов по мере увеличения роста растений. При этом количество хлорофилла *a* увеличивается больше, чем хлорофилла *b* у растений на всех вариантах. При этом наблюдается значительное снижение биосинтеза молекул пигментов в присутствии солей хлорида натрия при разных концентрациях, чем больше концентрация от 0,30 – 0,40 к 0,60 % по сравнению с контролем (дистиллированная вода) (рис. 1).

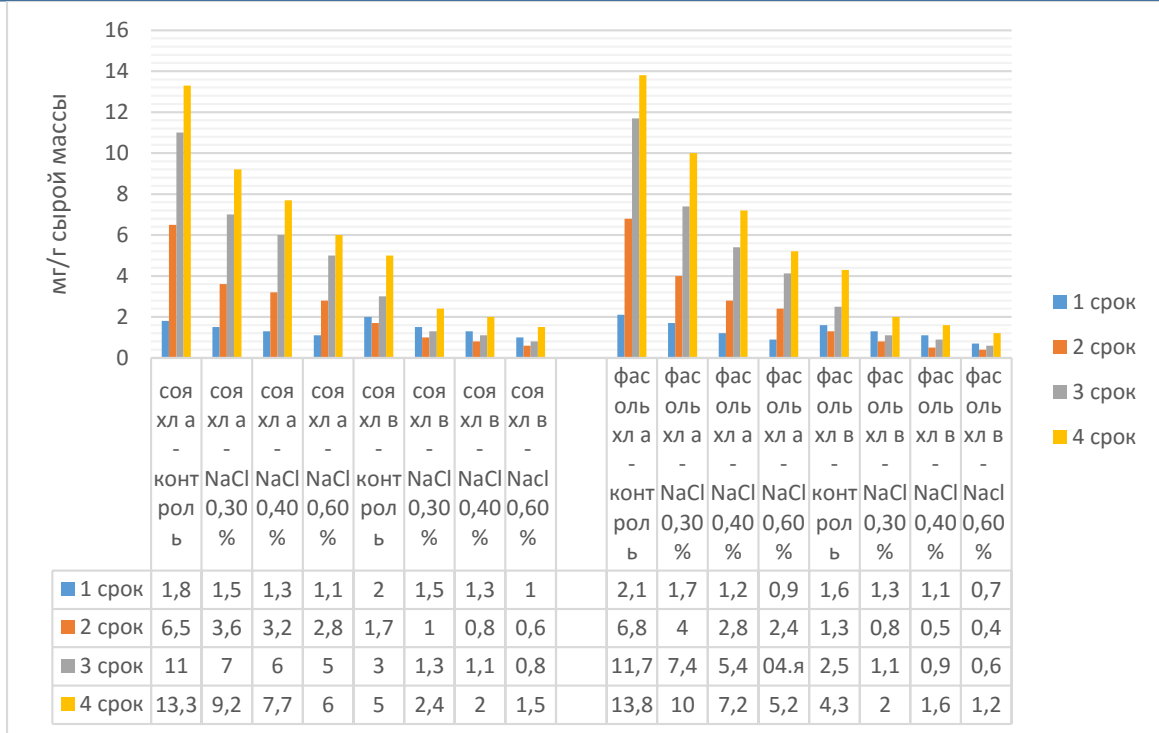


Рис. 1. Содержание зеленых пигментов в листьях овощной сои сорта Изумруд и фасоли сорта Звезда Востока

При хлоридном засолении накопление хлорофилла *a* и хлорофилла *b* в большей степени отстает от накопления его в контрольном варианте.

Наши исследования показали, что при смене режима освещения от темной фазе к светлой у контрольных растений овощной сои и фасоли наблюдалось устойчивое нарастание интенсивности фотосинтеза. Иная закономерность

выявлена у растений овощной сои и фасоли в различных солевых натрии хлоридных вариантах: в 1-й срок наблюдений у них была обнаружена тенденция к снижению интенсивности фотосинтеза по сравнению с растениями в контроле. При этом, чем больше концентрация растворов хлоридного засоления тем действие более выражено (рис. 2).

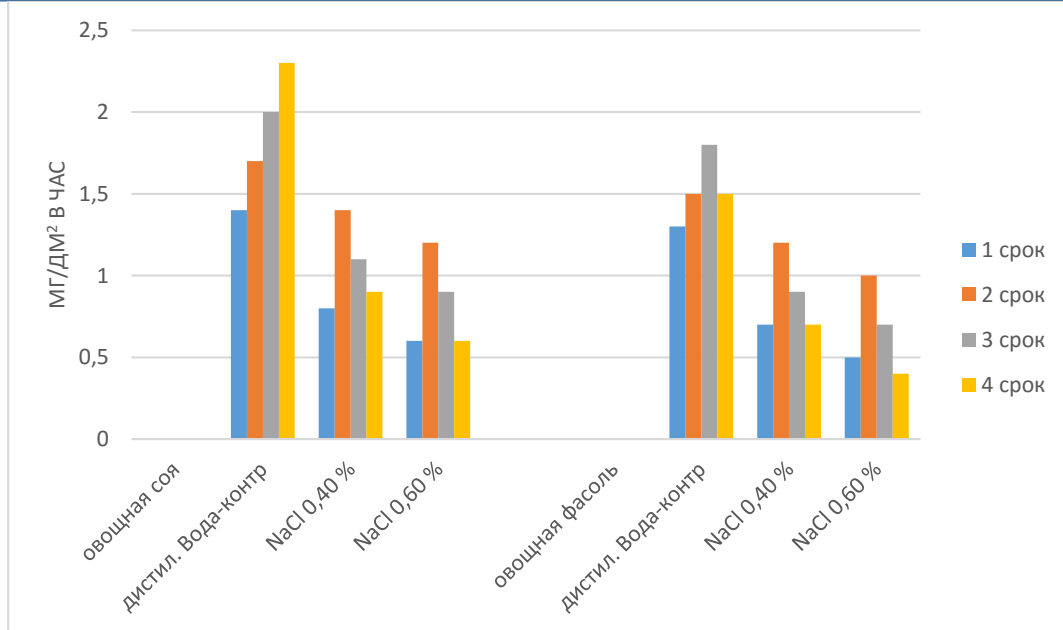


Рис. 2. Интенсивность фотосинтеза у молодых растений овощной сои и фасоли

По мнению автора [11], после некоторого первоначального снижения интенсивность фотосинтеза растений засоленного фона в дальнейшем выравнивается с интенсивностью в контроле, что свидетельствует о приспособительных перестройках физиологических функций организма к новым, экстремальным условиям.

Данная закономерность наблюдается и в наших экспериментах: в варианте с хлоридом натрия в зависимости от интенсивности концентрации засоления от 0,4 к 0,6 % фотосинтетическая деятельность сохраняет некоторое отставание в сравнении от контрольного варианта. А к 3-му и 4-му срокам у растений овощной сои и фасоли мы можем наблюдать резкое снижение интенсивности фотосинтеза в различных засоленных вариантах, по сравнению с контрольным вариантом.

Известно, что в процессе адаптации растение проходит два этапа:

быстрый первичный ответ (стресс-реакция) и значительно более длительный этап, в процессе которого образуются новые, более надежные и более эффективные защитные механизмы, ответственные за протекание онтогенеза в условиях длительного действия стрессора. Если стрессовое воздействие превышает защитные возможности организма, то развивается повреждение и может наступить гибель [6].

В наших исследованиях при различных концентрациях хлоридного засоления от слабо засоленного к среднему засолению повреждения и гибель растений овощной сои и фасоли не наблюдалось.

### Выводы

Таким образом, полученные результаты показывают, что при переносе растений овощной сои и фасоли из темной фазы на свет в условиях хлоридного засоления интенсивность фотосинтеза



существенно снижается, что обусловлено уменьшением количества зеленых пигментов и ослаблением прочности связи хлорофилл-белковых комплексов.

При хлоридном засолении в различных концентрациях от слабозасоленных и средnezасоленным накопление хлорофилла *a* и хлорофилла *b* в большей степени отстает от накопления его в контрольном варианте.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Гавриленко, В.Ф. Большой практикум по фотосинтезу / В.Ф. Гавриленко, Т.В. Жигалова; ред. И.П. Ермаков. М.: Академия, 2003. 254 с.
2. Дымова, О.В. Состояние пигментного аппарата растений живучки ползучей в связи с адаптацией к световым условиям произрастания / О.В. Дымова, Т.К. Головки // Физиол. растений. 2007. Т. 54, № 1. С. 47–53.
3. Ким В.В. Борьба с засолением почвогрунтов. Международная научно-практическая конференция. «Сельское хозяйство-2021». Украина. С. 49.
4. Лапина, Л.П. Влияние NaCl на фотосинтетический аппарат томатов / Л.П. Лапина, Б.А. Попов // Физиол. растений. 1970. Т. 17, вып. 3. С. 580–583.
5. Мининберг, С.Я. Влияние засоления и подкормки микроэлементами на состояние пигментов и активность хлорофиллазы в листьях фасоли / С.Я. Мининберг, Ле Зу // Физиол. и биохим. культ. растений. 1973. Т. 5, вып. 2. С. 187–190.
6. Пахомова, В.М. Основные положения современной теории стресса и неспецифический адаптационный синдром у растений // Цитология. 1995. Т. 37, № 1/2. С. 66–75.
7. Пономарева, С.А. Влияние хлористого натрия на пластидные пигменты листьев томатов / С.А. Пономарева, Д.Ф. Проценко, М.В. Сивцев // Физиол. растений. 1971. Т. 18, вып. 2. С. 404–408.
8. Сивцев М.В. Активность хлорофиллазы в листьях томатов под влиянием засоления и гербицида / М.В. Сивцев, С.А. Пономарева, Е.А. Кузнецова // Физиол. растений. 1973. Т. 20, вып. 1. С. 62–65.
9. Удовенко, Г.В. Солеустойчивость культурных растений / Г.В. Удовенко. М.: Колос, 1977. 213 с.
10. Филатова Л. А., Кусакина М. Г., Якушева И. Н. Влияние засоления на фотосинтетические показатели этиолированных проростков фасоли при переносе их на свет. Вестник Пермский государственный университет. С. 11-13.
11. Чупахина, Г.Н. Физиологические и биохимические методы анализа растений: практикум / Г.Н. Чупахина; Калинингр. ун-т. Калининград, 2000. 59 с.
12. Fang, Z. Chlorophyllase Activities and Chlorophyll Degradation During Leaf Senescence in NonYellowing Mutant and Wild Type of *Phaseolus vulgaris* L. / Z. Fang, J.C. Bouwkamp, T. Solomos // J. Exp. Bot. 1998. Vol. 49, № 320. P. 503–510.