

UO'K 581.1:577.1:633.34

Оценка влияния липидных компонентов *Halimodendron halodendron* на продукционные и физиолого-биохимические показатели сои**Курбанова Эльвира Рашидовна** 

Доктор философии PhD по сельскохозяйственным наукам, старший научный сотрудник Института химии растительных веществ имени акад. С.Ю. Юнусова Академии наук Республики Узбекистан

e-mail: elvirakurbanova1983@gmail.com

Юлдашева Нигора Каримовна 

Доктор философии PhD химических наук, старший научный сотрудник Института химии растительных веществ имени акад. С.Ю. Юнусова Академии наук Республики Узбекистан

Закирова Рано Пулатовна 

Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института химии растительных веществ имени акад. С.Ю. Юнусова Академии наук Республики Узбекистан

Самандарова Зарифа Янгибой кизи 

PhD докторант Института химии растительных веществ имени акад. С.Ю. Юнусова Академии наук Республики Узбекистан

Иботов Шохрух Хурматилло угли 

Доктор философии PhD химических наук, младший научный сотрудник Института химии растительных веществ имени акад. С.Ю. Юнусова Академии наук Республики Узбекистан

Дин Павел Русланович 

Врач судмед эксперт, Республиканский научно-практический центр судебно-медицинской экспертизы Ташкентского областного филиала

Annotatsiya. Soya urug'lariga *Halimodendron halodendron* o'simligining lipid komponentlari bilan ekishdan oldingi ishlov berishning urug'larning unib chiqishi, fotosintetik pigmentlar miqdori hamda stress omillari ta'sirida o'simliklarning rivojlanishiga ta'siri o'rganildi. Tadqiqotlar natijasida lipidlarning 0,001 % li suv emulsiyasi bilan urug'larga ishlov berish ularning unuvchanligini oshirgani hamda namlik tanqisligi sharoitida yetishtirilgan soya o'simliklarida xlorofillar va karotinoidlar miqdorining ortishiga yordam bergani aniqlandi. Dala sharoitida yuqori harorat ta'sirida ekishdan oldingi ishlov barg apparatining shakllanishini rag'batlantirdi va rivojlanishning fenologik bosqichlari tezroq kechishini ta'minladi. Bu esa lipid moddalarning stress-protektorlik xususiyatiga ega ekanligini hamda stress sharoitida soya o'simligining adaptatsion salohiyatini oshirishini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: *Glycine max* L., lipid komponentlari, *Halimodendron halodendron*, xlorofill, rivojlanishning fenologik fazalari, barg apparati, stressdan himoya qiluvchi ta'sir.

Аннотация. Изучено влияние предпосевной обработки семян сои липидными компонентами растения *Halimodendron halodendron* на прорастание, содержание фотосинтетических пигментов и развитие растений при воздействии стрессовых факторов. Установлено, что обработка семян водной эмульсией липидов в концентрации 0,001 % повышала всхожесть и способствовала увеличению содержания хлорофиллов и каротиноидов при выращивании растений сои в условиях недостатка влаги. В полевых условиях при воздействии высокого температурного режима предпосевная обработка стимулировала формирование листового аппарата и ускоряла прохождение фенологических фаз развития, что свидетельствует о стресс-протекторном действии липидных веществ и повышении адаптационного потенциала сои в условиях стресса.

Ключевые слова: *Glycine max* L., липидные компоненты, *Halimodendron halodendron*, хлорофилл, фенологические фазы развития,

листовой аппарат, стресс-протекторное действие

Abstract. The effect of pre-sowing treatment of soybean seeds with lipid components isolated from *Halimodendron halodendron* on seed germination, the content of photosynthetic pigments, and plant development under stress conditions was investigated. The results demonstrated that pre-sowing treatment with a 0.001% aqueous lipid emulsion increased seed germination and promoted higher chlorophyll and carotenoid contents in soybean plants grown under water-deficit conditions. Under field conditions characterized by elevated temperatures, the pre-sowing treatment stimulated leaf apparatus formation and accelerated the progression of phenological developmental stages. These findings indicate the stress-protective properties of the lipid components and their ability to enhance the adaptive potential of soybean plants under abiotic stress conditions.

Keywords: *Glycine max* L., lipid components, *Halimodendron halodendron*, chlorophyll, phenological phases of development, leaf apparatus, stress-protective action

ВВЕДЕНИЕ

Соя (*Glycine max* L.) является одной из важнейших сельскохозяйственных культур, обладающих высоким содержанием белка, липидов и биологически активных соединений [Qin P., Wang T., Luo Y., 2022, Singh G., 2010].

В последние десятилетия особое внимание уделяется не только селекции высокопродуктивных сортов, но и разработке методов повышения устойчивости растений к неблагоприятным условиям окружающей среды, включая дефицит влаги и высокие температуры. Эти факторы особенно актуальны для регионов с аридным климатом, где засушливые периоды могут существенно снижать урожайность.

По данным современных исследований, природные биостимуляторы способны повышать эффективность фотосинтетической деятельности, регулировать физиолого-биохимические процессы и активировать антиоксидантную систему растений в условиях водного дефицита [Mundiyara R., Sodani R., Bhatia S.S., 2020]. В связи с этим предпосевная обработка семян и листовое опрыскивание липосомальными формами липидных компонентов могут рассматриваться как перспективный подход к повышению адаптационного потенциала и продуктивности сои в условиях полувасушливого климата.

Известно, что липиды относятся к числу важнейших факторов, обеспечивающих устойчивость растений к воздействию абиотических стрессов. Они играют ключевую роль в функционировании растительного организма, участвуя в формировании и поддержании структуры клеточных мембран, процессах энергетического обмена, регуляции физиолого-биохимических реакций и адаптации растений к неблагоприятным условиям окружающей среды [Лубянова А.Р., Безрукова М.В., Шакирова Ф.М., 2021].

В этой связи перспективным направлением является создание природных регуляторов роста на основе липидных компонентов, применение которых для предпосевной обработки семян способствует повышению стрессоустойчивости растений и улучшению их адаптационных возможностей в условиях абиотических стрессов [Zakirova R.P., Khidyrova N.K., Gusakova S.D., 2024].

Цель данного исследования является изучение влияния предпосевной обработки семян сои водной эмульсией липидных компонентов *Halimodendron halodendron* и дополнительного листового опрыскивания липосомальной композицией на всхожесть, морфологические показатели, фотосинтетическую активность и содержание биологически активных веществ в растениях сои в условиях дефицита влаги и высоких температур.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Для изучения воздействия липидных компонентов *H. halodendron* на всхожесть, рост и развитие, содержание фотосинтетических пигментов растений использовались семена сои сорта Хосилдор, которые замачивали в водной эмульсии липидных компонентов в 0,001% концентрации. Опрыскивание проводили липидным комплексом в 0,0001% концентрации. В контрольном варианте семена не подвергали обработке. В лабораторных исследованиях семена высаживали в сосуды, в полевых мелкоделяночных опытах - в почву [Баранова В.Ф., Довыденко О.Г., Кочегура А.В., 2005]. Исследования проводились в 2025 году, повторность каждого опыта четырёхкратная.

Для изучения содержания хлорофиллов *a* и *b* и каротиноидов отбирали листья сои в фазе формирования первого тройчатого листа.

Пигменты экстрагировались в 80% ацетоне и определялись спектрофотометрически [Третьяков Н.Н., 1990].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ.

Для изучения влияния предпосевной обработки семян сои липидными веществами на всхожесть и содержание фотосинтетических пигментов обработанные семена высевали в сосуды и подвергали их воздействию водного дефицита. Как видно из данных рисунка 1, обработка семян оказала положительное влияние на их всхожесть. В контрольном варианте показатель всхожести был очень низкий и составлял 49,9 %. Применение водной эмульсии липидных веществ способствовало значительному повышению всхожести семян. При концентрации 0,001 % всхожесть достигала 73,5 %, при концентрации 0,0001 % - 69,9 %.

В фазу формирования первого тройчатого листа было изучено содержание пигментов в листьях растений сои, выращенных в условиях недостатка влаги. Как видно из данных, представленных в рисунке 2, в варианте с предпосевной обработкой семян наблюдается увеличение содержания пигментов по сравнению с контролем, содержание хлорофилла «a» увеличилось с 0,958 мг/г до 1,108 мг/г, хлорофилла «b» - с 0,520 мг/г до 0,790 мг/г, суммарное содержание хлорофиллов (a + b) увеличилось на 28% по сравнению с контролем (с 1,48 мг/г до 1,90 мг/г).

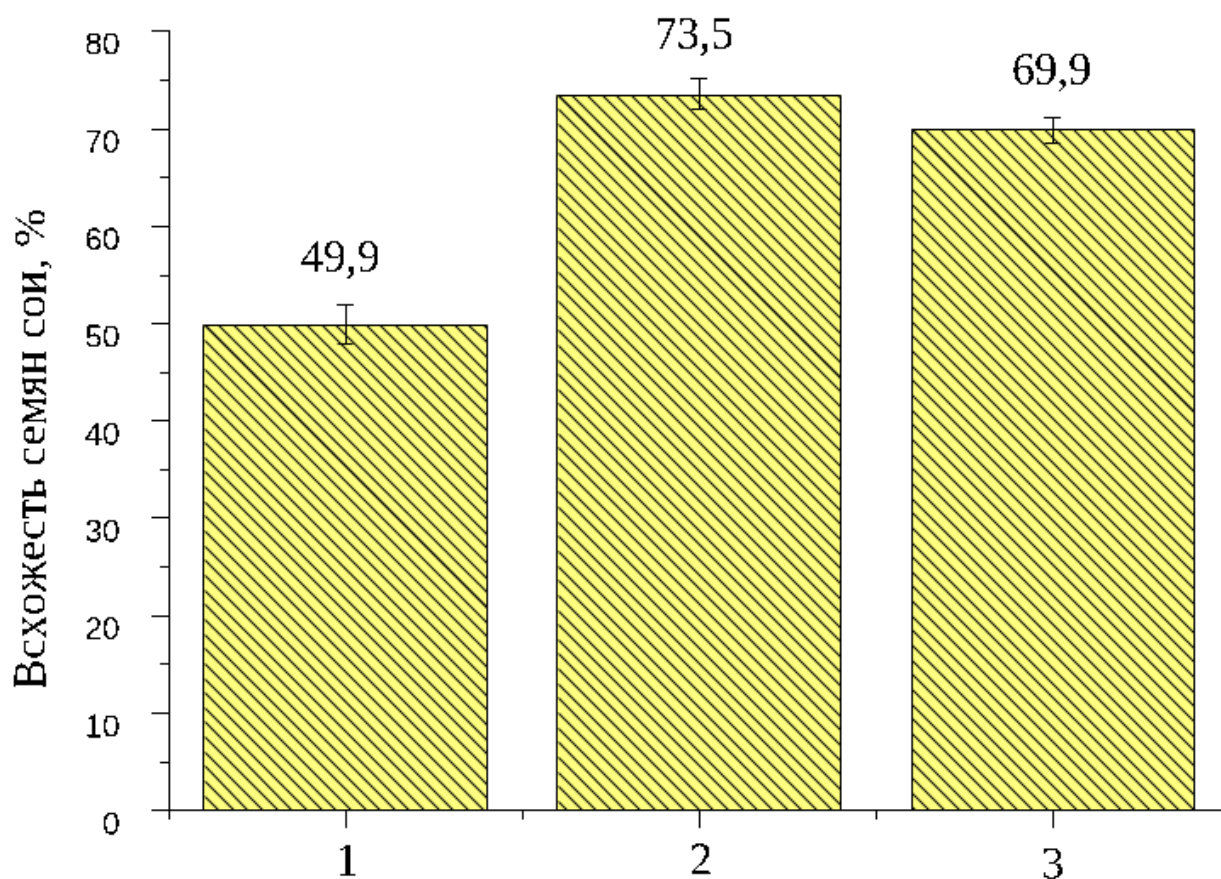


Рисунок 1. Влияние предпосевной обработки семян сои водной эмульсией общих липидов *Halimodendron halodendron* на всхожесть в условиях дефицита влаги

Также отмечается значительное увеличение уровня каротиноидов - с 0,084 мг/г до 0,177 мг/г, что указывает на активацию антиоксидантной системы растения под действием липидной обработки.

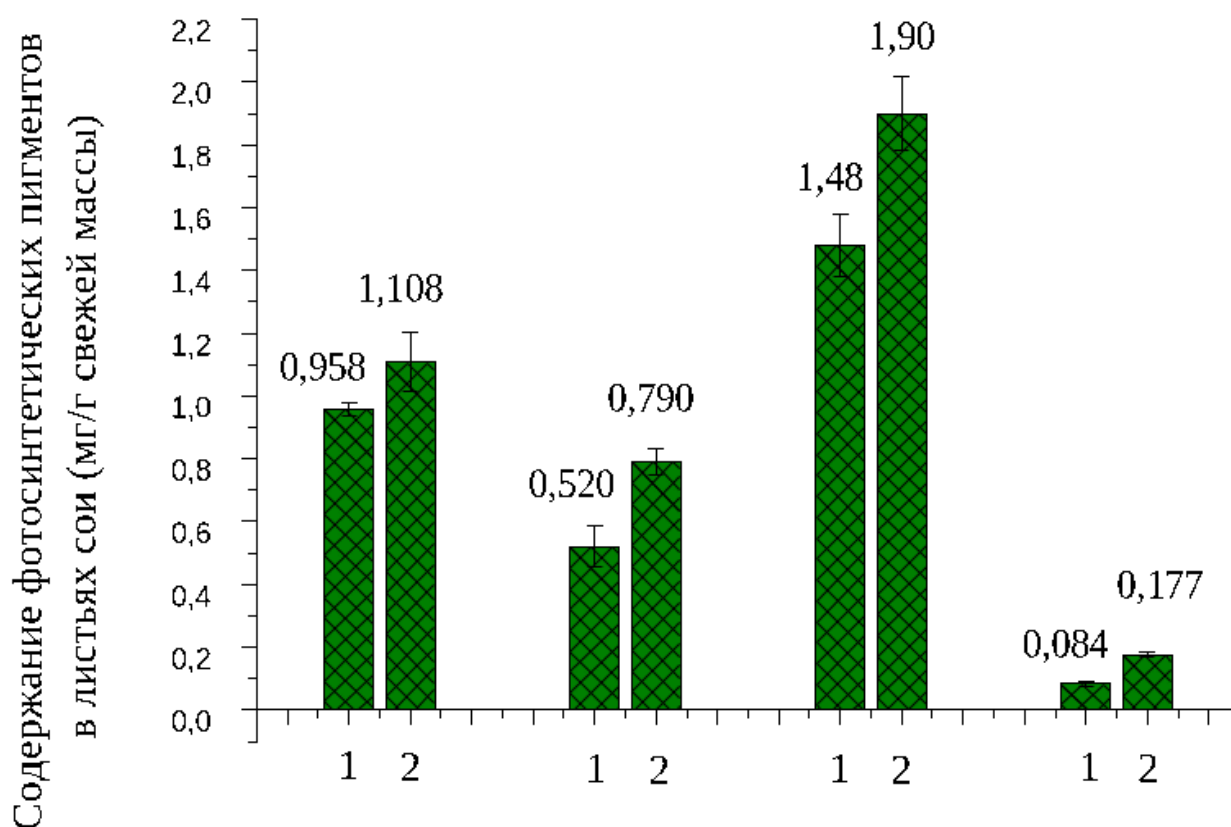


Рисунок 2. Влияние обработки семян сои водной эмульсией общих липидов из семян *Halimodendron halodendron* на содержание фотосинтетических пигментов в листьях сои

В результате обработки семян количество фотосинтетических пигментов в листьях растений увеличилось, что свидетельствует об активации фотосинтетического аппарата и повышении метаболической активности растений (Рисунок 2).

Полученные результаты свидетельствуют о стимулирующем воздействии исследуемых соединений на физиологические процессы прорастания семян и повышении адаптационных возможностей растений в условиях недостаточного водообеспечения.

С целью выявления влияния замачивания семян сои на формирование настоящих листьев и прохождения фенологических фаз развития был проведен посев семян сорта Хосилдор на опытном участке Института химии растительных веществ.

Оценку влияния обработки липидными веществами в 0,001% концентрации на формирование листового аппарата проводили в фазу бутонизации, цветения и формирования бобов. В контрольном варианте (без обработки) среднее количество листьев на одно растение составляло: в фазе бутонизации - 3,9 шт, в фазе цветения - 7,6 шт, в фазе формирования бобов - 13,9 шт, при проведении замачивания семян эмульсионной формой их количество составляло 4,1 шт, 7,7 шт, 14,6 шт. (Рис. 3).

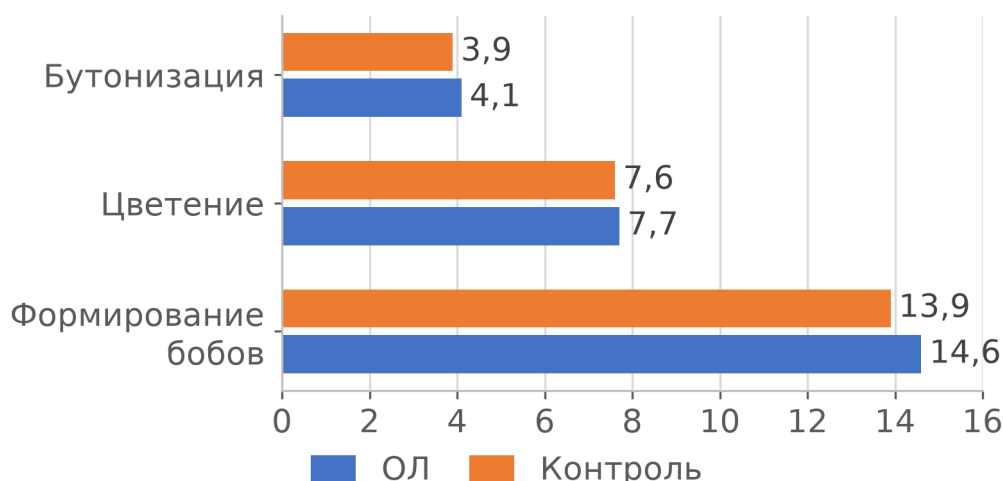


Рисунок 3. Влияние обработки семян сои водной эмульсией общих липидов семян *Halimodendron halodendron* на количество настоящих листьев в различные фазы развития

Показано, что обработка семян сои липидными веществами ускорила прохождение фенологических фаз развития растений (табл. 1). В опытном варианте с предпосевным замачиванием семян несмотря на более позднее появление всходов и фазы первого тройчатого листа на 1 день, последующие фазы развития растений наступали раньше контрольного варианта. Так, фаза цветения у обработанных растений отмечалась 15 июня, тогда как в контрольном варианте - 16 июня. Формирование плодов также происходило раньше и наблюдалось 27 июня, что на 2 дня раньше по сравнению с контролем.

Таблица 1.

Влияние обработки семян сои водной эмульсией общих липидов семян *Halimodendron halodendron* на фенологические фазы развития растений в полевых условиях

№	Варианты опытов	Посев семян	Всхожесть	фаза первого тройчатого листа	Цветение	Плодообразование
1	Контроль	05.05	12.05	17.05	16.06	29.06
2	ОЛ	05.05	13.05	18.05	15.06	27.06

ВЫВОДЫ.

Предпосевная обработка семян сои липидными компонентами *Halimodendron halodendron* повышала всхожесть семян и способствовала увеличению содержания хлорофиллов и каротиноидов в условиях водного дефицита, что свидетельствует о повышении устойчивости растений к стрессу. В полевых условиях при высоких температурах липидные компоненты стимулировали формирование листового аппарата и ускоряли прохождение фенологических фаз развития. Полученные результаты указывают на перспективность исследуемых веществ в качестве природных стресс-протекторов для повышения адаптационного потенциала и устойчивости растений сои к абиотическим стрессам.

Финансирование: Работа выполнена в рамках фундаментального гранта IL 79230518579 «Росторегулирующее действие биологически активных соединений на основе природного сырья на процессы адаптации и формирования бобового симбиоза сои

(Семейство *Leguminosae*)».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Qin P., Wang T., Luo Y. A review on plant-based proteins from soybean: Health benefits and soy product development // J Agr Food Res. 2022, 7:100265. 10.1016/j.jafr.2021.100265
2. Mundiyyara R., Sodani R., Bhatia S.S. Role of Plant Growth Regulators in Crop Production // Agriculture & Food: E-Newsletter. 2020, V.2. № 6. P. 822-825.
3. Singh G. The Soybean. Botany, Production and Uses; CABI: Wallingford, CT, USA. 2010, ISBN 978-1-84593-644-0.
4. Лубянова А.Р., Безрукова М.В., Шакирова Ф.М. Взаимодействие сигнальных путей при формировании защитных реакций растений в ответ на стрессовые факторы окружающей среды // Физиология растений. 2021. Т. 68(6), 563 с.
5. Zakirova R.P., Khidirova N.K., Gusakova S.D. Lipids, Lipophilic Components of Halophytes of the Flora of Uzbekistan and Their Biological Activity // Russian Journal of Plant Physiology. 2024, 71(4):129. <http://doi.org/10.1134/S102144372460689X>
6. Баранов В.Ф., Довыденко О.Г., Кочегура А.В. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар. 2005, - 110 с.
7. Третьяков Н.Н. Практикум по физиологии растений. - М.: Агропромиздат, 1990, - С. 86-94.