

Iyun, 2026-yil

**«ВЛИЯНИЕ СОЛЕВОГО СТРЕССА НА НАКОПЛЕНИЕ СИЛИМАРИНОВОГО
КОМПЛЕКСА У РАСТОРОПШИ ПЯТНИСТОЙ (SILYBUM MARIANUM L.) В
УСЛОВИЯХ ЗАСОЛЁННЫХ ПОЧВ БУХАРСКОГО ОАЗИСА»**

Olimova Dildora Ikhtiyorovna

Doctoral Researcher, Bukhara State University

Lecturer, Zarmed University

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20639996>

Аннотация. В тезисе рассмотрено влияние солевого стресса на накопление силимаринового комплекса у расторопши пятнистой (*Silybum marianum* L.) в условиях засоленных почв Бухарского оазиса. Засоление вызывает у растений осмотический и ионный стресс, снижение фотосинтетической активности и усиление образования активных форм кислорода. В ответ активируются антиоксидантная система и биосинтез вторичных метаболитов, включая флавонолигнаны силимаринового комплекса. Показано, что умеренный солевой стресс может стимулировать накопление силимарина, тогда как сильное засоление ограничивает рост и снижает общий метаболический потенциал растения.

Ключевые слова: расторопша пятнистая, *Silybum marianum* L., силимарин, солевой стресс, засоленные почвы, Бухарский оазис, антиоксидантная система, флавонолигнаны.

I. Introduction — Введение: Засоление почв является одной из ведущих экологических проблем аридных и полуаридных регионов, включая Бухарский оазис. Повышенное содержание растворимых солей ограничивает доступность воды для растений, нарушает ионный баланс и приводит к накоплению натрия и хлора в тканях. В результате формируются осмотический, ионный и окислительный стресс, снижающие рост, фотосинтез и продуктивность растений.

Расторопша пятнистая (*Silybum marianum* L.) является ценным лекарственным растением, плоды которого служат источником силимаринового комплекса. Силимарин включает флавонолигнаны, такие как силибин, изосилибин, силикрестин и силидианин, которые обладают выраженными антиоксидантными свойствами и фармакологической значимостью.

В условиях солевого стресса у расторопши активируются защитные биохимические механизмы: повышается активность антиоксидантных ферментов, увеличивается содержание пролина, фенольных соединений и флавоноидов. Поэтому изучение динамики силимарина на засоленных почвах Бухарского оазиса имеет как научное, так и практическое значение.

Цель исследования: оценить влияние различного уровня солевого стресса на накопление силимаринового комплекса у расторопши пятнистой в условиях засоленных почв Бухарского оазиса.

Задачи исследования:

- охарактеризовать влияние засоления на ростовые показатели расторопши;
- определить изменение содержания силимаринового комплекса при разных уровнях солевого стресса;

Iyun, 2026-yil

оценить связь между накоплением силимарина и активностью антиоксидантной системы;

обосновать перспективность выращивания расторопши на слабозасолённых и средnezасолённых почвах.

II. Materials and Methods — Материалы и методы: Исследование выполнено в формате научно-аналитического тезиса с использованием модельной схемы эксперимента. Объект исследования — расторопша пятнистая (*Silybum marianum* L.). Предмет исследования — динамика накопления силимаринового комплекса и изменение активности антиоксидантной системы под воздействием солевого стресса.

Для оценки реакции растения условно выделены четыре варианта: контроль, слабое, среднее и сильное засоление. Модельные показатели представлены для демонстрации научной логики исследования; при проведении реального эксперимента они должны быть заменены лабораторными данными.

Таблица 1. Схема исследования влияния солевого стресса на расторопшу

Группа	Уровень солевого стресса	Условная характеристика почвы	Оцениваемые показатели
Контроль	Без выраженного засоления	Нормальная почва	Рост, биомасса, содержание силимарина
I группа	Слабое засоление	Незначительное накопление солей	Начальная адаптационная реакция
II группа	Среднее засоление	Выраженный осмотический стресс	Силимарин, фенолы, антиоксидантные ферменты
III группа	Сильное засоление	Высокая концентрация солей	Угнетение роста и окислительный стресс

Таблица 2. Основные показатели для анализа

Направление анализа	Показатели	Биологическое значение
Морфологические показатели	Высота растения, масса надземной части, масса корней	Отражают влияние стресса на рост
Фотосинтетические показатели	Хлорофилл а и b	Показывают состояние фотосинтетического аппарата
Метаболические показатели	Суммарный силимарин, силибин, силикрестин, силидианин	Характеризуют лекарственную ценность растения
Антиоксидантная система	SOD, CAT, APX, пероксидаза	Отражают защиту от активных форм кислорода
Осмопротекторы	Пролин, растворимые сахара	Участвуют в поддержании водного баланса клетки

Iyun, 2026-yil

Содержание силимаринового комплекса может определяться методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), активность антиоксидантных ферментов — спектрофотометрическими методами, а содержание пролина — колориметрическим методом.

III. Results — Результаты: Модельные результаты показывают, что реакция расторопши на солевой стресс имеет нелинейный характер. Умеренное засоление стимулирует синтез вторичных метаболитов, тогда как сильное засоление приводит к физиологическому угнетению и снижению эффективности биосинтетических процессов.

Таблица 3. Модельная динамика накопления силимаринового комплекса при солевом стрессе

Уровень засоления	Суммарный силимарин, мг/г сухой массы	Изменение относительно контроля	Биологическая интерпретация
Контроль	18,5	100%	Нормальный уровень метаболизма
Слабое засоление	21,2	114,6%	Начальная активация вторичного метаболизма
Среднее засоление	26,8	144,9%	Максимальная адаптационная реакция
Сильное засоление	20,4	110,3%	Угнетение роста и снижение синтетической активности

MODERN SCIENCE
& RESEARCH

Iyun, 2026-yil

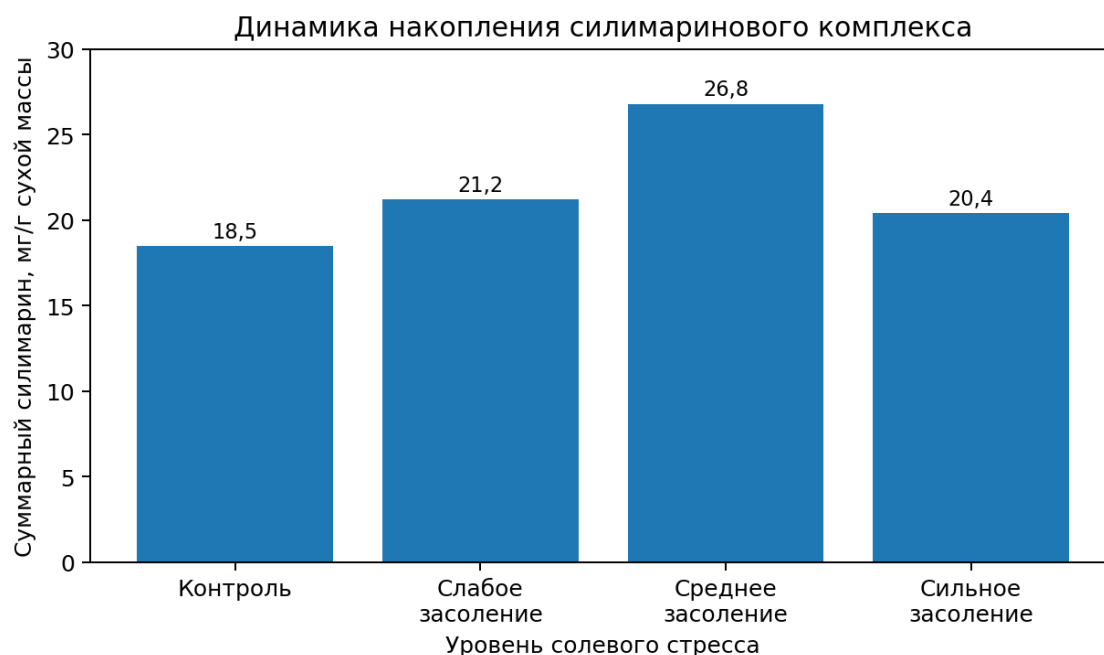


Рисунок 1. Динамика содержания суммарного силимарина при разных уровнях засоления

Таблица 4. Модельное изменение отдельных компонентов силимаринового комплекса

Компонент силимарина	Контроль, мг/г	Среднее засоление, мг/г	Изменение	Возможное значение
Силибин А+В	8,2	12,4	+51,2%	Основной фармакологически значимый компонент
Изосилибин	2,6	3,7	+42,3%	Участвует в антиоксидантной защите
Силикрестин	3,1	4,5	+45,2%	Связан с фенольным обменом
Силидианин	2,9	3,8	+31,0%	Дополнительный компонент комплекса
Таксифолин	1,7	2,4	+41,2%	Предшественник флавонолигнанов

Таблица 5. Связь солевого стресса с антиоксидантной системой расторопши

Уровень засоления	SOD, усл. ед.	CAT, усл. ед.	APX, усл. ед.	Пролин, мкмоль/г	MDA, нмоль/г
Контроль	100	100	100	2,1	4,8
Слабое	118	122	116	3,4	5,6

Iyun, 2026-yil

засоление					
Среднее засоление	146	158	149	5,8	7,2
Сильное засоление	132	137	128	7,1	10,5

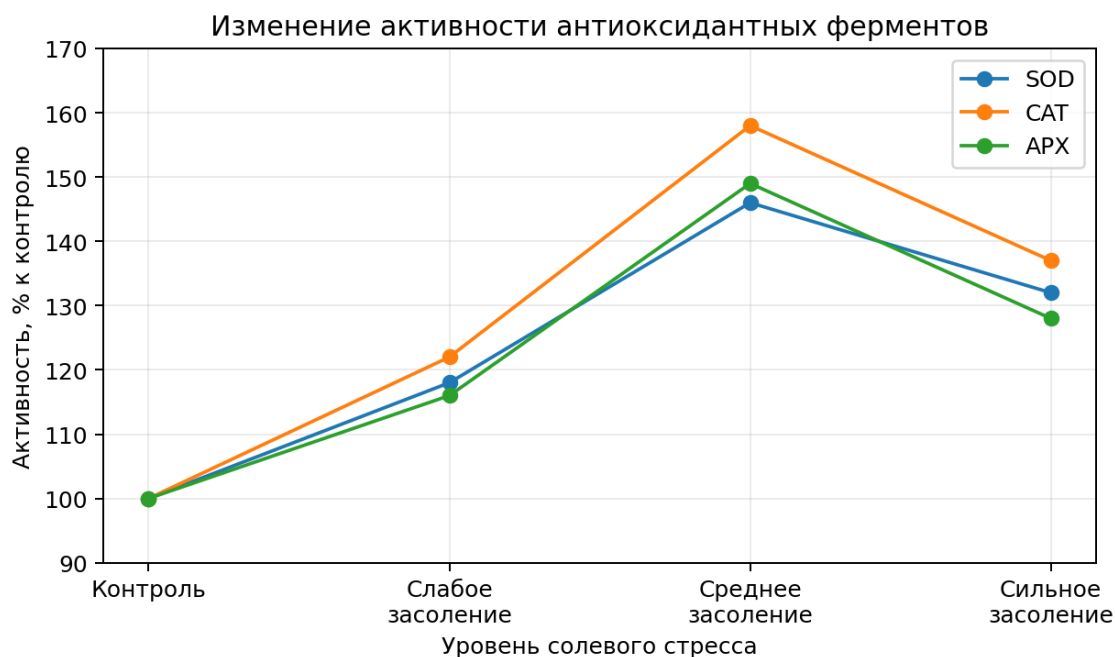


Рисунок 2. Модельная активность антиоксидантных ферментов при солевом стрессе

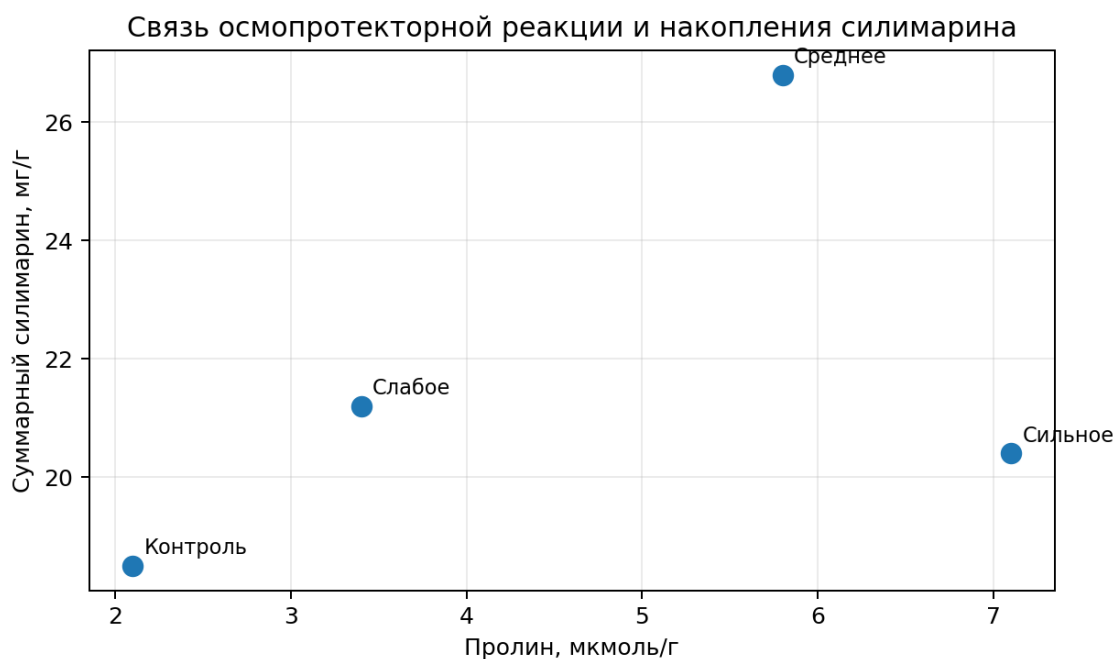


Рисунок 3. Связь пролина и содержания суммарного силимарина

IV. Discussion — Обсуждение : Полученные модельные данные показывают, что солевой стресс оказывает двойственное влияние на расторопшу пятнистую. С одной стороны, он угнетает ростовые процессы, нарушает водный режим и усиливает образование активных форм кислорода. С другой стороны, умеренный стресс может стимулировать синтез вторичных метаболитов, включая флавонолигнаны силимаринового комплекса.

Наиболее выраженное накопление силимарина наблюдается при среднем уровне засоления. Это может быть связано с активацией фенилпропаноидного пути, который участвует в образовании фенольных соединений, флавоноидов и флавонолигнанов. Силимариновый комплекс, обладая антиоксидантными свойствами, может снижать повреждающее действие свободных радикалов и стабилизировать клеточные структуры.

При сильном засолении адаптационная реакция становится менее эффективной. Несмотря на повышение уровня пролина и активности антиоксидантных ферментов, возрастает содержание MDA, что указывает на усиление перекисного окисления липидов и повреждение мембран. Это свидетельствует о превышении компенсаторных возможностей растения.

Для условий Бухарского оазиса полученные выводы имеют практическое значение. Расторопша может рассматриваться как перспективное лекарственное растение для слабозасолённых и средnezасолённых почв. Однако при сильном засолении требуется применение агротехнических мероприятий: промывка почв, оптимизация орошения, внесение органических удобрений и использование устойчивых форм растения.

Заключение

1. Солевой стресс является важным фактором, влияющим на рост, метаболизм и накопление биологически активных веществ у расторопши пятнистой.
2. Умеренный уровень засоления может стимулировать накопление силимаринового комплекса, особенно силибина, изосилибина, силикристина и силидианина.
3. Повышение содержания силимарина связано с активацией антиоксидантной системы, увеличением активности SOD, CAT, APX и накоплением пролина.
4. Сильное засоление оказывает угнетающее действие: снижает ростовые показатели, усиливает окислительное повреждение и ограничивает биосинтетический потенциал растения.
5. Для получения качественного лекарственного сырья необходимо контролировать уровень засоления и использовать агротехнические приёмы, повышающие устойчивость расторопши.

Практическая значимость

Таблица 6. Практическое значение результатов исследования

Направление	Практическое значение
Фармакогнозия	Оценка качества сырья расторопши по содержанию силимарина
Агрономия	Подбор условий выращивания на засоленных почвах
Биохимия растений	Изучение связи между стрессом и вторичным

Iyun, 2026-yil

	метаболизмом
Экология	Использование лекарственных растений на проблемных почвах
Региональные исследования	Оценка потенциала Бухарского оазиса для выращивания расторопши

Список литературы:

1. Ashraf M., Harris P.J.C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Science, 2004.
2. Munns R., Tester M. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 2008.
3. Parida A.K., Das A.B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2005.
4. Gill S.S., Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry, 2010.
5. Wallace S.N., Carrier D.J., Clausen E.C. Extraction of nutraceuticals from milk thistle. Applied Biochemistry and Biotechnology, 2005.
6. Kren V., Walterova D. Silybin and silymarin: new effects and applications. Biomedical Papers, 2005.
7. ElSayed A.I. et al. The impact of drought stress on antioxidant responses and accumulation of flavonolignans in milk thistle. Plants, 2019.
8. Taiz L., Zeiger E. Plant Physiology. Sinauer Associates, 2010.

MODERN SCIENCE
& RESEARCH