

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ТАДЖИКИСТАНА
ИНСТИТУТ БОТАНИКИ, ФИЗИОЛОГИИ И ГЕНЕТИКИ РАСТЕНИЙ**

УДК 581,1; 581,19

На правах рукописи



ГУЛЗОДА МАХМАЛИ КОДИР

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И
ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) В
УСЛОВИЯХ СТРЕССОРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Диссертация
на соискание ученой степени
доктора биологических наук по специальности
1.5.12. Физиология и биохимия растений

Научные консультанты: Алиев Курбон - доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Таджикистана; Заслуженный деятель науки и техники Республики Таджикистан

Партоев Курбонали – доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией генетики и селекции растений Института ботаники, физиологии и генетики растений НАН Таджикистана

Душанбе – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И (ИЛИ) УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	7
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.....	10
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	17
1.1. Картофель и его народнохозяйственное значение	17
1.2. Стрессовые факторы и физиологические параметры картофеля.....	19
1.2.1. Высокая температура воздуха	19
1.2.2. Засушливость почвы, относительное содержание воды (ОСВ) и водоудерживающая способность (ВД) листьев.....	27
1.2.3.Засоление почвы	31
1.2.4. Интенсивность транспирации и водоудерживающая способность	38
1.3. Влияние стрессовых факторов на биохимические показатели.....	42
1.3.1. Причины образования активных форм кислорода в норме и при стрессе.....	44
1.3.2. Роль АФК в нормальных и в стрессорных условиях.....	50
1.3.3. Функционирование антиоксидантной системы у растений под влиянием стрессовых факторов.....	53
1.3.4. Ферменты детоксикации H_2O_2	56
1.3.5. Регулирование и кодирование антиокислительных ферментов	57
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	62
2.1. Место проведения исследований	62
2.2. Почвенно – климатическая характеристика места проведения исследования.....	62
2.2.1.Почвенно – климатическая характеристика Хуросонского района.....	62
2.2.2. Почвенно – климатическая характеристика Гиссарской долины	65
2.2.3. Почвенно-климатическая характеристика зоны Канаска, джамоата Ромит города Вахдата	67
2. 3. Объект и методы исследования	69

2.3.1. Определение относительного содержания воды	70
2.3.2. Определение водного дефицита в листьях	70
2.3.3. Определение содержания пластидных пигментов.....	71
2.3.4. Методика удаления листьев генотипов картофеля.....	72
2.3.5. Определение площади листьев	73
2.3.6. Определение интенсивности транспирации (ИТ)	73
2.3.7. Водоудерживающая способность листа.....	74
2.3.8. Определение активности ферментов (КАТ, АПО и СОД).....	74
ГЛАВА 3. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ КАРТОФЕЛЯ В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗОНАХ ТАДЖИКИСТАНА	83
3.1. Морфо - физиологическая характеристика признаков коллекционного материала	93
3.2 Продукционный потенциал картофеля в зависимости от вертикальной зональности выращивания	101
3.3. Корреляционная связь между экологическими факторами и морфологическими признаками картофеля.....	106
ГЛАВА 4. ЗАВИСИМОСТЬ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ КАРТОФЕЛЯ ОТ СРОКОВ ПОСАДКИ.....	114
4.1.О летнем сроке посадки картофеля.....	114
4.2. Осенний срок посадки картофеля	122
ГЛАВА 5. ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КАРТОФЕЛЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СТРЕССОВЫХ ФАКТОРОВ (ВЫСОКАЯ ТЕМПЕРАТУРА, ЗАСУХА, ЗАСОЛЕННОСТЬ)	129
5.1. Водный гомеостаз растений картофеля при засухе.....	129
5.2. Площадь листьев картофеля в зависимости от фазы развития растений.....	137
5.3. Количество и масса листьев в разные фазы развития растений	143
5.4. Влияние засоленности почвы на морфо-физиологические признаки картофеля	155

5.5. Влияние высокой температуры на содержание фотосинтетических пигментов картофеля	161
5.6. Интенсивность транспирации у сортообразцов картофеля.	164
5.7. Влияние удаления листьев на морфо – физиологические параметры и продуктивность картофеля в условиях стресса.	175
5.8. Водоудерживающая способность (ВУС) листьев у сортообразцов картофеля	186
ГЛАВА 6. ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ КАРТОФЕЛЯ.....	211
6.1. Активность антиокислительных ферментов (супероксидисмутаза, аскорбатпероксидаза, каталаза) у растений картофеля в условиях стресса.....	212
6.2. Связь между физиологическими параметрами и активностью антиоксидантных ферментов картофеля	219
ГЛАВА 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ СОРТООБРАЗЦОВ КАРТОФЕЛЯ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ТАДЖИКИСТАНА.....	233
7.1. Расходы при выращивании сортообразцов картофеля в условиях жаркого климата юга Таджикистана.....	233
7.2. Эффективность выращивания сортообразцов картофеля в условиях юга Таджикистана	235
7.3. Эффективность выращивания картофеля в зависимости от зоны возделывания в Таджикистане.....	237
КОНЦЕПЦИЯ ВЫПОЛНЕННОЙ НАУЧНОЙ РАБОТЫ	243
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	247
РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОИЗВОДСТВУ	250
ЛИТЕРАТУРА	251
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ ...	291
ПРИЛОЖЕНИЯ	300

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ, УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АО – Антиоксиданты

АПБ – Ацил-переносящий белок

АПО – Аскорбатпероксидаза

АФК – Активные формы кислорода

БТШ – Белки теплового шока

ВД – Водный дефицит

ВУС – Водоудерживающая способность

ГР – Глутатионредуктаза

ЖК – Жирные кислоты

ИН – Индекс ненасыщенности

ИТ – Интенсивность транспирации

КАТ – Кatalаза

КД – Конъюгированные диены ЖК

МАП-Киназы – митоген-активируемые протеинкиназы

МДА – Малоновый диальдегид

НСТ – Нитро - синий тетразолий

НАД – Никотинамидадениндинуклеотид

НАДФ – Никотинамидадениндинуклеотидфосфат

ООН – Организация объединенных нации

ОС – Окислительный стресс

ОСВ – Относительное содержание воды

ПНЖК – Полиненасыщенные жирные кислоты

ПОЛ – Перекисное окисление липидов

СОД – Супероксиддисмутаза

ТЕМЕД – N,N,N',N'-тетраметилэтилендиамин

ФАР – Фотосинтетически активная радиация

ФМСФ – Фенилметилсульфонилфторид

ФС – Фотосистема

ЭПР – Эндоплазматический ретикулум

ЭДТА – Этилендиаминтетраацетат

UV – Ультрафиолетовое облучение

УППЛ – Удельная поверхностная плотность листа

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования.

Одной из глобальных проблем является повышение температуры воздуха на планете, которая провоцирует стрессовые факторы и отрицательно воздействует на жизнедеятельность живых организмов. [208, 298, 294, 42]. Основными стрессовыми факторами последствий повышения температуры являются засуха и засоление почв.

Согласно прогнозам, повышение средней температуры воздуха на Земле только на один градус может привести к резкому сокращению орошаемых пахотных земель и, следовательно, может повлиять на изменение видового разнообразия многих культурных растений [316, 3, 294].

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) относится к одной из важных продовольственных культур в мире и имеет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности, и устойчивого развития экономик как развитых, так и развивающихся стран. Не исключение и Республика Таджикистан, где картофель по важности занимает второе место после пшеницы, особенно в условиях изменения климата [72, 29, 10, 150]. Однако, следует отметить, что производство картофеля в стране не отвечает современным требованиям норм потребления населения в виду отсутствия высокопродуктивных, а главное устойчивых к высокой температуре воздуха сортов.

В связи с этим, наиболее перспективным является возможность выращивания картофеля не только в горных и предгорных зонах Республики Таджикистан, но и использовать земли южных регионов, отличающихся высокими температурами и дефицитом воды.

При создании новых сортов картофеля необходимо учитывать ответные физиолого - биохимические реакции разных сортов картофеля, характер проявления полезных признаков, продукционный потенциал в условиях высокой температуры воздуха. Известно, что высокая температура воздуха провоцирует повышение уровня засоления почв, так как

при испарении воды наблюдается накапливание солей и недостаток влаги в почве.

Негативные факторы среды влияют опосредовано на метаболизм растений, так как вызывают окислительный стресс, имеющий отрицательное воздействие. Окислительный стресс связан со сверхпродукцией активных форм кислорода в условиях воздействия стрессов, которые способны вступать в реакции и образовывать свободные радикалы. В растениях заложены защитные механизмы или антиоксидантные механизмы, отвечающие за детоксикацию свободных радикалов. Функционирование антиоксидантной защиты генотипов картофеля в естественных условиях выращивания при длительных стрессорных воздействиях (жара, засоления) связано с активностью антиоксидантных ферментов и в первую очередь супероксиддисмутазой, каталазой, аскорбатпероксидазой и др. Кроме того, проявления ответных реакций и активность антиоксидантных ферментов в онтогенезе растений картофеля позволяют выявить устойчивые к воздействию стрессорных факторов генотипы в естественных условиях выращивания.

В настоящее время, в различных научно – исследовательских учреждениях мира ведутся исследования по изучению физиолого – биохимических процессов происходящих в изменяющихся условиях среды с целью выявления устойчивости и продуктивности различных сельскохозяйственных растений [198, 324,103]. Вопросы адаптации различных сельскохозяйственных культур к действию неблагоприятных факторов среды и формирование ряда морфо - физиологических признаков в разных агроэкологических условиях, особенно в южных зонах Таджикистана, которые характеризуются высокими температурами воздуха, остаются открытыми и имеют принципиальное значения для решения проблем продовольственной и биологической безопасности [10, 33, 103, 105].

В связи с этим изучение динамики изменчивости морфо - физиологических, биохимических параметров и продуктивности различных

генотипов картофеля в изменяющихся почвенно - климатических условиях юга Таджикистана с целью выявления устойчивых и высокоурожайных сортов является актуальным и перспективным [10, 33, 103, 105].

Степень научной разработанности изучаемой проблемы.

Агроэкологические условия долин Таджикистана, где колебание среднесуточных температур воздуха составляет 24 - 35⁰ С (на высотах 350 - 550 м над ур. моря), способствуют выращиванию раннего урожая картофеля [10, 33].

Изучение влияния стрессорных факторов среды на морфо - физиологические и биохимические параметры растений имеет глобальное значение. На современном этапе, большой вклад в изучение устойчивости и адаптации растений при стрессорных воздействиях внесли ученые В.Р. Заленский, П.А.Генкель, Б.П. Строганов, Вл.В. Кузнецов, В.К. Войников, М.Н. Мерзляк, А.П.Гарифзянов и др. Определённый вклад был внесён и таджикскими учёными Ю.С.Насыровым, Х.Х.Каримовым, К.А. Алиевым, М.М.Якубовой и др.

В частности в лаборатории молекулярной биологии и биотехнологии растений Института ботаники, физиологии и генетики растений НАН Таджикистана были изучены [123, 17, 110] биохимические механизмы устойчивости различных генотипов картофеля к солевому стрессу, засухе, про - и антиоксидантные системы растений картофеля, получены линии картофеля устойчивые к высокой температуре с использованием методов биотехнологии [109, 111, 110]. Также были исследованы особенности образования столонов *in vitro* и интенсификации производства оздоровленного картофеля с применением биотехнологии столоновых культур [143, 10, 121]. Ряд исследований посвящен влиянию теплового шока и последующей почвенной засухи на активность окислительных систем растений картофеля (*Solanum tuberosum* L.) [148].

Данная научная работа посвящена изучению некоторых аспектов физиолого - биохимической адаптации разных высокопродуктивных

сортаобразцов картофеля под воздействием стрессорных факторов в жарких климатических условиях юга Таджикистана. В работе имеются ценные сведения о связи морфологических признаков с физиологическими параметрами, а также сведения о связи физиологических параметров с антиокислительными ферментами под воздействием стрессорных факторов.

Связь исследования с программами (проектами), научной тематикой.

Диссертационная работа является результатом многолетних исследований, которая осуществлена по плану научно - исследовательских тематик лаборатории молекулярной биологии и биотехнологии растений Института ботаники, физиологии и генетики растений Национальной академии наук Таджикистана «Молекулярно – генетические механизмы устойчивости и продуктивности растений, полученных на основе методов биотехнологии», и «Использование современных методов биотехнологии и получение новых продуктивных и адаптивных к экстремальным факторам среды сельскохозяйственных культур» за № ГР 0116ТJ00540 (в период с 2014 по 2021 гг.).

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель исследования.

Изучение физиолого - биохимических параметров, способствующих формированию адаптационного потенциала различных генотипов картофеля и выявление особенностей фенотипических признаков при выращивании в жарких условиях юга Таджикистана.

Задачи исследования.

- Изучить морфо – физиологические особенности различных сортаобразцов картофеля в условиях юга Таджикистана;
- Определить параметры водного гомеостаза у разных генотипов картофеля в онтогенезе растений;
- Определить влияние засоленности почвы на ростовые параметры сортаобразцов картофеля;

- Изучить антиоксидантный статус различных генотипов картофеля на примере ферментов супероксиддисмутазы, каталазы, аскорбатпероксидазы в условиях стресса;
- Провести сравнительный анализ продуктивности сортообразцов картофеля при разных сроках посадки;
- Выявить влияние удаления листьев на изменение морфо – физиологических признаков и продуктивность картофеля в условиях стресса;
- Выявить экономическую эффективность выращивания перспективных сортообразцов картофеля на юге Таджикистана.

Объект исследования.

Объектом исследования было изучение физиолого - биохимических особенностей картофеля в условиях жаркого климата юга Республики Таджикистан с целью получения высоких урожаев.

Тема исследования.

Физиолого - биохимические параметры и продуктивность картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в условиях стрессорного воздействия.

Научная новизна работы.

Выявлены генотипы картофеля, отличающиеся по физиологическим особенностям и хозяйственно - ценным признакам в зависимости от вертикальной зональности зоны выращивания, а также выявлены некоторые аспекты устойчивости растений при хлоридном и сульфатном засолении почвы в естественных условиях выращивания юга Таджикистана.

Впервые изучены активность антиоксидантных ферментов КАТ, СОД и АПО растений картофеля в естественных условиях выращивания при длительных стрессорных воздействиях жары и засоления почв юга Таджикистана.

Выявлено, что при высокой активности антиоксидантных ферментов у растений картофеля наблюдается низкий показатель водного дефицита, и наоборот. Высокая активность антиоксидантных ферментов в листьях растений способствует усилению приспособительных реакции растений к

условиям стрессового воздействия и позволяет проявить наибольший адаптационный потенциал в условиях высокой температуры воздуха юга Таджикистана.

Установлены онтогенетические особенности проявления ответных реакции антиоксидантной системы растений картофеля и выявлены наиболее устойчивые к стрессу генотипы, обладающие механизмом лабильно – восстанавливающих систем защиты в условиях жаркого климата.

Впервые выявлена коррелятивная зависимость уровня каталитической активности антиоксидантных ферментов КАТ, СОД и АПО и водного гомеостаза в естественных условиях выращивания, на продуктивность картофеля в условиях юга Таджикистана.

Теоретическая и научно-практическая значимость исследования.

Впервые, в условиях юга Таджикистана выявлены некоторые аспекты функционирования антиоксидантной системы защиты растений при воздействии абиотических факторов среды. Показано, что водный гомеостаз и транспирация при длительном стрессорном воздействии жары, недостатка влаги в почве и засоления коррелирует с активностью антиоксидантных ферментов КАТ, СОД и АПО.

Показано, что высокая температура воздуха вызывает водный дефицит у растений. Высокий показатель водного дефицита наблюдался у сорта Нилуфар (25.06%), а у сортов Файзабад и Таджикистан водный дефицит был сравнительно ниже (20.41 и 17.65% соответственно), что свидетельствует о большей устойчивости этих генотипов к воздействию высокой температуры.

Доказано, что высокая температура воздуха вызывает изменение активности антиоксидантных ферментов СОД, КАТ и АПО у всех изученных форм картофеля. Однако данная ответная реакция к высоким температурам имеет некоторую специфику и зависит от генотипа растений. Устойчивый сорт картофеля Таджикистан обладает более высоким показателем активности фермента СОД, КАТ и низким показателем активности АПО. АПО проявляет низкое сродство к своему субстрату, аскарбиновой кислоте и

быстро теряет активность. В связи с понижением синтеза аскорбиновой кислоты при высоких температурах, и следовательно устойчивость сортов в большей степени зависит от уровня активности других ферментов антиоксидантной системы, в том числе каталазы.

Выявленные закономерности могут быть рекомендованы для прогнозирования урожайности картофеля в условиях изменения климата и дальнейшего внедрения устойчивых сортов в производство. Предлагаемый вариант физиолого - биохимической оценки адаптивного потенциала, устойчивости и продуктивности картофеля могут быть применены для других сельскохозяйственных культур в целях их культивирования в наиболее жарких регионах. Полученные закономерности расширяют наши знания о механизмах реализации генотипической мощи растений в неблагоприятных агроклиматических условиях и могут быть использованы при разработке учебных программ по курсам физиологии, биохимии и селекции растений в ВУЗах Республики Таджикистан.

Выявлено, что в почвенно - климатических условиях Хуросонского района юга Таджикистана от выращивания таких изученных сортов картофеля как Бунафша, Таджикистан (К), Клон - №73, Клон - 15tj, Клон № 13tj, Клон Файзабад и F₁(Нилуфар х Клон-2) можно получить от 25 до 30 т/га урожая.

Показатели водного обмена (ОСВ, ВД, ИТ и ВУС листьев) можно использовать в качестве тест - признаков для оценки устойчивости генотипов и прогнозирования продукционного потенциала картофеля в жарких климатических условиях юга Таджикистана.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Особенности проявления физиолого-биохимических показателей формирования продуктивности у различных генотипов картофеля в условиях высокой температуры воздуха.

2. Выявление возможной корреляционной связи между различными морфологическими полигенными признаками картофеля и факторами среды.

3. Оценка функциональной активности антиоксидантных ферментов СОД, КАТ и АПО в реализации адаптационного потенциала растений картофеля в условиях жаркого климата юга Таджикистана.

4. Обоснование роли водного гомеостаза в реализации антиоксидантного потенциала устойчивых генотипов растений картофеля при воздействии экстремальных факторов в естественных условиях выращивания.

5. Обоснование целесообразности выращивания перспективных генотипов картофеля в условиях жаркого климата с целью получения высокого урожая и рекомендации их использования в производстве.

6. Особенности роста и развития картофеля в зависимости от сроков посадки в условиях жаркого климата юга Таджикистана.

Степень достоверности результатов.

Достоверность результатов, выводов и заключения базировалась на основе статистической обработки полученных научных результатов и их математической обработке по методу Б.А. Доспехова и с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2010.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности (с обзором и областью исследования).

Диссертация соответствует паспорту специальности 1.5.12. Физиология и биохимия растений, утвержденного ВАК при Президенте Республики Таджикистан по следующим пунктам:

- 5. Фотосинтетические пигменты;
- 11. Физиолого-биохимические основы устойчивости растений к стрессовым условиям внешней среды. Физиология и биохимия адаптации растений к стрессу;
- 17. Активные формы кислорода в растениях, их структура, синтез и функции. Антиоксидантная система растений.

Личный вклад соискателя учёной степени в научные исследования состоит в самостоятельном сборе и обработке фактического экспериментального материала, его анализе, проведении лабораторных и

полевых исследований, формулировке цели и задач, научных положений и выводов, подготовке научных публикаций, написании и оформлении диссертации. Доля авторского участия не менее 90%.

Апробация и реализация результатов диссертации.

Основные положения диссертационной работы доложены на следующих международных и республиканских конференциях: «Роль отрасли семеноводства в обеспечении продовольственной безопасности», Душанбе, 2015 г.; VII-ой международной конференции «Экологические особенности биологического разнообразия», Душанбе, 2017 г.; IV - международной научной конференции «Экология и география растений и растительных сообществ», Екатеринбург, 2018 г.; Всероссийской научной конференции с международным участием и школы молодых учёных, Иркутск, 2018 г.; 66 - ой годичной международной научно - практической конференции ТГМУ им Абуали ибни Сино «Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире», Душанбе. 2018 г.; XV - международной научно - практической конференции «Пища, экология, качество», Краснообск, 2018 г.; Научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля», Москва, 2018 г.; V международной научно-практической конференции «Овощеводство и бахчеводство», посвященной 45-летию создания Опытной станции «Маяк», Круты, 2019 г.; Республиканской научной конференции «Адаптация живых организмов к изменяющимся условиям окружающей среды», Душанбе, 2019 г.; «Наука и инновационные концепции», Москва, 2020 г.; International scientific –

practical conference «Theoretical and practical aspects of the development of the vegetable growing industry in modern conditions», Ukraina, Kharkov, 2020 г.; Научно-практической конференции (69 - й годичной) с международным участием посвященной 30-летию Государственной независимости Республики Таджикистан и годам развития села, туризма и народных

ремесел (2019 - 2021) «Достижения и проблемы фундаментальной науки и клинической медицины», Душанбе, 2021 г.

Публикации по теме диссертации.

По теме диссертационной работы опубликованы 52 научные работы, в том числе 23 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ и ВАК Республики Таджикистан, 21 тезисе докладов и материалах международных научно-практических конференций и семинаров, а также одна монография и один патент.

Структура и объем диссертации.

Диссертация изложена на 302 страницах компьютерного текста и состоит из введения, 7 глав, выводов и рекомендаций к производству. Работа иллюстрирована 38 таблицами, 97 рисунками и 12 фотографиями. Список литературы включает 333 наименования, в том числе 166 зарубежных авторов.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Картофель и его народнохозяйственное значение

Растение картофеля относится к роду *Solanum* L., семейству пасленовых (Solanaceae). Все полученные в мире сортообразцы картофеля относятся к виду *Solanum tuberosum* L. и все размножаются клубнями (вегетативно), которые развиваются на концах подземных стеблей, так называемых столонов. В селекционном процессе ученые также используют способ семенного размножения для получения новых форм и линий этой культуры. Существует множество данных о том, что у рода *Solanum* в настоящее время насчитывается более 200 диких и полудиких видов картофеля.

В настоящее время в производственных условиях очень широко распространён только один вид картофеля - *S. tuberosum*, а также культурный вид – *S. andigenum* [173, 302].

Картофель - одна из наиболее древних и распространенных культур на Земном шаре. Биологическая ценность картофеля заключается в его органическом и неорганическом составе клубней и их пищевых качествах. Эти параметры зависят от генетических свойств различных сортообразцов, гибридов и клонов картофеля при разных агроэкологических условиях возделывания [126, 23, 24]. Картофель является многолетним травянистым, клубненосным сельскохозяйственным растением, которое выращивают, как однолетнее растение. Это связано с тем, что вегетационный период картофеля (начиная с прорастания клубней и завершая процессом их образования) проходит в течение одного года. Данное растение является основной пищевой культурой из - за чего оно получило название "второй хлеб" [22, 27, 167, 168, 98].

Белок картофеля является ценнейшим продуктом, который называется туберин, и его содержание больше, чем наблюдается у других культур [168].

У кормовых сортов картофеля обычно содержание белков свыше 2 - 3% и других сухих органических остатков.

Клубни технических сортообразцов картофеля содержат большое количество крахмала, у этих сортов картофеля содержание крахмала составляет более 18%.

Картофельный крахмал является незаменимым сырьем для различных отраслей народного хозяйства и широко применяется в медицине и химической промышленности.

Наряду с этим, у универсальных сортов картофеля обычно наблюдается среднее количество крахмала и белков и они отличаются по вкусовым качествам клубней. Они характеризуются повышенным содержанием лизина и почти 100 - процентной переваримостью и усвояемостью в организме человека и животных. Клубни картофеля содержат от 0.53 до 1.87% золы, в состав которой входят калий, кальций, фосфор, сера, железо, бром и другие элементы [168, 36]. Картофель также является важнейшим источником комплексов витаминов: В₁ (аневрин) примерно на 10 – 15 %, РР (ниацин) на 15 %, В₂ (рибофлавин) и провитамина А (каротин) на 1 – 2 %. Содержание витамина С в картофеле колеблется в пределах 15 – 25 мг на 100 г сырого вещества, а содержание азотистых веществ, главным образом, белков и свободных аминокислот, варьирует в пределах 0.44 – 2.34 % и в среднем составляет 1.27 % от сухого вещества [22, 167, 168].

В отрасли животноводства используют клубни и надземную часть картофеля, а фермеры из зелёной части картофеля изготавливают разные каротиновые гранулы.

В составе клубней картофеля обычно имеется 75 – 80 % воды. Количество сухих веществ в зависимости от сортов картофеля составляет 20 – 25 %, из них более 70 % составляет крахмал. Кроме того, в сухом остатке клубней картофеля содержатся сахар, клетчатка, азотистые соединения, жиры и зольные элементы, которые определяют его продовольственное и техническое значение [59, 22, 124].

Из клубней картофеля в процессе переработки обычно производят такие важные продукты, как крахмал, спирт, патоки и другие технические вещества. Обычно различают ассимиляционный и запасной виды крахмала. В процессе фотосинтеза (в зелёных пигментах) происходит образование ассимиляционного крахмала, который распадается до образования сахаров. Образовавшиеся сахара посредством перемещения запасаются в столонах и клубнях картофеля. В этих частях растений сахара превращаются в запасной крахмал [46, 79, 149].

Картофель является также хорошим концентрированным сочным кормом для кормления молочного скота. По литературным данным, суточная норма картофеля при скармливании коровам в 39 стойловый период составляет 25 - 30 кг. Кормовая единица картофеля выше, чем у кормовой свеклы, тыквы и турнепса. На одну кормовую единицу требуется 3 кг картофеля, в то время как для кормовой свеклы, тыквы и турнепса этот показатель составляет соответственно 8.0; 7.9 и 12.1кг [22].

1.2. Стрессовые факторы и физиологические параметры картофеля

1.2.1. Высокая температура воздуха

Глобальные колебания климатических условий имеют региональные особенности и оказывают различное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных растений [170, 11, 30, 85, 114]. Анализ литературы показывает, что на земном шаре изменения будут продолжаться до конца двадцать первого столетия.

Ряд авторов информирует, что «по климатическим моделям, на которые средняя температура Земли может повыситься на величину от 1.4 до 5.8°C между 1990 и 2100 годами». По оценкам различных структур ООН, неблагоприятные последствия, связанные с изменением климата будут иметь сезонный характер, что приведет к снижению валового сбора сельскохозяйственной продукции на 15 – 50 %. Изменение климата

отрицательно повлияет на различные агроэкологические ресурсы, а также на здоровье населения [3, 6].

Вероятно, что изменение климата может вызвать другие неблагоприятные факторы, которые сильно могут влиять на формирование продуктивности растений.

В связи с этим изучение механизмов адаптационных возможностей у живых организмов, включая и растительные, в настоящее время является чрезвычайно актуальным.

Такие климатические факторы, как высокая температура воздуха, сильные ветры, осадки и засуха индуцируют высушивание поверхности почвы, снижение почвенной влаги, высыхание корнеобитаемого слоя почвы, увеличение концентрации солей в почве, что, в конечном счете, приводит к гибели сельскохозяйственных растений [90, 312, 127].

Региональные особенности изменения климата оказывают значительное влияние на агроклиматические условия произрастания сельскохозяйственных культур в Таджикистане. Согласно литературным данным, для Таджикистана возможен сценарий быстрого потепления климата в 2050 году, где температура воздуха повысится на 3 - 5° С [6].

Как известно, клубни картофеля дают ростки, а формирование корневой системы происходит при температуре почвы +7 - 8° С. Глазки на поверхности клубней обычно начинают пробуждаться под воздействием температуры почвы свыше +3 - 5°С. Наряду с этим температура воздуха свыше +23 - 25°С значительно укорачивает сроки появления всходов. Таким образом, наиболее подходящей температурой воздуха для прорастания клубней считается +18 - 25° С. С повышением температуры воздуха до +30 - 35° С происходит полное прекращение прорастания клубней.

Под воздействием, как минусовых температур воздуха – 1 - 1,5° С, так и положительных температур - 35 ° С наблюдается гибель клубней картофеля [12, 22, 91, 123, 323, 149].

В настоящее время имеется существенный пробел в изучении влияния изменения климата на рост и развитие различных сельскохозяйственных культур и следовательно на сельскохозяйственное производство.

Под влиянием климатических стрессорных факторов (повышенная температура, засуха, водный дефицит и т.д.) в клетке происходят морфофизиологические, молекулярно – биохимические процессы, способствующие изменению не только фенотипических, но и генетических признаков у растений. Эти факторы также негативно воздействуют на продолжительность вегетации, урожайность и на продукционный потенциал растений [14, 8, 135, 210, 49, 1, 50, 13, 69, 33, 68].

Картофель является продовольственным растением, которое выращивают в различных благоприятных условиях. Благодаря продовольственной ценности этой культуры возделывают его в различных агроэкологических условиях (в северных и южных регионах всего мира) [46, 98].

В настоящее время нет достаточных научных данных о конкретном влиянии глобального потепления на рост, развитие и продуктивность картофеля в различных странах мира [170, 114, 312, 5, 167].

Известно, что растения нормально развиваются при длительном и более интенсивном освещении. В этих условиях столоны и клубни приобретают зеленую окраску и в них происходит синтез хлорофилла и накопление ядовитого вещества, так называемого соланина, который повышает устойчивость к болезням. Озелененные клубни картофеля обладают лучшими семенными качествами. Известно также, что ботва и генеративные органы картофеля хорошо развиваются в длительные дни. При коротком продолжительном дне растения мало расходуют органические вещества на формирование роста и развитие ботвы. Остальная часть органических веществ накопленная в растениях используется в процессе формирования вегетативных органов. Для синтеза большого количества органических веществ растению необходимо много зеленой

массы. Поэтому, в начале вегетации наиболее благоприятными условиями для получения высокого урожая клубней являются более длительные дни, а в конце вегетации, наоборот короткие дни [12, 149].

Учёный показали, что условия выращивания сельскохозяйственных растений сильно действуют на экспрессию генов, которые локализованы в геноме растений. Эти факторы положительно влияют на биологический потенциал растения в зависимости от условий прорастания. Изучение климатических параметров и знание особенностей роста и развития растений в онтогенезе способствует познанию механизмов влияния стрессорных факторов на жизнедеятельность разных генотипов растений [62, 149].

Факторы среды могут существенно влиять на интенсивность и характер протекания физиологических - биохимических процессов.

Имеется сообщение, что «многие физиологические функции растений претерпевают существенные сдвиги под воздействиями атмосферной засухи и высокой температуры воздуха» [15, 136]. «При этом происходит торможение биосинтеза ростовых активирующих веществ, что вызывает замедление роста надземной части и корневой системы. Также в этих случаях наблюдается изменение водного режима и повышение водоудерживающей силы клеток. В этих процессах усиливается осмотическое давление клеточного сока и повышается его концентрация. Кроме того, происходит снижение интенсивности транспирации и изменение соотношения различных фракций воды, проницаемости цитоплазмы, функциональной активности органоидов клетки, в частности, пластидного аппарата и его пигментного комплекса» [15, 136, 169, 285, 286].

Как сообщает автор, «повышение температуры усиливает воздушную засуху и на протяжении длительного времени может ускорить эволюцию по транспирации [165].

Следует также отметить, что такие факторы, как потепление воздуха, высыхание почвы и засоленность почвы вызывают депрессию в процессах

прохождения многих физиологических и биохимических реакции в клетках и в целом в организме [15, 65, 136, 171, 165].

Таким образом, все эти неблагоприятные факторы вызывают нарушение нормального протекания процессов синтеза различных биохимических веществ и тем самым способствуют распаду ферментов, и других белков, а также углеводов, что приводит к изменению коллоидно - осмотического состояния цитоплазмы и, в целом, к замедлению накопления органических веществ [182, 201, 312, 136, 57, 6].

При высыхании почвы происходит усугубление последствий воздействия стрессорных факторов, которые вызывают значительный экономический ущерб в сельском хозяйстве. Поэтому изучение динамики нарастания засухи при изменении климата имеет большое значение в адаптации растений.

В ряде работ показано, что изменение климата может индуцировать повышение температуры, воздуха и способствуют усилению засоленности оказывая воздействие на жизнедеятельность агрофитоценозов [18, 151, 153, 5, 285].

Например, под влиянием этих стрессоров у мягкой пшеницы наблюдается нарушение биохимических процессов. Обычно это выражается в распаде белков, изменении биохимических свойств цитоплазмы, а также снижении количества запасаемого растениями органического вещества [41, 164].

Поэтому исследование влияния температуры воздуха на генотипы картофеля, испытание и подбор новых генотипов, и сортообразцов картофеля обладающих высокими адаптационными способностями, для возделывания в разных природно - экологических зонах Таджикистана с учетом изменения климата представляет большой теоретический и практический интерес.

Изменение климата имеет свою специфику и особое значение в растениеводстве Таджикистана, где характерны разнообразные типы

климата: от типичной жаркой пустыни с малым годовым количеством осадков, до климата высокогорной зоны с отрицательной среднегодовой температурой воздуха [59, 67, 82].

С целью повышения продуктивности сортов картофеля, которые были бы толерантными к действию неблагоприятных стрессоров и имели хорошие показатели по многим полигенным признакам (скороспелость, продуктивность, устойчивость к болезням и вредителям и другим), используют разные инновационные методы для создания новых генотипов этой культуры [10, 73, 77, 154].

В процессе создания новых устойчивых и продуктивных сортов картофеля необходимо использовать все параметры растений, и физиологические, и биохимические, и иммунно - ферментные, и генетические а также биотехнологические подходы (*in vitro*) для глубокого анализа перспективности. [83, 84, 56, 32, 109].

Для своевременной и качественной оценки исходного материала картофеля (и других растений) в процессе создания новых генотипов многие авторы [210, 135, 84, 45] предполагают учитывать влияние не только высокая температура воздуха и кратковременные воздушно - почвенной засуху но и особую роль таких физиологических показателей, как осмотический стресс водный гомеостаза. Исходя из этого, для успешной селекционной работы при получении новых перспективных генотипов картофеля рекомендуется использование новых сортообразцов картофеля, которые имеют разное географическое и агроэкологическое происхождение [79, 87, 152, 109, 117].

Отрицательное действие почвенной и воздушной засухи, причиной которых в основном является высокая температура воздуха, приводит к ослаблению тургора и водоудерживающей способности листьев у картофеля в течение вегетации. В целом, в результате таких стрессорных воздействий на растения картофеля, связанных с нехваткой влаги в почве происходит нарушение нормального протекания многочисленных биохимических реакций в производственных условиях [80, 81, 89, 205, 177, 274].

В связи с этим, изучение генотипической особенности различных сортообразцов, гибридов и клонов картофеля с учётом их разного географического происхождения является необходимым условием для современной селекции и семеноводства в будущем [16, 92, 33, 112].

Таким образом, достижение стабильно высоких урожаев клубней картофеля высокого качества на 50 - 70% зависит от сорта картофеля, что требует создания и использования новых высокопродуктивных генотипов, устойчивых к негативному воздействию биотических и абиотических факторов среды [64, 124, 274].

Известно, что в условиях засухи, причиной которой является высокая температура воздуха и почвы, прекращается рост клубней и тем самым наблюдается и снижение урожайности картофеля. Обычно в таких случаях (при температуре воздуха более 25⁰ С) в конце столонов и сформировавшихся клубней образуются мелкие клубни (деткование), что отрицательно влияет на форму клубней, их внешний вид и рыночную значимость [51].

К приоритетным направлениям увеличения производства картофеля можно отнести один из важных факторов - получение новых, адаптированных к разным условиям выращивания сортообразцов картофеля, гарантирующих повышение урожайности [167].

Согласно сообщениям ряда авторов [54, 140, 44, 108], в повышении устойчивости растений к воздействию высокой температуры основная роль принадлежит процессу функционирования разных органелл клетки (ядро, митохондрия и хлоропласты) но большая часть принадлежит хлоропластам листьев растений, в которых происходит процесс фотосинтеза. Для нормальной регуляции процесса фотосинтеза чрезвычайную и важную роль играет активность фермента рибулозо-1,5 - бисфосфаткарбоксилазы/оксигеназы (РБФКО). Показано, что от активности данного фермента (РБФКО) зависит и эффективность цикла Кальвина и

образование продуктов фотосинтеза в том числе и сахаров, которые принимают участие в формировании устойчивости в условиях стресса.

Также в литературе встречаются работы [134, 113, 255], в которых показано, что под воздействием теплового шока (ТШ) происходит значительное повышение устойчивости растений к воздействию неблагоприятных факторов среды. , так как наблюдается биосинтезу белков теплового шока (БТШ) играющих роль шаперонов защищающих от повреждений белки и нуклеиновых кислоты. Тепловой шок (кратковременный) вызывает процесс усиления формирования различных биохимических соединений (растворимые сахара, свободные аминокислоты, пролин и другие), которые усиливают процесс стабилизации функционирования фермента РБФКО (Рибулозо - 1,5 – бисфосфаткарбоксилазы - оксигеназы находящегося в мембране клеток [140, 148].

С другой стороны, тепловой шок (ТШ) приводит к медленному прохождению различных физиологических и биохимических реакций в клетках организма. Обычно, этот процесс провоцирует засуха в почве и ТШ приводит к повышению защитного эффекта у растений [147, 148]. Эти авторы также сообщают, что тепловой шок приводит к активности группы ферментов-прооксидантов, которые повышают устойчивость растений картофеля к солевому стрессу.

Наряду с этим, также имеется сообщение о влиянии водного дефицита, ультрафиолетового облучения и других факторов среды [95] на толерантность растений к стрессорам [148].

На основе сообщения Бободжанова [48], рост и развитие растений картофеля, главным образом, зависит от суммы эффективных температур. Так показано , что «всходы картофеля в зависимости от сорта в предгорной зоне появлялись через 23 - 25 дней, а в горной зоне - на 18 - 25 день после посадки клубней. В зависимости от биологии сорта, цветение растений в предгорной зоне наблюдалось через 46 - 58 дней, а в горной - через 46 - 49

дней после всходов. В предгорьях всходы появляются раньше, и в период цветения растений наблюдается постепенное повышение температуры воздуха».

Он также сообщает, что многие морфологические признаки картофеля (темпы прохождения фазы развития растений: бутонизация, цветение, созревание, формирование количества стеблей на растение и другие) во многом связаны с агроэкологическими факторами среды, прежде всего от суммы эффективных температур во время вегетации растений. В частности, наступление фазы бутонизации, цветения и отмирания ботвы у сортов картофеля в условиях горной зоны и в долине протекают в разные сроки [25, 48, 120]. Например, наступление фазы цветения у сортов картофеля в предгорной зоне наблюдается в основном в середине июля, в то время как это явление в горной зоне совпадает с концом июля и серединой августа [48].

1.2.2.Засушливость почвы, относительное содержание воды (ОСВ) и водоудерживающая способность (ВД) листьев

К различным абиотическим стрессам относятся холод, засуха, засоление, затопление, воздействие критических температур, тяжелые металлы в почве, степень кислотности или щелочности почвы, повышенное содержание озона, дефицит элементов минерального питания и т.д. Эти стрессорные факторы могут оказать отрицательное воздействие на рост, развития и продуктивность и даже приводить к гибели растений [201, 206, 128].

Картофель является влаголюбивой культурой. В течение онтогенеза растений изменяется его потребность к почвенной влаги. В начале цветения до прекращения прироста ботвы у картофеля наблюдается высокая потребность воды.

Почвенная влага положительно сказывается на нормальном росте и развитии корневой системы различных сортов картофеля при выращивании в разных агроэкологических условиях. Нормальный рост

корневой системы картофеля, наряду с влагой почвы, также зависим от уровня питания, доступности воздуха в корнеобитаемом слое почвы и других факторов среды. Оптимальным варинатом для нормально роста и развития корневой системы и надземной части растений картофеля является уровень влажности почвы в пределе 73 - 83% от полной полевой влагоемкости в разных фазах развития сортообразцов картофеля. Необходимо отметить, что высокая влажность почвы (более 85% от почвенной влагоемкости) отрицательно влияет на рост и развитие растений, вызывает преждевременную гибель надземной части растения, медленное увеличение массы клубней, а также снижение общей биомассы сортов картофеля. В связи с этим необходимо соблюдать поливные нормы картофеля и уровень влагоемкости почвы при выращивании этой культуры.

Влагообеспеченность растения оказывает влияние на процесс накопления крахмала, а нехватка почвенной влаги в фазе созревания также вызывает уменьшение массы клубней и снижение урожайности картофеля [22, 154].

Расход воды на один га посадки картофеля достигает примерно 3 тыс.м³ на суглинистых и 4 тыс.м³ супесчаных почвах (соответственно на супесчаных почвах при урожае 30 т/га) [172]. Высокий расход воды приходится на фазы- бутонизация, цветение и созревание урожая. В этих фазах обычно расходуется поливной воды в объеме от 40 до 60 м³ /га/сутки [58].

В связи с особенностями природных условий, ограниченных осадками в период вегетации, первостепенную роль играет способность растений регулировать водный режим надземных частей, водоудерживающая сила тканей, а также способность к репарации физиологических признаков после действия засухи. Условия дефицита влаги могут резко негативно сказаться на закладке генеративных почек, степени цветения и декоративности красиво цветущих растений. Поэтому создание новых засухоустойчивых сортообразцов картофеля имеет большое практическое и теоретическое значение.

В оптимальных условиях роста и развития растений картофеля непрерывно протекает процесс обмена воды в течение вегетации, что во многом зависит от почвенно - климатических факторов, а также от генетических особенностей сортообразцов картофеля. К основным параметрам водного обмена относятся такие физиологические процессы, как транспирация, водоемкость, оводненность, водный дефицит, относительное содержание воды и другие.

Известно, что снижение количества почвенной влаги более 75% приводит к изменению формы и структуры органов у растений [307]. Кроме того, короткий или длительный (один день) водный стресс приводит к существенным изменениям протекания многих физиологических процессов и в результате чего наблюдается снижение количества клубней и урожайности у картофеля [141, 203].

Результаты исследований некоторых авторов показывают, что «при меньшем поступлении влаги из почвы (чем дневные её потери в процессе транспирации), выявлена прямая зависимость между количеством почвенной влаги и урожайностью картофеля [154, 304, 203] и большой ущерб урожаю наносит засуха».

Согласно сообщению авторов «недостаточность влаги в почве задерживает начало роста столонов [2] и клубнеобразования» [266]. Эти авторы также сообщают, что «длительное действие стресса приводит к замедлению завязываемости клубней и при засухе сильно замедляется рост клубней. Это приводит к значительному недобору сухого вещества» [266, 241].

Длительная засуха в почве в течение вегетации, особенно в фазе созревания вызывает значительное снижение количества запасного крахмала в составе клубней сортов картофеля. Это явление также способствует усилению процесса формирования клубней картофеля иногда, приводит к формированию трещин на поверхности клубней, деткование и пустоты внутри клубней [241, 265, 321, 308, 176].

На основе литературных данных [304, 271], в условиях засухи у сорта картофеля Дезире наблюдается высокая фотосинтетическая активность, как при оптимальном режиме полива, так и при нехватке поливной воды. В этом случае наблюдалось значительное уменьшение формирования продукции фотосинтеза в ботве и накопление их в клубнях.

В литературе сообщается о том, что резкое снижение фотосинтетической активности у картофеля в основном связано с водным дефицитом [297].

При водном дефиците у растений картофеля наблюдается быстрое закрытие устьиц листьев, что вызывает снижение расхода воды в процессе транспирации. Это замедляет процесс доступа углекислого газа (CO_2) в растениях, что очень важно для процесса фотосинтетической ассимиляции [145, 142, 197].

Значительное снижение ассимиляции наблюдается у сортов картофеля, которые более чувствительны к недостаткам влаги в почве [297], что вызывает недостаток воды в цитозоле клетки. В этом случае происходит дисбаланс электролитов, хотя при этом не наблюдается высыхание цитоплазмы. Знание физиолого - биохимических особенностей засухоустойчивости у картофеля имеет биологическое значение в процессе роста и развития картофеля в течение вегетации растений. С другой стороны, засуха сопровождается тепловым стрессом, что осложняет разграничение функциональной активности клетки при стрессе.

Из вышеизложенной информации вытекает, что устойчивость картофеля к засухе характеризуется полигенным характером наследования. Для практической деятельности в области физиологии и биохимии разработки новых инновационных методов диагностики устойчивости к воздействию абиотических факторов, в частности, к водному стрессу, высокой температуре и засолению имеют фундаментальное значение [158, 157, 146]. В частности, ряд ученых сообщают, что для устойчивых к солености сортообразцов картофеля характерны следующие важные

показатели водного обмена: водный дефицит и относительное содержание воды. Эти показатели могут быть использованы в качестве индикаторов для определения общих механизмов толерантности к влиянию разных стрессоров. «Показано, что показатели водного обмена в разных сортах картофеля при нехватке воды свидетельствуют о разных адаптационных реакциях генотипов картофеля к засухе» [146, 99, 57]. «Например, такие новые сорта картофеля, как «Таджикистан», «Рашт», «Файзабад», «Дусти», «Академия наук - 1» (АН - 1), выведенные таджикскими селекционерами, мало расходуют поливную воду во время вегетации по сравнению с сортом «Кардинал» (сорт селекции Голландия)» [57, 152].

Также другими авторами доказано, что слабый водный дефицит существенно влияет на многие метаболические процессы, на рост и развитие растений картофеля. Это отрицательно влияет на процессы метаболизма в зависимости от продолжительности его действия. Определение физиологических параметров позволяет точно и экономно использовать водные ресурсы при засухе [72].

1.2.3.Засоление почвы

Как известно, в мире приблизительно 22% сельскохозяйственных земель считаются засоленными почвами. Согласно последним данным, в связи с изменением климата из года в год продолжает неуклонно расти в количество засоленных почв в мире [215], особенно в засушливых и полузасушливых районах» [178]. На протяжении всей истории человечества засоленность почвы была главной проблемой для мирового сельского хозяйства [257], так как на таких почвах невозможно получить высокий урожай сельскохозяйственных культур.

Как известно, засоленные почвы составляют более 7 % всей поверхности земли, «усиление засоления пахотных земель приведет к 50 % потери земли к середине 21 - го века» [324, 302].

В настоящее время в Республике Таджикистан засоленные почвы составляют около 100 тыс. га на которые требуют проведение необходимых агротехнологических приёмов в зависимости от разных зонах республики [90, 92, 215].

В основном эти виды засоленных почв имеют такие - ионы, как Na, Ca или Mg, хлориды, сульфаты и карбонаты. По прогнозу уже через ближайшие 25 лет на земном шаре около 30 % земель станут не пригодными для сельскохозяйственного использования вследствие засоления [212, 215].

Известно, что высокая соленость почвы отрицательно действует на рост и развитие растений. Засоление влияет на такие важные процессы, как фотосинтез, водный обмен и поглощение питательных веществ. Способность растений переносить соли позволяет приобретать воду, защищает функции хлоропластов и поддерживает ионный гомеостаз. К основным биохимическим реакциям относятся те реакции, которые вызывают синтез осмотически активных метаболитов, специфических белков, определенных ферментов и свободных радикалов, чтобы контролировать поток ионов и воды и поддерживать поглощение кислородных радикалов. Следует отметить, что основным механизмом воздействия солености на функцию растений является повышение осмотического давления в окружающей среде растения, которое препятствует поглощению воды и питательных веществ [212, 230]. Поэтому, определение основных физиолого - биохимических механизмов устойчивости растения к засолению является важным показателем для селекционеров в процессе отбора новых перспективных сортов растений. Такие факторы, как высокая температура и засушливые годы способствуют повышению содержания солей в почве, избыточному скоплению их в корнеобитаемом слое почвы. Такое резкое увеличение содержания солей в почве приводит к угнетению растений и снижению качества и количества урожая сельскохозяйственных культур [331, 135, 312, 42, 1, 164, 105, 107].

С другой стороны, влияние содержания хлоридных и аммиачных солей в почве, вызывает накоплению многих ядовитых веществ в организме. При сульфатном засолении в почве накапливается большое количество продуктов окисления серосодержащих аминокислот, которые губительно действуют на корневую систему и фотосинтезирующие органы растений. Большое количество и высокое содержание концентрации солей в почве, особенно хлористых и сульфатных, могут нарушать снабжение растений энергетическими соединениями [230].

Под воздействием высоких концентраций солей в почве наблюдается разрушение структуры клеток, то есть это приводит к изменению строения формы хлоропластов, что особенно проявляется при хлоридном засолении [230].

Учёные показали, что засуха и засоленность почвы отрицательно влияют на качество продукции сельскохозяйственных культур и их урожайность [313].

Высокое содержание солей в почве отрицательно воздействует на рост и развитие растений, что связано со следующими показателями: низкий осмотический потенциал почвенного раствора; дисбаланс питания растений [192] специфический ионный эффект [286, 282] и комбинации этих факторов [187]. Данные факторы приводят к неблагоприятным плеiotропным эффектом, которые отрицательно сказываются на росте и развитии растений, а также на физиологических, биохимических и молекулярных показателях клеток [283, 312].

Одним из важных аспектов реакции растений, приводящий к устойчивости к солевому стрессу, является регулирование поглощения и распределения ионов Na^+ [312, 314]. Поддержание ионного гомеостаза является также важной стратегией для достижения повышенной устойчивости к стрессам окружающей среды [309].

К настоящему времени четко не определены все признаки устойчивости растений к засолению почвы, чтобы эти показатели были

использованы в селекционной практике для создания новых толерантных сортов сельскохозяйственных растений. Признак солеустойчивости растений и его механизмы очень сложные и этот признак встречается в большом полиморфизме, как среди разных видов, так и среди культурных сортообразцов отдельного вида [190, 191, 299, 193, 194, 293].

Многие исследователи сообщают, что разные виды растений показывают различную степень устойчивости к засолению почвы в течение вегетации растений [283, 190].

Необходимо отметить, что между разными признаками, в частности между биохимическими параметрами и толерантностью растений существует прямая связь (корреляция). Аминокислоты глицин, бетаин (четвертичное аммониевое соединение) и пролин выполняют важную функцию по обеспечению солевой регуляции и сохранению строения органелл клетки у растений, подвергшихся стрессовым факторам. В научной работе исследователей [327, 329] определена положительная связь (корреляция) между формированием двух растворенных веществ и устойчивостью к стрессовым факторам.

Имеются данные, что функции разных антиоксидантных систем в солетолерантности растений томата различаются [258, 276]. Выявлено, что дикий вид томата (*Lycopersicon pennellii*) обладает более высокой устойчивостью к солевому стрессу, чем культивируемые виды томата (*L. esculentum*). Это коррелирует с высокой активностью антиоксидантных ферментов, таких как супероксиддисмутаза, аскорбатпероксидаза и гваяколпероксидаза. Необходимо отметить, что совместимые растворенные вещества в клетках, которые участвуют в процессе осмотической регуляции, различаются в разных стадиях онтогенеза у растений [329].

Солеустойчивость, как генетический признак, показывает способность растений хорошо развиваться и завершать свой онтогенез в почвах, где содержание концентрации соли более высокие [230]. По этому признаку растительный мир разделяется на галофиты и гликофиты, в зависимости от

их чувствительности к засолению. Растения, которые могут выживать при высокой концентрации соли в ризосфере и хорошо растут называются галофитами. В зависимости от их солеустойчивости, галофиты бывают обязательными или факультативными [288].

Растения в процессе вегетации выработали механизмы солеустойчивости, который имеет несколько путей механизмов для адаптации к засолённости [282].

К настоящему времени выделено два типа реакции или толерантности растений к засолению: толерантность к осмотическому стрессу, и ионный стресс (исключение Na^+ из листовых пластин) (рис.1).

Согласно сообщению [269], индуцированные солью белки в растениях были разделены на две основные группы: 1) белки солечувствительные, которые формируются в солевой среде; 2) стрессорные, собранные белки у растений, которые образуются в ответ на воздействие разных абиотических факторов среды (жара, холод, засуха, высокое и низкое содержание минеральных веществ). Солевой стресс способствует образованию большого количества цитоплазматических белков. Эти стрессоры индуцируют изменение цитоплазматической вязкости клетки [231]. Как сообщают Horie et al., [239] при солевом стрессе происходит ионной и осмотический стресс (рис. 1.2.3.1).

Под воздействием солевого стресса могут образоваться новые белки *de novo*, как ответ на солевой стресс. Эти белки могут существовать при минимальных и максимальных количествах соли [289].



Рисунок 1.2.3.1.- Механизм солевой устойчивости у растений [239]

Ряд авторов показали, что растворимые белки способствуют солеустойчивости таких растений, как ячмень, подсолнечник, пшеница и рис [191, 263]. Исследователи также показали, что растворимость содержания белка в листьях снижается в ответ на соленость [181, 326, 287].

Установлено, что пролин при солевом стрессе накапливается в растении с более высокой скоростью, чем другие аминокислоты [180, 317].

Наряду с этим накопление аминокислоты пролина влияет на способность мембраны, а также облегчает воздействие NaCl на разрыв клеточной мембраны [268]. Также отмечается, что пролин как сигнальная регуляторная аминокислота, усиливает активизацию многочисленных компонентов и процесс адаптации [317]. Было установлено, что в солеустойчивых линиях люцерны содержание свободного пролина в корне было в два раза выше, чем в чувствительных линиях, а с увеличением солености количество пролина увеличивается у бобов (*Phaseolus vulgaris* L.) [175, 249].

Как известно, накопление растворимых углеводов в растениях является ответом на засоление или засуху, несмотря на значительное снижение ассимиляции CO₂ [284]. Когда гликофиты подвергаются воздействию высокой солености, увеличение растворимых сахаров способствует увеличению осмотического потенциала до 50% [289]. Дисахарид накапливается при различных абиотических стрессах, в том числе связанных с водным стрессом и тем самым защищает мембраны и белки в клетках растений. Роль сахаров в адаптации растений к засолению, как было установлено, связана с солеустойчивостью.

В процессе филогенеза растения вырабатывали эффективную систему самозащиты для удаления активных форм кислорода, которые защищают их от вредной окислительной реакции [275, 285].

Наряду с этим, такие ферменты, как каталаза (КАТ), глутатионредуктаза (ГР), супероксиддисмутаза (СОД) и glutathione-S - трансфераза, являются основными ферментами для защиты клеток от вредного действия активной формы кислорода [222, 277]. В то же время фермент супероксиддисмутаза превращает кислородные (O₂) радикалы в перекись водорода (H₂O₂), и тем самым защищает клетки от повреждения. Каталаза, аскорбатпероксидаза и различные пероксидазы катализируют последующее превращение H₂O₂ до воды и кислорода [222, 276, 277, 303].

Ряд исследователей установили, что когда растения подвергаются засолению активность антиоксидантов возрастает у таких

сельскохозяйственных культур, как рис [256], пшеница [270] и чечевица [196].

Из приведенного литературного анализа вытекает, что растения в период вегетации проявляют различные адаптационные реакции на солевой стресс. Следовательно, в процессе длительного солевого стресса у растений вырабатывается адаптационная способность защиты от негативных действий солей.

В последние годы благодаря использованию таких современных методов, как генная инженерия, молекулярная биология и синтетическая селекция, удалось получить более устойчивые к высокой концентрации солей в почве формы растений [256].

1.2.4. Интенсивность транспирации и водоудерживающая способность

Как известно, водный обмен у растений является важным физиологическим процессом, который играет особую роль в процессе формирования продукционного потенциала у растений. Поэтому физиологи, биохимики, генетики и селекционеры уделяют особое внимание этому признаку в растениях. Данный физиологический процесс сильно связан с функцией по синтезу органических веществ и считается основным регулятором гомеостаза в клетках растений. Согласно сообщению некоторых авторов [107, 70], водный обмен является решающим процессом при взаимодействии растения с другими агроэкологическими факторами среды [107].

Содержание воды в различных органах способствует нормальному протеканию многих биохимических и физиологических процессов в тканях для динамического развития растений [19, 18].

Транспирация в онтогенезе у растений является процессом выделения воды через устьицы листьев, которая, как важный физиологический процесс играет особую роль в эффективном расходовании воды и формировании продукционного потенциала у растений.

Интенсивность транспирации является главным параметром водного режима у растений, и занимает важное место в формировании интегрального показателя уровня обеспечения водой растений. Интенсивность транспирации во многом связана с такими показателями, как анатомическая структура листьев, положение и диаметр устьиц, фазы развития растения, факторы внешней среды [94]. Некоторые ученые [39, 76] показывают, что процесс транспирации является физиологическим процессом и считается важным для расходования воды, который действует на рост и развитие растений.

Необходимо отметить, что интенсивность транспирации во многом зависит от таких агроэкологических факторов среды, как температура воздуха, влажность почвы, сила ветра, интенсивность солнечной радиации и другие.

Учёные – селекционеры, в зависимости от условия влагообеспеченности разных климатических зон, выводят новые сорта или гибриды, которые имеют высокий потенциал интенсивности транспирации и тем самым способствуют повышению продуктивности растений.

Необходимо отметить, что ряд авторов изучали интенсивность транспирации листьев у сладкого миндаля в условиях Южного Кыргызстана [94, 86, 4] и пришли к выводу о том, что интенсивность транспирации в дневное время показывает одновершинную, реже двухвершинную кривую с максимумами в 11 – 12 и 14 – 16 часов дня. Дневной ход интенсивности транспирации имеет прямолинейную зависимость от дневного хода температуры воздуха и, наоборот, к дневному изменению показателей относительной влажности воздуха.

Установлено, что ход интенсивности транспирации (ИТ) у разных генотипов топинамбура в начале онтогенеза при понижении температуры воздуха и увеличении влажности до 70% имеет пределы 0.8 - 2 г/г. час. В горячий летний сезон в 10 – 11 и 14 – 15 час. ИТ достигает до максимума и количество воды в листьях сорта Интерес составляет максимально до 80.8%

[94]. Содержание воды в максимуме наблюдается в утренние часы. К полудню этот показатель снижается, а к вечеру снова увеличивается [4]. При выращивании растений топинамбура на сухих и влажных почвенных условиях, установлен низкий показатель ИТ [118, 76].

Показано, что в фазе плодоношения и созревания при дефолиации куста хлопчатника отмечается снижение интенсивности транспирации [96]. Имеется сообщение [38], что изменения интенсивности транспирации различных сортов картофеля могут проявлять сортовые особенности.

Показанно, что при выращивании картофеля в одинаковых условиях ИТ в течение дня была различной. Вероятно, ИТ защищает растения от перегрева ботвы и тем самым усиливает процесс фотосинтеза в листьях растений, а также способствует проявлению более высокого биологического и продукционного потенциала у сортов картофеля в жарких климатических условиях.[38].

Сорт Невский имеет более высокую ИТ по сравнению с другими сортами. По затрату воды сорт Кардинал занимает второе место, у которого вода испаряется сравнительно меньше (в 1,5 раза), чем у сорта Невский. Наибольшее испарение воды отмечается у сортов Невский и Кардинал (3.9 г/ час и 2.62 г/час. соответственно). Сравнительно слабая ИТ наблюдается у сорта Жуковский ранний, у которого потеря воды составляет 2.0 г/час. Самая высокая ИТ у изученных генотипов наблюдается в двенадцати часов дня [38].

Согласно сообщению автора [38] «водоудерживающая способность листьев на прямую связана с соотношением форм воды в листьях, скоростью транспирации и состоянием коллоидов в цитоплазме. Отсюда, чем больше теряет лист воды за определенный отрезок времени, тем ниже его водоудерживающая способность. Водоудерживающая способность и транспирация листьев имеют дневной ход изменения. Наивысшие показатели этих процессов приходятся на 13:00 часов дня. В утренние часы (9:00) и вечерние часы (19:00) водоудерживающая способность и скорость

транспирации гораздо ниже, чем в дневное время (13:00 часов). Такая тенденция имеет место у всех исследуемых сортов и линий картофеля. Вместе с тем водоудерживающая способность имеет сортозависимое значение. Так, по этим показателям резко отличались сорта Кардинал и Невский от сорта Жуковский. Больше воды теряли листья сортов Кардинал и Невский, меньше терял воду сорт Жуковский ранний» [38].

Некоторые данные показывают, что водоудерживающая способность листьев сортов пшеницы в условиях почвенной засухи «зависят от условий выращивания и фазы вегетации. При почвенной засухе водоудерживающая способность листьев увеличивается» [165].

Установлено, что «дефицит воды ускоряет биосинтез абсцизовой кислоты (АБК) и уменьшает устьичную проводимость, которая снижает интенсивность транспирации» [329].

Как информирует [41, 126] «на показатели водообмена листьев пшеницы существенно влияют высокая температура воздуха (35 - 40°C), высокая концентрация озона (0.13 дм/м³) и СО₂ (0.2 %) и одновременное воздействие всех этих факторов. Под воздействием высокой температуры резко возрастает интенсивность транспирации, а под действием повышенных концентраций СО₂ и О₃ происходит снижение ИТ, а также наблюдается снижение реального водного дефицита и повышение водоудерживающей способности листьев [41]. Изучение сезонной динамики интенсивности транспирации исследуемых генотипов пшеницы показало, что почвенная засуха во всех фазах развития оказала существенное ингибирующее воздействие» [126].

Проведенные исследования этого автора показали, что «засуха во всех фазах развития у изученных генотипов твердой пшеницы существенно подавляла интенсивность транспирации. Подтверждено, что максимальная и стабильная интенсивность транспирации у всех изученных генотипов твердой пшеницы наблюдается в фазах трубкования и цветения [126]. Водоудерживающая способность листьев, в первую очередь, зависит от

количественного и качественного состава активных внутриклеточных осмолитов и других биохимических компонентов клетки листа генотипов твердой пшеницы» [126].

Кроме того, в литературе имеется сообщение, что «у растений ячменя под влиянием УФ - радиации, наряду с повышением активности ингибиторов роста, одновременно наблюдалось увеличение интенсивности транспирации» [28].

Учёные показали, что «у исследованных растений конских бобов предпосевное УФ - облучение семян приводит к некоторым изменениям дневного и сезонного хода интенсивности транспирации листьев. Однако, выявили что УФ - лучи (особенно в области коротковолновых лучей), приводят к некоторому снижению дневного и сезонного хода интенсивности транспирации» [73].

Необходимо отметить, что интенсивность транспирации, как и все другие качественные и количественные признаки растительного организма, генетически детерминирована и её фенотипическое проявление зависит от взаимодействия генотипа и целого ряда экзогенных и эндогенных факторов. Установлено, что в результате незнания генетически детерминированных свойств транспирации возделываемых культур, а также применения режимов орошения, не свойственных конкретному генотипу, сельскохозяйственное производство ежегодно теряет или недополучает до 25 % урожая [146, 19].

1.3. Влияние стрессовых факторов на биохимические показатели

Глобальное потепление может представлять большую угрозу всему человечеству. Одной из основных отраслей, обеспечивающей продовольственную безопасность является сельское хозяйство. Изменение климата вызывает потерю урожая сельскохозяйственных культур и тем самым может привести к существенному уменьшению валового сбора продукции урожая.

Повышение устойчивости растений к новым условиям выращивания возможно путем генетической и модификационной изменчивости. Кроме того, с помощью изменения физиологических, биохимических, морфологических и анатомических параметров у растений повышается адаптационная способность растений к воздействию неблагоприятных факторов среды. Эти качественные свойства растений достигаются посредством использования методов биотехнологии и генной инженерии, и тем самым дают возможность получить новые генотипы растений [10].

Известно, что в процессе роста и развития у растений формируется механизмы устойчивости, благодаря которым они могут адаптироваться к новым условиям выращивания. Наряду с этим, генетические свойства популяции и естественный отбор также могут обеспечивать адаптацию растений к продолжительному воздействию изменения внешних факторов окружающей среды [116, 20, 174].

Приспособительные свойства растений к новым условиям среды закодированны в генотипе, посредством которого и вырабатывается такая реакция к изменяющимся факторам окружающей среды обуславливают проявление разной фенотипической изменчивости в растениях. Это обеспечивает растениям адаптацию к новым условиям выращивания [174]. Проблема биологической приспособляемости живых организмов осуществляется в молекулярном, субклеточном, клеточном, органном, организменном, популяционном, видовом, биоценотическом, биосферном уровнях развития организма и достигается путём осуществления генетических, биохимических, физиологических и морфо-анатомических изменений [174].

Во многих научных работах в области физиологии и биохимии растений показано, что такие стрессорные факторы, как, засоление, засуха и высокая температура воздуха являются одним из важных факторов, которые негативно влияют на урожайность сельскохозяйственных культур. Эти

стрессорные факторы могут привести к усилению осмотического стресса, в результате чего происходит нарушение водного баланса [210, 135, 84].

Стресс засухи в свою очередь, усиливает многие физиолого - биохимические, а также молекулярные механизмы, которые помогают растениям приспосабливаться к новым условиям среды [185]. Следует отметить, что механизмы приспособления отличаются в зависимости от вида растений, мощности и длительности действия стрессоров, а также от фазы развития и возраста организма, от вида органа и клетки [200]. Показано, что изменение активности генетических систем клетки наблюдается при приспособлении растений в условиях стрессорного фактора среды [125].

1.3.1. Причины образования активных форм кислорода в норме и при стрессе

В некоторых работах показано, что «активными формами кислорода являются химические соединения, имеющие неспаренный электрон и обладающие высокой реакционной способностью приводящей к деструкции клетки. Эти свободные радикалы могут участвовать в различных реакциях без участия катализаторов и способны инициировать активацию сигнальных молекул в каскаде реакций» [218, 70]. Известно, «что при отнятии от молекулярного кислорода неспаренного электрона формируется супероксид катион радикала в случае присоединения к супероксид аниону электрона образуется O_2^- . Следует отметить, что при присоединении двух электронов образуется пероксидный анион кислорода, который, в свою очередь может быть протонирован ионами водорода с дальнейшим формированием H_2O_2 . При наличии двухвалентного железа и одновалентной меди в клетке в достаточном количестве пероксид водорода подвергается распаду с формированием радикала гидроксида OH » [70].

Можно констатировать, что супероксид - анион радикалы являются предшественниками высокореакционных компонентов клетки [70].

На рисунке 1.3.1.1 представлена схема формирования активных форм кислорода:

- «1 – супероксидрадикал (одноэлектронное восстановление)»,
- «2 - пероксид водорода (двухэлектронное восстановление)»,
- «3 - гидроксилрадикал (трехэлектронное восстановление)» [248, 70].

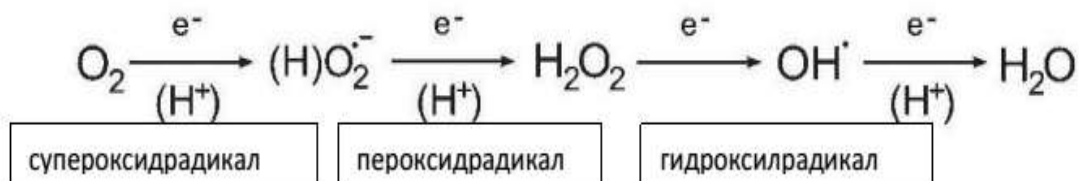


Рисунок 1.3. 1.1 - Формирование активных форм кислорода

«От уровня АФК зависит передача стрессорного сигнала, что приводит к формированию ответной реакции, а также индуцирующие процессы старения и апоптоза» [247]. «Известно, что абсцизовая кислота и перекись водорода участвуют в открывании и закрывании устьиц листьев, активации кальциевых каналов и их регуляции в растениях» [248, 70].

Для предотвращения негативных последствий окисления в различных компартментах клетки функционируют антиокислительные или антиоксидантные системы, способные синтезировать различного рода компоненты защиты от повреждений и преждевременной гибели.

Сверхпродукция АФК, является нежелательным последствием, которое приводит к окислительному стрессу в клетках. Показано, что избыточное накопление АФК вызывает окислительный стресс и изменение роли антиокислительных систем, а также при этом наблюдается разрушение высокомолекулярных соединений в клетках организмов, которые приводят к апоптозу [213].

«При влиянии высоких и низких температур в растительных клетках повышается образование АФК и активность ключевых антиокислительных ферментов, таких как каталаза и супероксиддисмутаза» [54, 213]. «Повышение активности этих ферментов в растительных клетках вызывает снижение количества свободных радикалов кислорода» [54, 232].

Согласно О.А.Зауралову и А.С. Лукаткину [118], повышение прооксидантов возможно является одним из сигналов увеличения активности генов в клетках, которые ответственны за устойчивость растений в условиях стрессорных факторов среды. Высокая температура угнетает синтез многочисленных белков, но усиливает синтез белков теплового шока. Влияние низких и высоких температур на растения приводит к смещению баланса прооксидантов-антиоксидантов в пользу прооксидантов. Одним из первичных медиаторов стрессорного воздействия и индукторов защитных механизмов в растительных клетках является накопление высоких концентраций денатурированных белков и продуктов перекисного окисления липидов [291, 122].

Исследование синтеза АФК было начато еще в прошлом столетии. Впервые в этом направлении работали учёные [189, 188, 295, 216]. Свободные радикалы кислорода в клетках синтезируются как в нормальных условиях, так и в условиях стрессорного воздействия. В оптимальных условиях главными продуктами, из которых образуется АФК в растительных клетках, являются фотосинтез и фотодыхание [3, 223]. «Известен тот факт, что фотодыхание и фотосинтез – это два взаимосвязанных процесса, фотодыхание является обратной стороной фотосинтеза. Показано, что нарушение фиксации CO_2 в хлоропластах ведёт к повышению оксигеназной активности рибулозо - 1,5 - бифосфат карбоксилазы / оксигеназы - ключевого фермента фотосинтеза. В результате образуется гликолат, транспортируемый в пероксисомы и где гликолатоксидаза окисляется с образованием пероксида водорода, как побочного продукта» [70].

«Известно, что при окисления жирных кислот в условиях каталитической активности ацетил – СоА - оксидазы может образовываться перексид водорода. Пероксисомы обладают мощной системой защиты от АФК. В эту систему прежде всего входят ферменты, такие как СОД, каталаза, различные пероксидазы, глутатионредуктаза и другие, которые отвечают за

регуляцию процессов образования и утилизации АФК и обеспечения непрерывности электрон-транспортной цепи» [209, 217, 218].

Как показано, «окисление низкомолекулярных субстратов и белков осуществляется в митохондриях, цитоплазме и других органеллах клетки, которые вносят определённый вклад в изменение окислительно-восстановительного равновесия клетки в оптимальных условиях» [217, 218].

Было выдвинуто предположение, что ферментативный способ образования АФК зависит от активности таких ферментов, как пероксидазы, НАДФН - оксидазы, ксантиноксидазы, липоксигеназы, [199, 277, 223]. Принято считать, что АФК – это свободные радикалы, имеющие в своей структуре неспаренный электрон, которые способны вступать в большинство реакций и разрушают клеточные структуры [122, 3, 245, 254].

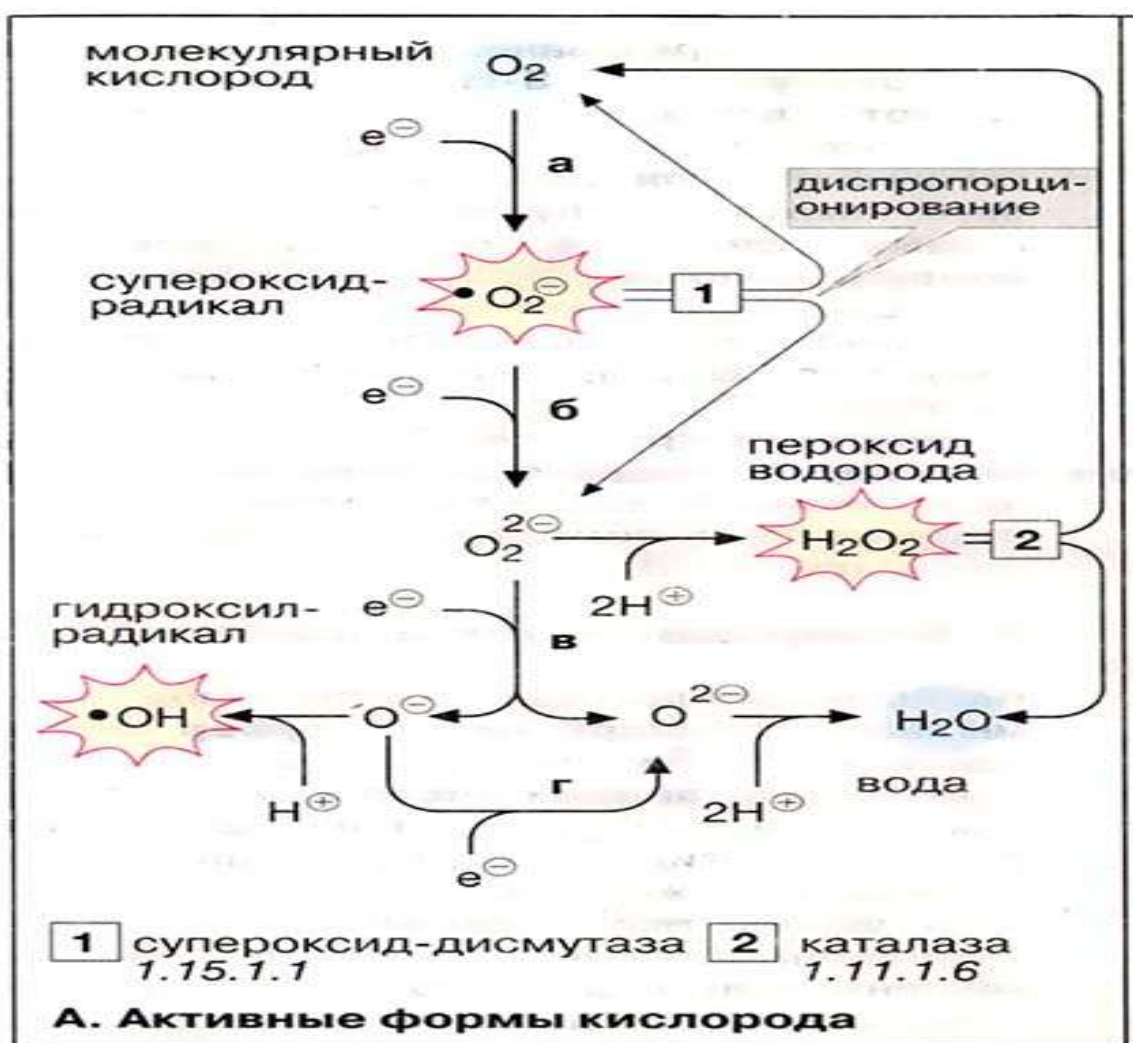


Рисунок 1.3.1.2. - Схема образования активных форм кислорода.

«АФК образуются в результате отщепления или принятия электронов к кислороду. Отщепление одного электрона у кислорода ведёт к образованию супероксид радикала, а присоединение – к образованию супероксид анион-радикала ($O_2^{\cdot-}$)» [246] (рисунок 1.3.1.2). «Дальнейшее присоединение электрона приводит к образованию пероксид-ион радикала, которое провоцирует формирование перекиси водорода, являющегося крайне реакционноспособным. Распад H_2O_2 в клетках ведёт к образованию активного гидроксид - радикала (OH^{\cdot})» (рисунок 1.3.1.2) [246, 253, 223].

Следует отметить, что озон также относится к активным формам кислорода [202, 204, 229]. Существует мнение, что оптимальное содержание АФК является необходимым условием для протекания некоторых физиолого-биохимических процессов, например лигнификации клеточных стенок, посттрансляционном сигналинге и формирования иммунного ответа в процессе старения и апоптозе [223, 245].

«Известно, что образование АФК происходит в хлоропластах растений при получении дополнительной энергии, при восстановлении кислорода ферредоксином, когда происходит нарушение цепи транспорта электронов и образование супероксид-радикала» [162].

В фотосистеме II при переносе электронов с хлорофилла на кислород происходит взаимодействие между кислородом и триплетным пигментом и как следствие образуется синглетный кислород, а хлорофилл переходит в невозбуждённое состояние [162, 305].

Процессы фотодыхания и окисления жирных кислот также являются источником формирования АФК.

Например, можно наблюдать блокирование фиксации углекислого газа в хлоропластах при фотосинтезе при стрессорных условиях и это способствует увеличению оксигеназной активности РУБИСКО. Известно, что продуктами этой реакции является гликолат, который переходит в пероксисомы и под действием гликолатоксидазы подвергается окислению с образованием конечного продукта H_2O_2 . Следует учитывать и способность

жирных кислот, которые в результате окисления также могут образовывать перекись водорода в реакциях катализа ацетил – КоА - оксидазой. Дыхательная цепь митохондрий также служит источником формирования H_2O_2 и супероксид-радикала в присутствии убихинона, НАДН - дегидрогеназы, комплекса III [223, 162].

Образование АФК в хлоропластах происходит активнее, чем в митохондриях. Несмотря на это, митохондрия имеет большой вклад в регулировании окислительных процессов в клетках [162]. Можно отметить, что главными мишенями действия активных форм кислорода считаются липиды, которые являются основным веществом мембраны клеток. Под действием АФК происходит перекисное окисление липидов (ПОЛ), вследствие чего, происходит повреждение клеточных структур мембран, которые тесно связаны с изменением функции мембранных белков. Это приводит к увеличению проницаемости клеточных мембран для ионов и органических веществ [116, 102, 162].

Известно, что продукты ПОЛ являются мутагенными факторами, которые отрицательно влияют на деление клеток [279]. Образующиеся активные формы кислорода в разных компартментах клетки переходят в цитоплазму, где локализованы определённые антиоксидантные ферменты, такие как СОД и пероксидазы способствующие поддержанию соотношения между образованием и разрушением активных формы кислорода. «Воздействие различного рода стрессовых факторов окружающей среды может нарушать этот баланс, так как происходит повышение уровня реакционных радикалов и накопление перекисных компонентов» [70]. «Образование АФК под воздействием стресс-факторов высоко скоростной процесс, на который уходят секунды или даже миллисекунды в зависимости от генотипа и даже вида ткани. Это происходит в силу того, что АФК обладают способностью реагировать с достаточно большим количеством компонентов и могут инициировать цепи радикальных реакций, тем самым стимулируя образование новых и новых радикалов» [70].

Согласно информации большинства авторов, АФК не только действует прямо на физиологические и биохимические процессы, но и может действовать в клетке, как повреждающий фактор, который приводит к снижению количества и изменению соотношения пигментов в процессе фотосинтеза [61, 316, 101], а также к нарушению водного режима [137]. АФК также могут через других посредников действовать на нуклеиновые кислоты, возможно, путём активации фермента нуклеазы с участием кальция. Выход этого вещества из различных органелл в цитоплазму индуцирует образование АФК, в результате повреждения ими мембран [130, 156].

При почвенной засухе происходит образование активных форм кислорода, в основном, если засуха почвы сопровождается высокой солнечной радиацией [219]. В процессе изменения соотношения между скоростью переноса электронов и скоростью фиксации CO_2 в хлоропластах клетки, интенсивно происходит накопление активных форм кислорода [43].

Исходя из вышеизложенного литературного сообщения, мы уделяли особое внимание, на проблемы окислительного стресса и роли антиоксидантных систем в защите растений от воздействия абиотических стрессоров.

I.3.2. Роль АФК в нормальных и в стрессорных условиях

В литературе имеется сообщение, что «существует дискуссия между учеными о том, что сверхпродукция активных форм кислорода в обычных и в неблагоприятных условиях является ли сигналом?

Имеются различные научные доказательства о сигнальной функции АФК к действиям стрессорных факторов» [223, 225, 278, 272, 218].

Наряду с этим у высших растений АФК выступает как сигнал для преобразования и передачи его для образования клеточного ответа. «В зависимости от окислительно - восстановительного состояния клетки, в ответ на эти сигналы необходимы такие белки, которые способны к обратному окислению и восстановлению и выполняют свои функции. Кроме того, АФК

окисляют такие белки, которые в присутствии других молекул обладают возможностью принять участие в окислительно - восстановительных реакциях» [162, 224].

В качестве примера можно назвать глутатион, тиоредоксин, аскорбат которые могут регулировать окислительно - восстановительные реакции клетки.

Ферменты антиокислительной системы непосредственно меняют метаболизм клетки, но сигнальные белки исполняют свою роль путём других сигнальных белков. Необходимо отметить, что в организме растений в основном участвуют два вида молекул, которые регулируют механизмы функционирования редокс - чувствительных белков.

Согласно сообщениям, в переносе информации участвует АФК, G-белки и фосфорилированные белки, под действием пиррофосфатазы и митоген-активируемой протеинкиназы (МАП - киназы). Основная роль в этом процессе принадлежит окислению тиоловых групп. Ферредоксин - тиоредоксин система участвует в переносе сигнала в строме, которая регулирует метаболизм углерода при фотосинтезе» [163]. «Образовавшаяся в растениях АФК либо утилизируется либо участвует в других сигнальных путях, или же в биосинтезе других молекул, образующих сигнальную систему. Необходимо отметить и определённый вклад включения гормонов в каскад сигнальных реакций с участием АФК» [163].

Например имеются данные о участии в регуляции процесса открывания и закрывания устьиц активных форм кислорода и фитогормона (АБК). H_2O_2 с помощью активных входных каналов Ca^{2+} может принимать участие в гиперполяризации клеточных мембран растений [209, 246]. Чтобы достигнуть высокой интеграции веществ в клетке растения, необходима строгая регуляция всех процессов обмена веществ. Для того, чтобы показать вызываемый сигнал и его перенос избран сигнальный каскад в присутствии салициловой кислоты при действии патогенных факторов [135, 161, 162].

Долгое время учёные знали только об отрицательном влиянии АФК, но в последующих научных работах доказаны их важнейшие физиолого-биохимические функции в процессе роста и развития растений.

Активации стрессовых реакций обеспечивают интенсивное накопление АФК, которые непосредственно взаимосвязаны с морфогенезом растения [296].

По мнению Колупаева [131], супероксидный анион - радикал функционирует в растяжении листовых пластинок растений.

АФК регулирует реакцию сверхчувствительности в мёртвых клетках. Можно отметить, что в процессе патогенеза из-за реакции сверхчувствительности вокруг патогена образуется место из погибших клеток, содержащих противомикробные вещества [138]. Помимо прямого влияния на клетку токсичных соединений, вероятно существует опосредованное их действие на растение. Смирнов и сотрудники [172] считают, что Mg и Zn присутствуют в регулировании программируемой смерти клеток, которые являются основным процессом, обуславливающим селективное “удаление” клеток и выполняющим функцию в регуляции роста и развития организмов [131].

Активная форма кислорода и его окислительные видоизменённые молекулы, возможно, выполняют функцию вторичных месенджеров в сигнальной трансдукции в геном и при стрессорных факторах [273, 244], которые, возможно, взаимосвязаны с изменением редокс потенциала разных сенсорных белков.

С участием АФК и молекул, регулирующих окислительно-восстановительное равновесие клетки (глутатион, тиоредоксин) происходит окисление белков, которые чувствительны к редокс - потенциалу [47,186].

Кроме того, АФК могут изменять степень редокс - потенциала серы в молекуле тиольных групп, окисляют FeS - кластеры, которые способны действовать на конформационное изменение белковых молекул и, следовательно, на функциональную активность.

1.3.3. Функционирование антиоксидантной системы у растений под влиянием стрессовых факторов

Как известно, ферменты и низкомолекулярные соединения, которые участвуют в гашении АФК играют важную роль в негативных действиях окислительного стресса у растений [199, 3, 60, 259, 218].

Однако, ряд авторов [3,129, 159] информируют о том, что с участием антиокислительных систем происходит угнетение радикальных реакций в клетках, которые приводят к синтезу устойчивых и нетоксичных продуктов. Авторы также информируют, что в процессе эволюционного развития растений появилось множество метаболических реакций, в которых происходит инактивация АФК. В таких метаболических реакциях участвуют ферменты и низкомолекулярные вещества, составляющие назвали антиокислительную систему.

Многие авторы информируют, что «к антиокислительной системе относятся высокомолекулярные соединения, такие как ферменты: СОД, каталаза и пероксидазы. А также в растениях обнаружены низкомолекулярные вещества: пролин, глутатион, сахара и сахароспирты (маннит и сорбит), α - токоферол, каротиноиды, аскорбиновая кислота, фенольные соединения, полиамины. Антиокислительная система включает и ряд ферментов, которые участвуют в новообразовании активных форм антиокислительных соединений, таких как монодегидроаскорбатредуктаза, дегидроаскорбатредуктаза, глутатионредуктаза» [132, 175, 199, 246, 78, 218].

Наряду с этим имеется сообщение, что «различная субклеточная локализация и биохимические свойства антиоксидантных ферментов, дифференциальная индукция их активности и дифференциальная экспрессия генов, кодирующих эти ферменты, а также изобилие низкомолекулярных антиоксидантов делает антиоксидантную защитную систему многоцелевой и легко приспосабливаемой. Эти свойства позволяют ей контролировать уровень АФК постоянно, временно и спорадически» [139, 300].

Ученые считают, что СОД (Cu/Zn – СОД, Fe – СОД, Mn – СОД), локализован в множестве органелл клетки (хлоропластах, митохондриях, пероксисомах и цитоплазме) и первоначально участвует в защите клеток от синтеза супероксид-анион – радикалов [159]. Все формы фермента СОД содержатся во всех клетках живых организмов, в том числе в клетках растений. Поэтому фермент супероксиддисмутаза дисмутирует и катализирует супероксид анион - радикалов на H_2O_2 и молекулярный кислород» [199, 88].

Также согласно исследованиями, «одно из важных отличительных свойств растительных клеток от других клеток живых организмов, это присутствие всех изоформ СОД. Все изоформы СОД отличаются друг от друга по содержанию металлов, которые локализованы в активных центрах фермента (Cu/Zn – СОД, Fe – СОД, Mn – СОД, Ni – содержащая изоформа СОД в *Streptomyces*) [251, 88, 246]. Cu/Zn – СОД была обнаружена во всех клетках живых организмов. В растительных клетках найдена Cu/Zn – СОД в следующих органеллах клетки – цитоплазме, хлоропластах, митохондриях, пероксисомах и в апопласте» [88, 305, 246].

Согласно сообщениям авторов «в клетках эукариот и прокариот была обнаружена марганец – содержащая изоформа СОД. В клетках животных не найдена железо – содержащая изоформа СОД, но в растительных клетках она обнаружена в хлоропластах и локализована как в строме, так и в мембранах тилакоидов. Этот фермент также присутствует в различных частях растений, в которых не происходит процесс фотосинтеза, например пероксисоме листьев *Lycopersicon esculentum* и пероксисоме лепестков гвоздики, а также в цитоплазме клетки клубеньков некоторых бобовых культур – сои, фасоли, клевера. Железосодержащая СОД в хлоропластах работает в виде гомодимера и молекулярная масса этого фермента равна 36 – 46 кДа, а в клетках бобовых 54 кДа. Можно отметить, что все изоформы СОД друг от друга отличаются по степени чувствительности к ингибиторам – цианидам (CN^-). С участием Cu/Zn – СОД дисмутируется образование H_2O_2 и

ингибируется CN, железосодержащая СОД дисмутирует только H_2O_2 , а Mn – СОД устойчив к действию двух ингибиторов» [251, 199, 88, 246].

С участием высоких и низких температур стимулируется экспрессия генов фермента СОД и активируется с участием гормонов ИУК (3 – индолилуксусная кислота) в условиях гипертермии.

Экзогенная индолилуксусная кислота при обычной температуре воздуха не усиливает экспрессию гена этого фермента, однако, может усиливаться его активность при высоких температурах воздуха. А также изменение активности СОД происходит при заражении растений патогенами, которые являются биотическими стрессорными факторами. Обработка фунгицидами может привести к снижению активности фермента СОД, а увеличение её активности наблюдается во время болезни для нормализации обмена веществ [52, 66].

В клетках растений лука (48 %), чеснока (41 %), брокколи (38 %), арбуза (40 %), киви (35 %), земляники (32 %) наблюдалась высокая активирующая способность фермента СОД [250].

Показано, что в клетке эритроцита человека происходит активация антиоксидантного фермента СОД с участием этанольных экстрактов ряда растений. Существуют данные о высокой активности антиоксидантного фермента в водных экстрактах листьев амаранта, низкая активность антиоксидантных ферментов была отмечена в экстрактах семенах сои. Экстракт который был получен из листьев китайской капусты различается по средней активности антиоксидантного фермента СОД [100].

Таким образом, антиоксидантный фермент СОД выполняет основную функцию в антиокислительной системе защиты организма от действия стрессорных факторов. Благодаря этому антиоксидантному ферменту происходит образование перекиси водорода, являющего мощным окислителем. Обеззараживание H_2O_2 происходит под действием антиоксидантных ферментов, таких как каталаза и пероксидазы. Для исследования физиологических и биохимических процессов, активации

антиоксидантных ферментов и их продуктов в различных условиях, а также устойчивости растений к стрессорным факторам, целесообразно использовать молекулярно- генетические методы.

1.3.4. Ферменты детоксикации H_2O_2

Известно, что при окислении жирных кислот и окислении полиаминов в процессе фотодыхания, в клетках растений образуется H_2O_2 которая в свою очередь усиливает каскад сигналов при участии МАП – киназы. Повышенная концентрация перекиси водорода образуется при воздействии стресса, вызывая необратимые последствия в строении биомолекул [200, 220]. Эти соединения подвергаются детоксификации с участием ферментов. Наиболее распространенным ферментом является каталаза и пероксидаза. Следует отметить, что пероксидазы включают ряд ферментов, такие как гваяколпероксидаза и глутатионпероксидаза [179, 199, 277, 218, 219].

Каталаза (КАТ) является тетрамерным белком, участвующем в обезвреживании перекиси водорода с образованием молекулярного кислорода и воды. Функциональная активность КАТ проявляется при высоком содержании H_2O_2 . Установлено, что в растениях присутствуют три класса фермента КАТ: Первый класс – это ферменты однодольных и двудольных растений, которые обезвреживают перекись водорода в пероксисомах и глиоксисомах клетки. Для двудольных наиболее характерны ферменты второго класса и для однодольных – первого класса [183, 199, 246, 159, 40].

Аскорбатпероксидаза (АПО) относится к гемсодержащим тетрамерным белкам прокариотических клеток и имеют порфириновое кольцо в своей структуре, составляют семейство растительных и бактериальных пероксидаз 1 – ого класса. Основной функцией является восстановление H_2O_2 в присутствии витамина С. Фермент АПО, в основном локализуется в клетках высших растений, цианобактерий и водорослей [43, 204, 301].

Известны различные изоформы АПО, которые отличаются друг от друга субстратной специфичностью, стабильностью рН – среды, и молекулярной массы. При катаболизме 2 – х молекул аскорбата образуется монодегидроаскорбат и дегидроаскорбат [3, 246, 229].

1.3.5. Регулирование и кодирование антиокислительных ферментов

Как показано различными исследованиями существует прямая зависимость активности СОД и устойчивости растений к воздействию стрессоров.

В последние годы были расшифрованы структуры многих генов, участвующих в регуляции и кодировании ферментов антиокислительной защиты. Стресс – зависимая генерация АФК приводит к экспрессии генов антиокислительных ферментов и биосинтеза низкомолекулярных протекторных соединений в клетках растений [264, 236, 195].

Стрессовые факторы среды изменяют активность СОД в разной степени. Повышение наблюдается при дефиците воды [242], увеличении влажности почвы [119], при высокотемпературном шоке [26], при повышенных концентрациях солей в почве, интенсивном освещении [260], воздействии озона [204,184], а также под влиянием солей тяжелых металлов [221]. Между устойчивостью растений в стрессорных условиях среды и активностью антиоксидантного фермента СОД существует тесная связь [88].

Однако следует отметить, что при продолжающемся воздействии стрессора или при повышении его интенсивности первоначально наблюдается увеличение активности СОД, а затем падение активации этого фермента. Также показано, что снижение активности СОД наблюдается при старении тканей растений [88].

Существуют научные результаты исследования, которые свидетельствуют о транскрипционном эффекте [240, 211, 236] и посттранскрипционной [315, 267] степени регулирования активности СОД в хлоропластах растительной клетки. В живых клетках разные химические

соединения, в частности, ионы Ca^{2+} (209, 244), низкомолекулярные метаболиты – глутатион [237], фермент киназы и/или фосфатазы [238] и др. участвуют в регуляции активности СОД. В данном процессе ключевую роль играет АФК.

В промоторной части генов СОД существуют локусы, которые чувствительны к АФК [318], что даёт основание полагать, что АФК может участвовать в регуляции активности генов СОД на уровне транскрипции.

Ряд ученых [227, 212, 306] с целью выявления устойчивости разных сортов растений в стрессорных условиях провели экспериментальные исследования и установили, что имеется существенная корреляция между активностью антиокислительных ферментов и толерантностью к влиянию засоления.

В клетках растений риса, хлопчатника и других видов высших растений выявлено, что регуляция ферментативной активности таких ферментов, как СОД, аскорбат - и гваяколпероксидазы в условиях солевого стресса происходит на уровне транскрипции и трансляции. Наблюдается уменьшение активности СОД в корнях и стеблях, а у галофитов имеет место повышение уровня транскриптов генов Fe – СОД, Mn – СОД и аскорбатпероксидазы [214, 246].

В растениях галофитов свойственна высокая активность антиоксидантных ферментов гваяколпероксидазы и каталазы.

Под влиянием озона, зараженных патогенов и других факторов, определено, что происходит стимулирование генов фермента каталазы класса II. Показано, что в зависимости от вида растения в условиях засоления почвы существенно изменяется активность фермента каталазы [204, 280].

Под влиянием гербицида параквата в клетках листьев кукурузы происходит изменение активности СОД, аскорбатпероксидазы и глутатионредуктазы [162, 214, 261].

Показано, что активность антиоксидантного фермента СОД в листьях растений *Arabidopsis thaliana* (экотип Landsberg Erecta) повышается после 3-

х дневного ультрафиолетового облучения [292]. Методом электрофореза установлено, что наибольшая активность проявлялась Cu/Zn изоформы фермента. Однако, у другой изоформы фермента (Mn – СОД) не изменилась его активность при таком облучении. Показано, что активность гваяколпероксидазы повышается через 24 часа после облучения, а активность фермента каталазы при этом снижается [292]. Повышенная активность антиоксидантных ферментов (СОД, глутатионредуктазы и глутатионпероксидазы) под действием UV – В облучения наблюдалась в листьях растения люцерны и табака, а также высокую активность этих ферментов можно наблюдать в листьях растений огурца и в семядолях подсолнечника [251, 252, 207]. Исследования показали, что гены, кодирующие антиокислительные ферменты защиты клеток, находятся в постоянной негативной регуляции UV облучения [231, 319].

Из представленных данных следует отметить, что с продолжительностью воздействия фактора видовой принадлежности объекта исследования меняется активность антиоксидантных ферментов [159]. По-видимому не проявляется защитная работа антиоксидантных ферментов в обеззараживании высокой концентрации АФК в условиях окислительного стресса. Для индукции и процесса транскрипции генов необходимо определенное время, особенно в условиях окислительного стресса, чтобы произошла инактивация ферментов с участием свободных радикалов. Присутствие низкомолекулярных соединений в клетках растений во многих случаях является наиболее важным, чем антиоксидантные ферменты [199]. Изучение ферментов антиоксидантных систем защиты растений при действии неблагоприятных факторов среды является обязательным с целью выявления механизмов устойчивости растений в условиях стресса.

В связи с этим, изучение влияния неблагоприятных факторов (засоления, засуха и высокая температура) на генетическом уровне клетки, считается современным и в определенной степени даёт возможность выявить молекулярно – генетические механизмы приспособления растений.

Была исследована реакция прооксидантно – антиоксидантной системы растений картофеля, которые различаются по содержанию СОД и продуктам ПОЛ на воздействие солевого стресса и засухи. Изучение прооксидантов и антиоксидантов в растениях картофеля показало, что в условиях стресса происходит больше всего увеличение активности антиоксидантов, чем прооксидантов у устойчивых генотипов картофеля, а у неустойчивых больше всего равновесие направлено на увеличение прооксидантов, чем антиоксидантов [17].

Таким образом, из анализа литературных источников можно сделать заключение о том, что активность антиоксидантных ферментов зависит от воздействия различных факторов окружающей среды (температура, водный режим, гормоны, патогены и др.).

В связи с выше изложенным, мы полагаем, что все три изучаемых нами фермента (СОД, АПО и каталаза) могут быть отнесены к «стресс – специфичным» ферментам.

Проведенный литературный анализ показывает роль антиоксидантных ферментов в процессе адаптации растений к воздействиям стрессорных факторов. Также видно, что ферменты антиоксидантной системы в клетках организма действуют согласованно, что приводит к усилению адаптационного потенциала организма [17].

Показано, что синтез антиоксидантных ферментов СОД и каталазы в клетках растений в отличие от ферментов пероксидаз снижается под влиянием высоких и низких температур воздуха. Из вышеизложенных литературных данных выявлены такие положительные эффекты для различных органов под влиянием неблагоприятных факторов [109].

Заключение

Таким образом, из анализа литературы вытекает, что такие важные вопросы, как особенности формирования морфологических и физиологических признаков не были изучены в условиях жаркого климата юга Таджикистана. В литературе не встречаются научные работы, связанные

с определением активности антиоксидантных ферментов в различных фазах развития растений, а также под воздействием стрессовых факторов (засуха, высокая температура воздуха и засоленность почвы). Также не освещены вопросы взаимосвязи (корреляционные связи) различных полигенных признаков картофеля в условиях жаркого климата юга Таджикистана. В литературном анализе нет сведений или научных работ, посвященных роли антиоксидантных ферментов картофеля в усилении адаптационной способности сельскохозяйственных растений под воздействием стрессорных факторов в условиях жаркого климата юга Таджикистана.

Как видно, из главы литературного обзора, вопросы, связанные с влиянием таких стрессовых факторов среды, как высокая температура воздуха и засоленность почвы на морфологические и физиолого – биохимические признаки картофеля в условиях жаркого климата слабо изучены. В литературе слабо освещены вопросы воздействия таких стрессорных факторов среды, как высокая температура воздуха, засоление почвы, высота над уровнем моря, количество осадков на характер формирования продукционного потенциала различных сортов картофеля в разных агроэкологических условиях. Кроме того, очень мало информации и сообщений ученых Таджикистана о проведении летней и осенней сроках посадки разных сортов картофеля в условиях юга Таджикистана.

В связи с этим нами были проведены комплексные исследования по изучению особенности формирования морфологических, физиологических и биохимических параметров различных сортов картофеля под воздействием стрессорных факторов, а также характеру формирования полигенных признаков и их корреляционные связи в различной вертикальной зональности в условиях Таджикистана. Также нами были проведены серии опытов по проведению летней и осенней посадки разных сортов картофеля в условиях жаркого климата юга Таджикистана для получение двух урожаев.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Место проведения исследований

Основная часть экспериментальной работы по выявлению характера формирования морфологических признаков, физиологических и биохимических реакций и адаптационной способности различных сортообразцов картофеля была проведена в условиях жаркого климата Хуросонского района (в селах «Мехнат», «Галаобод» и «Уялы») Хатлонской области в течение 2014 - 2020 гг., расположенных на высоте 550 м над уровнем моря.

Кроме того, нами были проведены исследования по выявлению характера формирования морфологических признаков разных сортообразцов картофеля в различных почвенно – климатических условиях республики, расположенных по вертикальной зональности над уровнем моря: Хуросонском районе (на высоте 550 м над уровнем моря); в условиях Гиссарской долины (г. Душанбе, на высоте 840 м над уровнем моря); городе Вахдат (село Явроз, 1500 м над уровнем моря и Канаск, 2550 м над уровнем моря), Лахшском районе (2700 м над уровнем моря), Шугнанском районе (3600 м над уровнем моря) в течение 2014 - 2020 гг.

2.2. Почвенно – климатическая характеристика места проведения исследования

2.2.1. Почвенно – климатическая характеристика Хуросонского района

Хуросонский район находится в южной части Таджикистана и является приграничным с районом Абдурахмони Джоми и районом Бохтар.

Основные показатели по климату в годы исследования нами получены из Государственной метеорологической станции при Комитете по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистана в городе Душанбе.

Район считается одним из крупных растениеводческих и животноводческих районов в республике. Здесь основная масса земель занята под богарными посевами зерновых, технических и кормовых культур. Почвы – обыкновенные, тяжелосуглинистые сероземы. В условиях Хуросонского района наблюдаются такие климатические показатели, как сухой воздух, высокая температура воздуха, особенно в летнее время. Очень мало выпадают атмосферные осадки во время вегетации картофеля. Однако, осень характеризуется более мягкой прохладной погодой, а зима малоснежная, более прохладная с большим количеством солнечных дней с осадками. Сравнительно жаркими месяцами года считаются - июль, август. В этих месяцах иногда среднемесячная температура воздуха поднимается до 30°C , а максимальная доходит до 43°C [168]. В это время среднемесячная температура почвы составляет 36°C . Здесь весенние заморозки отмечаются в марте. Осенние заморозки отмечаются в конце ноября [168].

В течение вегетационного года безморозный период составляет более 230 солнечных дней, что способствует выращиванию различных сельскохозяйственных культур в данной зоне. Годовое количество осадков составляет около 300 – 400 мм. Атмосферные осадки в условиях района в течение вегетации растений выпадают неравномерно: их максимум выпадает в марте – апреле (в это время суммарное их количество в сутки составляет 35 – 45 мм, и иногда достигает до 90 мм). Данный район по сумме агроклиматических факторов является полуобеспеченной зоной по количеству выпадавших осадков. Летом осадки выпадают крайне редко, а зимой выпадают осадки в виде мокрого снега [168, 7].

Среднегодовая температура воздуха в течение 2015 – 2019 гг. в целом повысилась по сравнению с многолетней нормой на $0.5 - 0.7^{\circ}\text{C}$.

В последние годы многие климатические параметры (как среднегодовая, минимальная и максимальная температуры воздуха, и минимальная температура поверхности почвы) имеют тенденцию к повышению. Наряду с этим, максимальная температура на поверхности

почвы – к уменьшению от нормы. Можно отметить, что в последнее десятилетие в условиях Хуросонского района отмечается повышение среднегодовой, максимальной и минимальной температуры воздуха. Также наблюдается повышение таких климатических факторов среды, как минимальная температура поверхности почвы, влажность воздуха, сумма осадков и сумма эффективных температур [32].

Как показали наши наблюдения, по многим климатическим параметрам (среднегодовая температура воздуха и количество осадков) годы исследований (2015 – 2020гг.) различаются друг от друга (таблица 2.2.1.1).

Таблица 2.2.1.1. - Температура воздуха и количество осадков в условиях Хуросонского района

Годы	Среднегодовая температура воздуха, °С	Среднемесячная температура воздуха в период вегетации картофеля, °С	Среднегодовая норма осадков, мм	Среднемесячная норма осадков во время вегетации картофеля, мм
2015	17.6	20.5	220	31
2016	18.2	22.5	210	30
2017	18.2	21.3	230	35
2018	18.4	22.6	215	31
2019	18.4	22.7	220	31
2020	18.3	22.4	250	33

Как видно из таблицы 2.2.1.1, среднегодовая температура воздуха в условиях Хуросонского района имеет тенденцию к увеличению. Например, если в 2015 году среднегодовая температура воздуха составляла 17.6 °С, то в 2019 году она составляла 18.4 °С. Также увеличение среднемесячной температуры воздуха во время вегетации картофеля наблюдается между 2015 и 2019 годами. По количеству выпадавших осадков, как в течение года, так и в течение вегетации картофеля особенно не различаются.

Однако, по сумме эффективных температур наблюдается разность между разными годами исследования, что видно из рисунка 2.2.1.1.

В частности, сумма эффективных температур в разные годы (с 2017 по 2020 гг.) значительно выше, чем в предыдущие годы (2015 – 2016 гг.). В годы исследования самая наибольшая сумма эффективных температур во время вегетации картофеля наблюдается в 2018 и 2019 гг.

Таким образом, эти различия климатических факторов во время вегетации картофеля в условиях Хуросонского района по – разному повлияли на характер формирования морфологических и хозяйственно ценных признаков сортообразцов картофеля.



Рисунок 2.2.1.1. - Сумма эффективных температур в условиях Хуросонского района, °С.

2.2.2. Почвенно – климатическая характеристика Гиссарской долины

На основе сообщения авторов [72, 32] «Гиссарская долина является крупным сельскохозяйственным регионом в республике, имеющим большой потенциал тепла и влаги. Агроклиматические условия Гиссарской долины весьма благоприятны для выращивания зерновых, овощей и картофеля.

Климат долины характеризуется большими перепадами температур с общей суммой 5130–5260° С и суммой эффективных температур около 2500°С. Средняя многолетняя температура воздуха равна 13.5°С, с колебаниями от 7.4 до 21.8°С. Холодными месяцами считаются декабрь – 3.1°С и январь – 2.5°С. Наиболее жаркими месяцами являются июль + 28.4°С и август + 28.9°С. Самым холодным месяцем является январь, со средней температурой – 2 + 1°С. Однако низкие температуры в течение короткого промежутка времени могут достигать - 10 - 15°С. Первые осенние заморозки на почве бывают в конце октября, в воздухе - в середине ноября, а последние весенние - на почве - в конце марта - начале апреля, в воздухе - в начале марта. Период с активной температурой воздуха больше + 10° С и составляет около 195 дней. Сумма активных температур за год составляет 4600°С, а сумма эффективных температур (больше + 5° С) в период вегетации культуры картофеля (март - июнь) составляет 1800 ° С.

Кроме того, Гиссарская долина характеризуется большой солнечной радиацией и продолжительностью солнечного сияния- 2700 часов в год. Пасмурные дни очень редки и наблюдаются, как правило, зимой и весной. Суммарный приход солнечной радиации составляет 5600 м Дж/м² в год, фотосинтетически активной радиации (ФАР) – 2700 мДж/м²».

О характеристике данной долины имеется сообщение, что «длительный безморозный период колеблется в пределах от 220 до 250 дней. Агроклиматические условия в годы исследований были близки к среднемноголетним показателям и существенно не отличались от них. Содержание гумуса в пахотном горизонте составляет 1.3 – 1.7 %, подвижного фосфора - 75 – 106 мг/кг и подвижного калия 26.0 – 28.0 мг на 100г почвы с постепенным уменьшением в более глубоких подпахотных слоях. Кислотность почвенного раствора нормальная – рН = 6.5 – 6.9. Плотность почвы составляет 1.20 – 1.50 г/см²» [7].

2.2.3. Почвенно-климатическая характеристика зоны Канаска, джамоата Ромит города Вахдата

Горная зона Канаск, которая находится в северо-восточной части г. Вахдат (на высоте 2300 - 2500 м над уровня моря) на расстоянии до 110 км от центра города. Территория этой зоны примерно составляет около 40 тыс. га. Здесь климат весьма прохладен и подходящий для выращивания ряда сельскохозяйственных культур, в том числе для картофеля. Земля здесь весной и летом покрыта зеленью. Эта местность своими лечебными травами, рекой с прохладной и чистой водой и горячим источником благоприятствует потребителям, особенно животноводам, пчеловодам, проводящим несколько месяцев своей жизнедеятельности в этих местах [7]. Наличие множества лечебных цветов и трав, хорошие экологические условия Канаска благоприятны для пчеловодства и производства высококачественного меда. Эта местность своей неповторимой и природой благоприятна также для развития сферы туризма. Также эта местность соответствует выращиванию семенного картофеля, свободного от болезней и вредителей. Согласно имеющейся информации Министерства сельского хозяйства Республики Таджикистан в зоне Канаска в течение в 2017 – 2019 гг. проведены посадки картофеля на площади более 200 га.

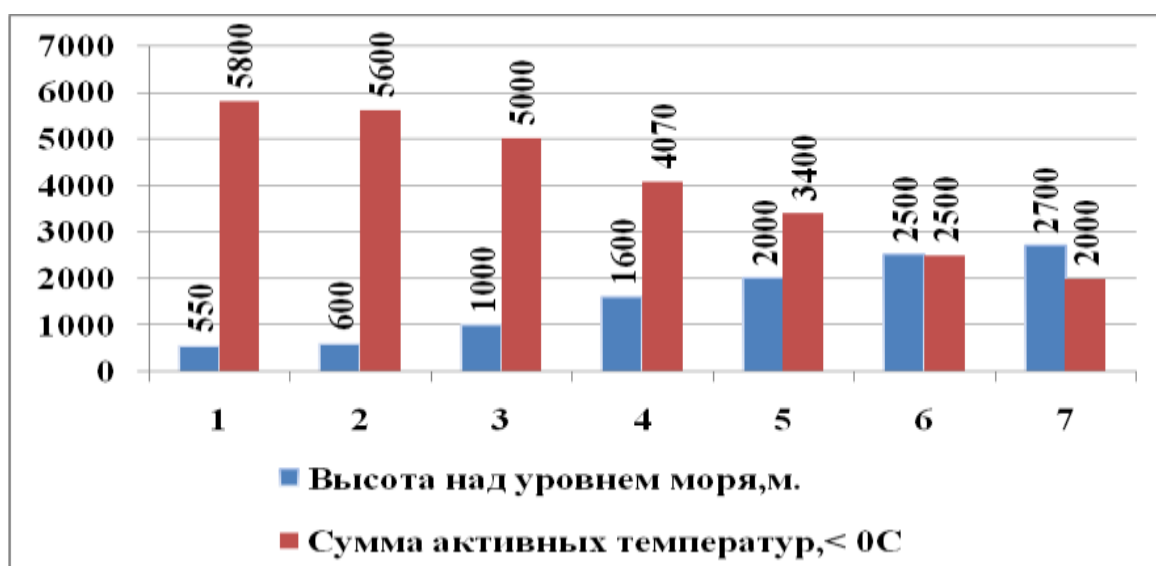


Рисунок 2.2.3.1.- Сумма активных температур воздуха в разные высоты по вертикальной зональности Республики Таджикистан (выше 5 °C).

Выращенный семенной материал картофеля в зоне Канаска города Вахдат может быть использован, как посадочный материал для возделывания в долинных районах республики.

В условиях Республики Таджикистан обычно сумма активных температур воздуха (свыше 0°C) доходит около 6000°C , что является оптимальным для возделывания многих сельскохозяйственных растений. Здесь успешно можно выращивать цитрусовые, технические, зернобобовые и другие теплолюбивые культуры [32] (рисунки 2.2.3.1-2.2.3.3).

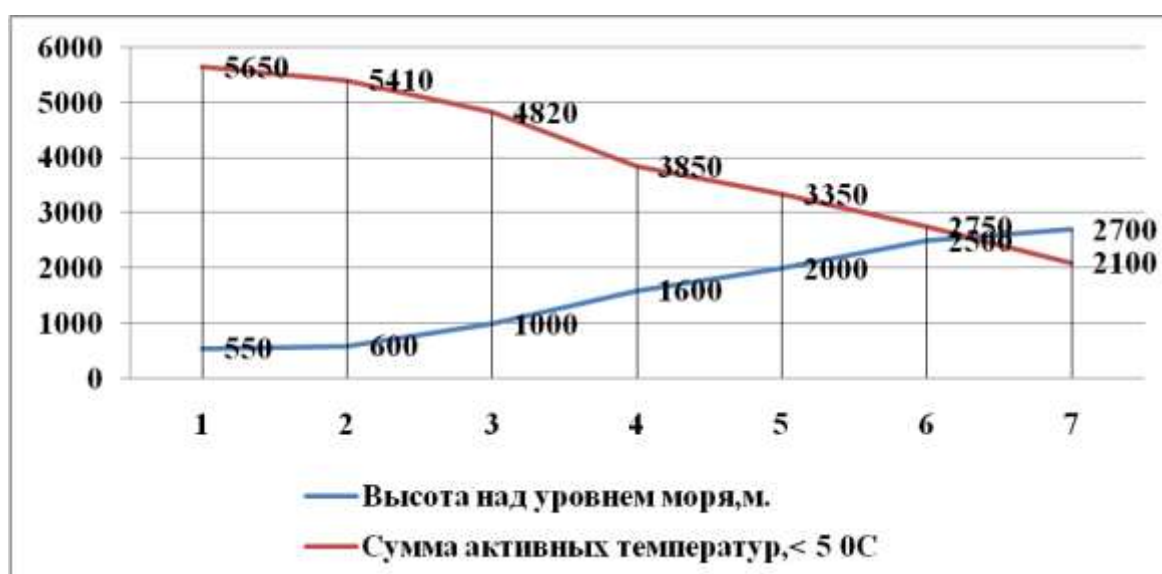


Рисунок 2.2.3.2. - Сумма активных температур воздуха в разные высоты по вертикальной зональности Республики Таджикистан (выше 5°C).

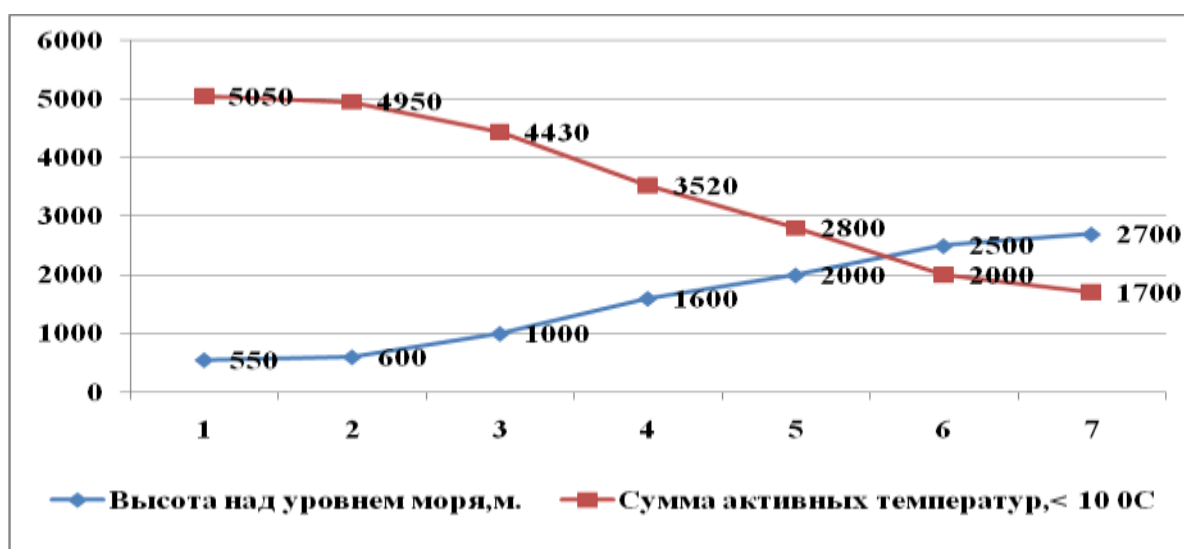


Рисунок 2.2.3.3. - Сумма активных температур воздуха в разные высоты по вертикальной зональности Республики Таджикистан (выше 10°C).

Из рисунков 2.2.3.1 – 2.2.3.3 вытекает, что сумма активных температур в зависимости от вертикальной зональности в пределах от 550 до 2700 м над уровнем моря динамично или значительно уменьшается.

2.3. Объект и методы исследования

Объектом исследования служили семенные клубни различных сортообразцов и гибридо картофеля (*Solanum tuberosum* L.) из коллекции Института ботаники, физиологии и генетики растений Национальной академии наук Таджикистана, Института картофельного хозяйства Российской Федерации им. А.Г. Лорха, Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР).

Нами во время вегетации картофеля были проведены учёты колебания температуры воздуха в разные фазы развития сортообразцов картофеля. Ежедневно провели учёт дневной температуры воздуха. При выращивании сортообразцов картофеля использовалась общепринятая в данной зоне агротехника. Клубни высаживались в середине февраля и начале марта месяца по схеме 70 x 30 см., при которой густота стояния растений составила более 50 тыс. растений/га. В качестве стандартного сортами были использованы сорта картофеля «Кардинал» и «Файзабад». На опытном участке проведены все фенологические наблюдения и промеры (высота растений в фазах развития растений, количество листьев, количество клубней, количество стеблей, количество корней, общая биомасса растений). Также проводились такие агротехнические приемы возделывания: две междурядные обработки; внесение необходимых доз минеральных удобрений (NPK – 120+180+90 кг/га), два раза культивация и окучивание рядов, 5 – 6 раз вегетационный полив. Такие метеорологические показатели, как среднесуточная температура воздуха и количество осадков были получены с Государственной метеостанции «Душанбе» Республики Таджикистан.

Данные по анализу почвенных образцов, полученных с разных участков (сельсовет «Хилоли», 550 метров над уровнем моря и сельсовет «Айни», 470 метров над уровнем моря) Хуросонского района проведены в агрохимической лаборатории Института почвоведения Таджикской Академии сельскохозяйственных наук (ТАСХН).

2.3.1. Определение относительного содержания воды

Относительное содержание воды (ОСВ) – показатель, который может быть использован для характеристики водообеспеченности растения, по методике [19]. Высокий уровень ОСВ сопровождается уменьшением водного дефицита и, наоборот, уменьшение его приводит к увеличению водного дефицита. Для измерения относительного содержания воды (ОСВ) использовали листья из каждого варианта (через 24 ч действия стресса). Определяли начальный сырой вес (сыр. В), затем выдерживали при 5⁰ С в течение 24 ч для насыщения клеток водой (в пробирке) и определяли их вес после насыщения (НВ), после чего листья высушивали в течение 48 ч при 70⁰ С и определяли сухой вес (сух. В).

ОСВ рассчитывали по формуле:

$$\text{ОСВ} = (\text{сыр. В.} - \text{сух. В.}) / (\text{НВ} - \text{сух. В.})$$

2.3.2. Определение водного дефицита в листьях

Для определения водного дефицита из листьев растений высекают 10 – 12 дисков с помощью пробирочного сверла диаметром 16 – 18 мм. Для характеристики целого растения диски высекают из листьев разных ярусов. Диски немедленно взвешивают и опускают в стакан, содержащий 40 – 50 мл дистиллированной воды с температурой до 20⁰ С. Перемешивают, стакан закрывают стеклом и оставляют в течение 90 мин. После этого каждый диск сверху и снизу прижимают фильтровальной бумагой для удаления капель воды. Затем диски взвешивают и вычисляют водный дефицит. Расчет проводился по следующей формуле $X = 100 (b - a) / b$; где: X – водный

дефицит листа (растений) в % к весу насыщенного водой при 90 мин. насыщения; а – вес пробы до насыщения водой (г), b – вес пробы после насыщения водой (г). Для опытов брали по 20 – 30 растений на вариант [19].

2.3.3. Определение содержания пластидных пигментов

Содержание фотосинтетических пигментов определяли по оптической плотности ацетоновой вытяжки на спектрофотометре Ultraspec II (Швеция) при длине волны 440, 644, 662 нм (Фото 2. 1), а расчёты проводились по уравнению Хольма – Веттштейна [176]. Для анализа использовали листья 3 - го яруса, которые растирали в 2 мл 96% этанола, затем центрифугировали в течение 5 мин. при 9000 об / мин. (Eppendorf, Польша). Осадок промывали спиртом три раза до полного извлечения пигментов. Оптическую плотность спиртового раствора измеряли при длине волны 665 нм, 649 нм, 654 нм и 440 нм на спектрофотометре UltraspecII (Швеция). Долю хлорофилла **a** (хл. **a**) в светособирающем комплексе (ССК), рассчитывали исходя из того, что весь хлорофилла **b** (хл. **b**) находится в ССК и соотношение хл. **a** и хл. **b** для этого комплекса равно 1. 2.



Фото 2.1. Спектрофотометре Ultraspec II (Швеция).

Эксперимент проводился в трех повторностях. Содержание фотосинтетических пигментов рассчитывали по формуле:

$$A=(C*V) / (1000*m); B = (C* V) / (1000*S),$$

где; A- количество пигментов, в мг/г сухой или сырой массы;

B - количество пигментов, в мг/ дм²;

C - концентрация пигментов в мг/л;

V - объём вытяжки пигментов, в мл;

m - навеска, г;

S - площадь всех дисков, в дм²

2.3.4. Методика удаления листьев генотипов картофеля

Экспериментальные работы по изучению влиянию удаления листьев разных сортов картофеля в фазе их массового цветения были проведены в условиях Хуросонского района Хатлонской области на высоте 350 м над ур. моря в течение 2017 - 2018 гг. Во время вегетации растений были проведены все фенологические наблюдений и промеры (высота растений в фазах развития растений, количество листьев, количество клубней, количество стеблей, количество корней, общая биомасса растений). Для выявления влияния удаления листьев картофеля на продуктивность растений нами в фазе цветения на 20 растениях всех сортообразцов картофеля были удалены все листья, кроме мелких верхушечных листьев. Листья растений были удалены при помощи ножниц (механическое удаление листьев). В контрольном варианте листья растений не были удалены. После удаления листьев в течение 15 - 20 дней было заметно, что на местах удаленных листьев появились новые мелкие пазушные листья, которые способствовали формированию урожая клубней сортообразцов картофеля [104, 105]. В контрольном и опытном вариантах были проведены следующие агротехнические мероприятий: две междурядные обработки; внесение необходимых доз минеральных удобрений (NPK – 120+180+90 кг/га), две культивации, окучивание рядов и пять раз поливов.

2.3.5. Определение площади листьев

Во время вегетации картофеля проведено определение площади листовой поверхности методом взятия высечек (30 шт. высечки с десяти листьев), на основе весового метода [144].

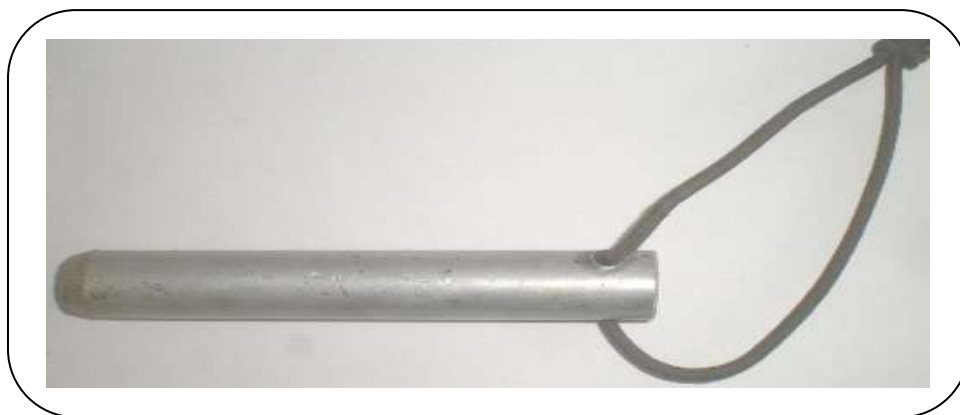


Фото 3. 2. Инструмент для взятия высечек листьев картофеля (d= 1,9 см) по определению площади листьев.

Высечки брали из 10 – ти учетных растений (с листьев среднего яруса растений), а вес высечки определяли на электронных весах. Высечки брали со середины пластинки листа при помощи алюминиевого сверла, длиной 10 см (фото 3.2.). Площадь одной высечки определяли по формуле: $S = \pi R^2 = 3,14 \times (0,95\text{см})^2 = 3,14 \times 0,95\text{см}^2 = 2,834\text{см}^2$, а площадь 30 высечек листьев определяли путем умножения 30 шт. $\times 2,834\text{ см}^2 = 85,014\text{ см}^2$. Определяли площадь 30 шт. высечки и их вес на основе пропорции: 30 шт. = 2,59 г = $85,02\text{ см}^2 \times 126\text{ г масса}$: 2,59 г = $4136\text{ см}^2/\text{растение}$ или $0,41\text{ м}^2/\text{растение}$. Умножая $0,41\text{ м}^2/\text{растение}$ на 50.тыс. растение /га определяли площадь листьев на один га = $0,41\text{ м}^2/\text{растение} \times 50.\text{тыс. растение /га} = 20,5\text{ тыс. м}^2/\text{га}$.

2.3.6. Определение интенсивности транспирации (ИТ)

Интенсивность транспирации (ИТ) у разных сортообразцов картофеля определялась методом быстрого взвешивания [73, 144] на торсионных весах (ВТ-1000) и вычислялась в граммах на 1 г сырого веса листьев в 1 час. Основные измерения транспирации и водоудерживающей способности листьев сортообразцов картофеля проводились с 8 утра до 17 часов вечера,

через каждые три часа во всех фазах развития растений. Во время измерения транспирации и водоудерживающей способности листьев картофеля температура воздуха составила от 20 до 35⁰ С.

2.3.7. Водоудерживающая способность листа

Водоудерживающая способность исследуемого объекта характеризовалась нами потерей воды за определенный промежуток времени и выражалась в процентах от её первоначального содержания. Ход определения был следующим: кусочки отрезанных листьев взвешивались на торсионных весах и подвергались завяданию через определенные промежутки времени (30, 60, 90, 120 мин.).

Водоудерживающая способность рассчитывалась по следующей формуле:

$X = (B \cdot 100) / A$, где X – потеря воды исследуемыми объектами за данный промежуток времени (30, 60, 90, 120 мин.), выражается в процентах к первоначальному содержанию её в листе, A - содержание воды на начало опыта, B – потеря воды за определенный промежуток времени при завядании.

Статистическую обработку данных проводили по Б.А.Доспехову [61] с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2007.

2.3.8. Определение активности ферментов (КАТ, АПО и СОД)

В разных фазах развития растений картофеля были изучены активность КАТ (КФ 1.11.16) , АПО (КФ 1.11.1.11) и СОД (КФ 1.15.1.1).

Определение активности каталазы

Активность каталазы определяли спектрофотометрически согласно методу Аеби с модификации [256]. Метод основан на определении скорости разложения перекиси водорода каталазой с образованием воды и кислорода.

Необходимые реактивы:

50 mM калий, натрий - фосфатный буфер (pH 7,8).

50 mM калий, натрий - фосфатный буфер (pH 7,0).

Калий, натрий фосфатный буферы готовят из следующих стоков - растворов:

0,2 М KH_2PO_4 (1,36 г KH_2PO_4 растворить в дистиллированной воде и довести до 50 мл).

0,2 М NaOH (400 мг NaOH растворить в дистиллированной воде и довести до 50 мл).

Приготовление 50 мМ калий, натрий - фосфатный буфер pH 7,8:

Для приготовления калий, натрий - фосфатного буфера необходимо 25 мл 0,2 М KH_2PO_4 и 22,25 мл 0,2 М NaOH смешать и довести до 100 мл дистиллированной водой. Проверить pH раствора с помощью pH – метра и скорректировать концентрированной H_3PO_4 или 5% NaOH .

Приготовление 50мМ калий, натрий - фосфатный буфер pH 7,0:

Для приготовления калий, натрий - фосфатного буфера необходимо 25 мл 0.2 М KH_2PO_4 и 22.25мл 0.2 М NaOH смешать и довести до 100 мл дистиллированной водой. Проверить и скорректировать pH раствора с помощью pH - метра.

3) Экстракционный буфер содержит: 2 мл 50 мМ калий, натрий - фосфатный буфер (pH – 7.8) и 20 мкл раствора 100 мМ фенилметилсульфонилфторид (ФМСФ).

4) 0.6 М перекись водорода (для получения 0.6 М перекис водорода необходимо 3 мл 3% перекиси водорода и доводят 1.5 мл дистиллированной водой до 4.5 мл).

Навеску растений картофеля массой 250 мг растереть в охлажденной ступке в 0.5 мл экстракционном буфере. Гомогенат центрифугировать в течение 5 мин при 12000 g. Пробы хранить при температуре 4⁰ С.

Реакционная смесь содержит: 2.95 мл 50 мМ калий, натрий - фосфатный буфер (pH 7.0) и 30 мкл экстракта. Реакцию запускают внесением в реакционную смесь 20 мкл 0.6 М перекиси водорода. Контрольная проба содержит те же реактивы, но в нее не вносится перекись водорода.

Активность каталазы определяют по изменению оптической плотности при длине волны 240 нм каждую секунду в течение 100 с.

Расчет активности каталазы в относительных единицах на один грамм сухого веса проводить по формуле:

$$A = (\Delta D \cdot V \cdot X) / (T \cdot L_m \cdot \Delta m),$$

где: A – активность фермента;

ΔD - изменение оптической плотности (вычесть из оптической плотности в конце реакции оптическую плотность в начальный момент времени);

V – Общий объём полученной вытяжки, мл;

X – конечное разведение вытяжки в кювете (объем реакционной смеси разделить на количество вносимого экстракта);

t – время реакции, с;

m – масса навески, г;

Δm - отношение сухого веса к сырому.

Измерение активности каталазы проводили в не менее трех биологических и аналитических повторностях. Стандартную ошибку вычисляли с помощью программы *Microsoft Office Excel 2010*.

Определение активности аскорбатпероксидазы

Активность аскорбатпероксидазы определяли согласно методу [160].

Активность аскорбатпероксидазы определяли по скорости разложения перекиси водорода аскорбатпероксидазой в исследуемых образцах с образованием воды и дегидроаскорбата. Реакция запускается внесением в реакционную смесь 30 мкл 0.06% раствора перекиси водорода. Контрольной пробой служили те же реактивы, но без внесения перекиси водорода. Измерение активности фермента проводили при длине волны 290 нм ежесекундно в течение 100 с.

Необходимые реактивы:

1) 50 mM калий, натрий - фосфатный буфер (pH 7.8)

2) 50 mM калий, натрий - фосфатный буфер (pH 7.0)

Оба буфера готовят из сток - растворов

50 mM калий, натрий - фосфатный буфер (pH 7.8).

50 mM калий, натрий - фосфатный буфер (pH 7.0).

Буферы готовят из следующих сток - растворов:

0,2 М KH_2PO_4 (1.36 г KH_2PO_4 растворить и довести до 50 мл дистиллированной водой).

0.2 М NaOH (400 мг NaOH растворить довести до 50 мл дистиллированной водой).

Приготовление 50 мМ калий, натрий - фосфатный буфер pH 7.8:

Для приготовления 50 мМ калий, натрий - фосфатный буфера pH 7.8 необходимо 25 мл 0.2 М KH_2PO_4 и 22.25мл 0.2 М NaOH смешать и довести до 100 мл дистиллированной водой. Проверить и скорректировать pH раствора помощью концентрированной H_3PO_4 или 5% NaOH .

Приготовление 50 мМ калий, натрий - фосфатный буфер pH 7.0:

Для приготовления 50 мМ калий, натрий - фосфатный буфера pH 7.0 необходимо 25 мл 0.2 М KH_2PO_4 и 14.55мл 0.2 М NaOH смешать и довести до 100 мл дистиллированной водой. Проверить pH раствора (если значение не соответствует необходимому, довести pH с помощью концентрированной H_3PO_4 или 5% NaOH).

3) 5 мМ Этилендиаминтетраацетат (20 мг ЭДТА растворить в 10 мл дистиллированной воды).

4) 17 мМ аскорбиновая кислота (30 мг аскорбиновая кислота растворить в 10 мл дистиллированной воды).

5) 0,06% перекись водорода (200 мкл 3% перекиси водорода добавить к 9,8 мл дистиллированной воды).

6) экстракционный буфер.

Приготовление экстракционного буфера.

Для приготовления экстракционного буфера необходимо 20 мг поливинилпирролидона растворить в 2,5 мл 50 мМ калий, натрий - фосфатного буфера (pH 7,8), добавить 125 мкл 17 мМ раствора аскорбиновой кислоты и 25 мкл 100 мМ раствора фенилметилсульфонилфторид (ФМСФ) в качестве ингибитора протеиназ.

Навеску растений картофеля массой 150 - 200 мг растереть в 300 - 400 мкл экстракционного буфера в холодной ступке холодным пестиком. Гомогенат центрифугировать в течение 5 мин при 12000 g, полученный супернатант использовать для анализа. Пробы поместить в холодильник (4⁰ С).

Реакционная смесь содержит:

2,93 мл 50 мМ калий, натрий - фосфатный буфер (pH 7,0);

30 мкл 17 мМ раствора аскорбиновой кислоты;

30 мкл 5 мМ раствора ЭДТА;

10 мкл клеточного экстракта.

Реакция запускается внесением в реакционную смесь 30 мкл 0,06% раствора перекиси водорода. Измерение оптической плотности проводят при длине волны 290 нм ежесекундно в течение 100 с. Расчет активности аскарбатпероксидазы в относительных единицах на один грамм сырого веса проводится по формуле:

$$A = (\Delta D \cdot V \cdot X) / (T \cdot L \cdot m \cdot \Delta m);$$

где: A – активность фермента;

ΔD - изменение оптической плотности;

V – Общий объём полученной вытяжки, мл;

X – конечное разведение вытяжки в кювете;

t – время реакции, с;

m – масса навески, г.;

Δm - отношение сухого веса к сырому.

Измерение активности аскарбатпероксидазы проводили в не менее трех биологических и аналитических повторностях. Стандартную ошибку вычисляли в программе Microsoft Office Excel 2010.

Определение активности супероксиддисмутазы

Активность супероксиддисмутазы (СОД) определяли по способности фермента ингибировать фотохимические восстановления нитросинего тетразолия (NBT), согласно Гианнополитису и Райсу [226] с

некоторыми модификациями, как описано в работе Полесской с соавторами [160].

Необходимые реактивы:

1) 50 мМ калий, натрий - фосфатный буфер (рН 7.8). Для его приготовления необходимо сделать следующие сток - растворы:

0.2 М KH_2PO_4 (1.36 г KH_2PO_4 растворить в дистиллированной воде и довести до 50мл),

0.2 М NaOH (400 мг NaOH растворить в дистиллированной воде и довести до 50 мг).

Приготовление 50 мМ калий, натрий - фосфатного буфера, рН 7.8:

25мл 0.2 М KH_2PO_4 и 25.22 мл 0.2 М NaOH смешать и довести до 100 мл дистиллированной водой . Проверить рН раствора (скорректировать значение с помощью концентрированной H_3PO_4 или 5% NaOH).

2) Экстракционный буфер (к 2 мл 50 мМ калий, натрий - фосфатного буфера (рН 7.8) добавить 20 мкл фенилметилсульфонилфторида (ФМСФ)).

3) 0.025% раствор рибофлавина (2.5 мг рибофлавина растворить в 10 мл кипящей дистиллированной воды).

4) 0.05% раствор п - нитросинеготетразолия (NBT) (5 мг NBT растворить в 10 мл дистиллированной воды).

5) 0.24% раствор Na - ЭДТА (24мг Na - ЭДТА растворить в 10 мл дистиллированной воды).



Фото 2.3. Центрифуга

Навеску растительной ткани картофеля массой 150 - 200 мг растереть в охлажденной ступке в 300 - 400 мкл экстракционного буфера. Гомогенат центрифугировать в течение 5 мин при 12 000g (фото 2.3) . Пробы хранить при температуре 4⁰С.

Реакционная смесь содержит:

0.5 мл 0.05% раствора NBT;

0.9 мл 50 mM калий, натрий - фосфатного буфера (pH 7.8);

100 мкл экстракта;

20 мкл 0,24% раствора Na - ЭДТА.

Для каждого образца сделать 2 одинаковые пробирки с реакционной смесью и экстрактом. Одну пробирку поместить в темноту (шкаф) – темновой контроль, другую выставить на свет (люминесцентные лампы 18 Вт). Реакция идет 15 минут. По истечению времени реакцию следует остановить выключением света. Реакционные смеси для света и темноты по своему составу ничем не отличается.

Кроме того, необходимо приготовить контрольные пробирки без ферментативной вытяжки – для расчета максимального образования формазана. В эти пробирки вместо экстракта следует внести 100 мкл KNa - фосфатного буфера.

Реакция запускается добавлением 20 мкл 0,025% рибофлавина во все пробирки. Содержимое пробирок быстро перемешать. Темновые контроли, включая пробирки для определения максимального образования формазана поместить в темное место. Остальные пробирки установить под двумя люминесцентными лампами (по 18 Вт).

Реакция идет 15 минут. По истечению времени реакцию следует остановить выключением света. До определения оптической плотности пробы следует держать в темноте. Оптическую плотность измеряют при длине волны 560 нм.

За единицу активности СОД принимают количество фермента, способного подавить реакцию восстановления нитросинего тетразолия на

50%. Сначала вычисляется соответствие полученной оптической плотности единице активности. Для этого полученная оптическая плотность максимального образования формазана делится на два и принимается за 50% ингибирования или 0,5 единиц.

Расчет производится по формуле:

$$a = 1 - ((D_{\text{образца}} * 0,5) / (D_{\text{образца}} / 2)) \quad (1)$$

Активность СОД рассчитывали по формуле:

$$A = (a * V * X) / (C * L) \quad (2)$$

где: A - активность фермента;

a - относительная единица активности, см. формулу (1);

V - объем полученной вытяжки, мл;

X - конечное разведение вытяжки, в кювете;

L - толщина кюветы, см;

C - количество белка в данной навеске, мг.;

Активность СОД выражают в условных единицах на один грамм сырой массы.

Для расчета активности СОД на один грамм сухого веса в формуле (2);

C (масса сырой веса в навеске) заменяли на $(m * \Delta m)$;

где: m – масса сырой навески;

Δm - отношение сухого веса к сырому.

Расчет активности СОД также можно производить по количественному показателю ингибирования образования формазана. Для этого используют следующую формулу:

$$\Phi = \Delta D * X / 7,2 * C * l$$

Где: Φ - количество образованного формазана, ммоль/мг белка;

ΔD - разность оптической плотности максимального образования формазана и оптической плотности образца;

X - разведение в кювете;

7.2 коэффициент экстинкции формазана при длине волны 560 нм, мм см;

C - содержание белка в пробе, мг;

1 - длина оптического пути, см.

Измерение активности супероксиддисмутазы проводили в не менее трех биологических и аналогических повторностях. Стандартную ошибку вычисляли в программе Microsoft Office Excel 2010.

ГЛАВА 3. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ КАРТОФЕЛЯ В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗОНАХ ТАДЖИКИСТАНА

Почвенно – климатические условия Хуросонского района по – разному влияют на всходы сортообразцов картофеля (таблица 3.1).

Как видно из данных таблицы 3.1, в условиях Хуросонского района период посадки – всходов у сортообразцов картофеля составляет от 25 до 29 дней. Необходимо отметить, что клубни таких сортообразцов картофеля, как Нилуфар, Таджикистан, Файзабад (стандарт) и Рашт дают 100% всходов в течение 25 дней от посадки. Однако, у таких сортообразцов картофеля, как Клон – 27 и Рашт (2) период посадки – всходов составляет соответственно 27 и 29 дней, а у гибрида картофеля – F_1 (Нилуфар х Клон – 2) 27 дней.

Сортообразцы картофеля различаются по признаку всхожести клубней после посадки. В частности, если всхожесть у сортообразцов картофеля Нилуфар, Таджикистан, Файзабад (стандарт) и Рашт составляет 100 %, то этот показатель у сортообразцов Клон 27 и Рашт (2) составляет 50 %, у гибрида F_1 (Нилуфар х Клон – 2) – 80 %, у сортообразца Мухаббат – 95 % (таблица 3.1).

Необходимо отметить, что семенной материал долинной репродукции сорта Рашт (2) и Клон – 27 имели сравнительно низкие всходы, что свидетельствует об их генотипической особенности и их низкой адаптивной реакции к условиям прорастания в условиях жаркого климата юга Таджикистана.

Это свидетельствует о том, что агроклиматические условия юга Таджикистана отрицательно влияют на всхожесть клубней сортообразцов картофеля в зависимости от их генотипической особенности. Таким образом, всхожесть клубней картофеля, как генетический признак, в большей степени зависит от генотипа сортообразцов и места выращивания семенного материала. В условиях Хуросонского района семенные клубни горной репродукции (выращенные в условиях горной зоны на высоте 2700 м над

уровнем моря в условиях Лахшского района) сортов картофеля Нилуфар, Таджикистан, Файзабад (стандарт) и Рашт в условиях долины дают 100 % всходов в течение 25 дней от посадки, а другие сорта дают всходы в течение 27 – 29 дней от посадки, а также с низким показателем всхожести семенных клубней (50 – 80 %).

Таблица 3.1. - Всхожесть сортообразцов картофеля в условиях жаркого климата Хуросонского района

Сортообразцы картофеля	Количество посаженных клубней, шт.	Количество взошедших клубней,	Количество дней от посадки до всходов клубней, шт.	Всхожесть клубней, %
Файзабад (стандарт)	50	50	25	100
Гибрид F ₁ (Нилуфар х Клон - 2)	30	24	27	80
Клон - 27	30	15	28	50
Мухаббат	30	25	25	95
Нилуфар	50	50	25	100
Рашт	30	30	25	100
Рашт (2)	20	10	29	50
Таджикистан	50	50	25	100
НСР₀₅	-	-	-	8.19

Проведенные нами исследования показали, что сортообразцы картофеля различаются по признаку высоты стеблей в условиях долины жаркого климата Таджикистана (рисунок 3.1.).

Как видно из данных рисунка 3.1 такие сортообразцы картофеля, как Мухаббат, Таджикистан, Нилуфар имеют соответственно 90, 85 и 75 см высоты растений. Наиболее низкий показатель по этому признаку наблюдается у сортообразцов Файзабад и Клон – 27, которые имеют всего

лишь 65 см. А другие сортообразцы (Гибрид и Рашт) имеют высоту стебля соответственно 73 и 70 см. Высота стеблей у всех сортообразцов картофеля в среднем составляет 74.8 см.

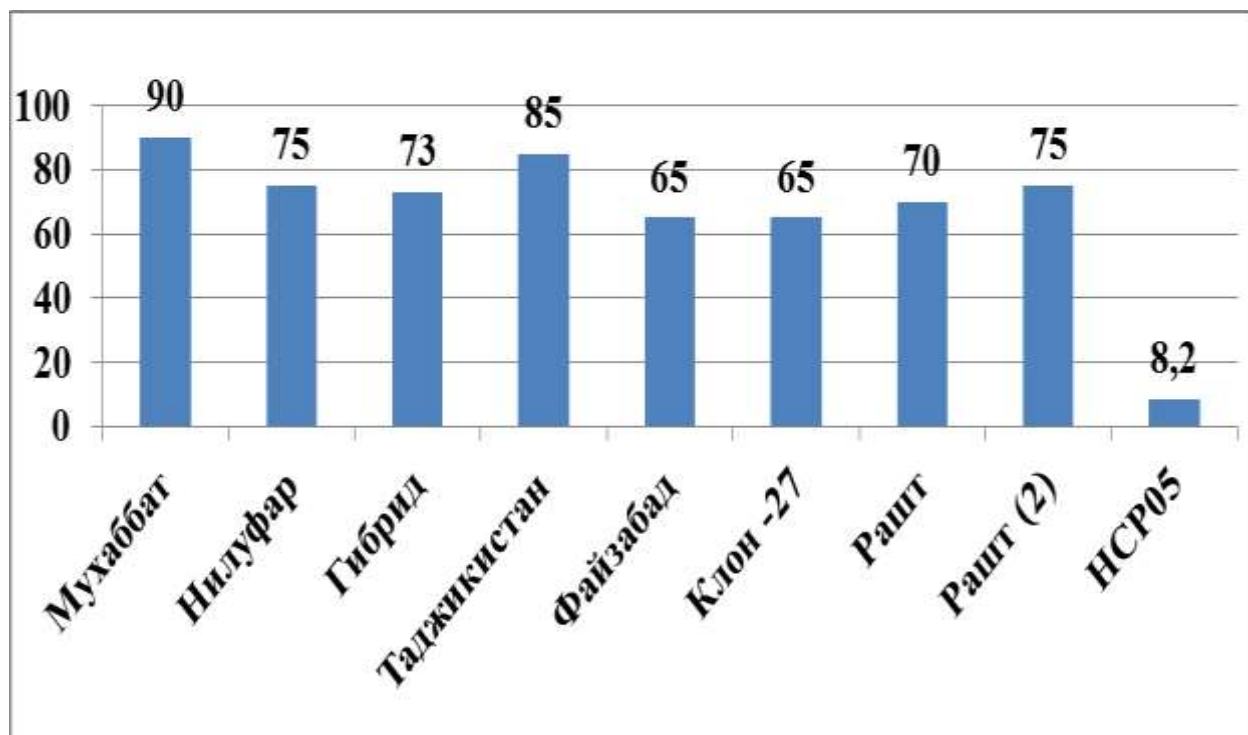


Рисунок 3. 1.- Высота стебля у сортообразцов картофеля в условиях жаркого климата Хуросонского района, см.

Таким образом, признак «высота растений» во многом зависит от генотипических особенностей сортообразцов картофеля, который в условиях жаркого климата имеет диапазон варьирования от 65 до 90 см.

Как показали наши исследования, в условиях жаркого климата Таджикистана в зависимости от генотипической особенности сортообразцов картофеля продолжительность прохождения фаз развития растений картофеля была разной (рис.3. 2).

Как видно из рисунка 3.2, в фазе бутонизации наиболее низкий рост наблюдается у сортообразцов Гибрид (F_1 (Нилуфар х Кл. № 2), Таджикистан и Рашт(2), у которых в этой фазе рост составлял 8.6 – 10.3 см. Однако, такие сортообразцы картофеля, как Мухаббат, Файзабад, Рашт и Клон – 27 имеют более высокий рост от 13.3 до 15.0 см. Как видно, разность между этими

сортообразцами картофеля по высоте растений в данной фазе развития составляет 4.7 см (или же 49.8 %). В среднем по всем сортообразцам картофеля в данной фазе высота растений составляет 12.6 см.

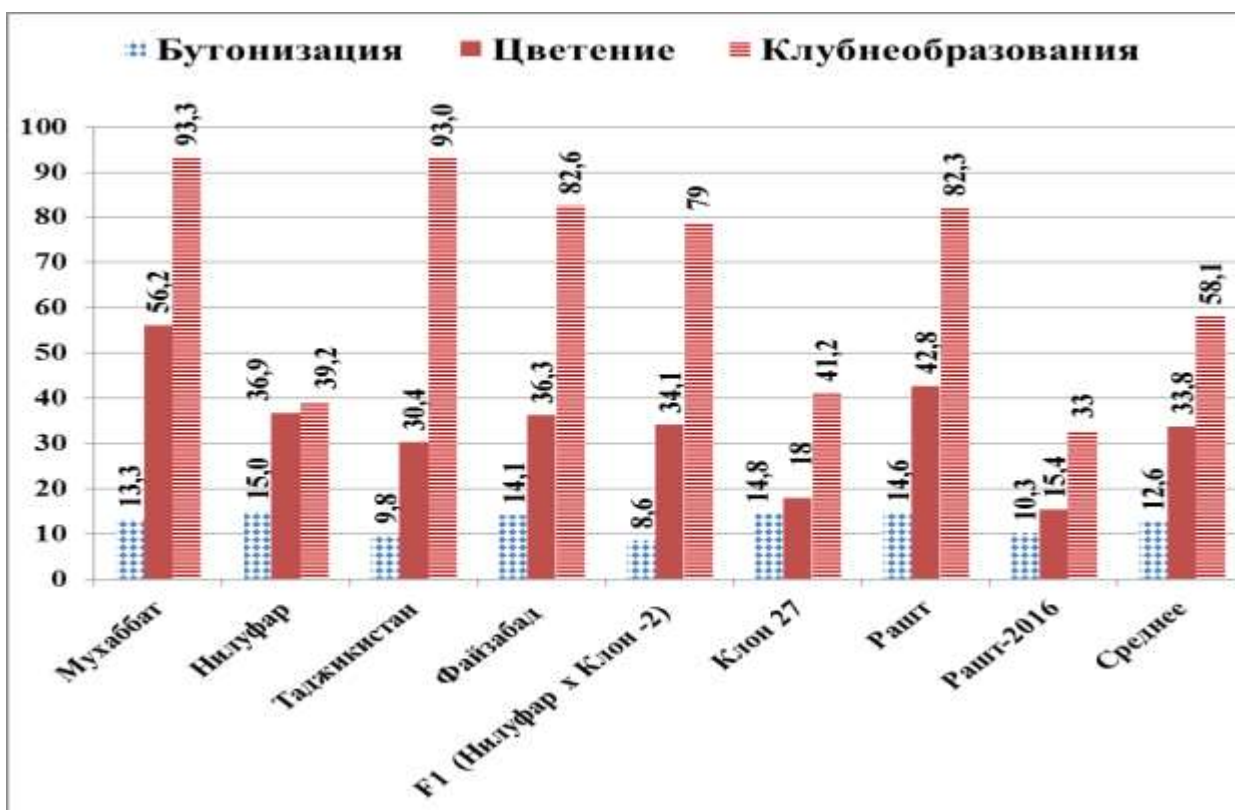


Рисунок 3. 2. - Высота сортообразцов картофеля в различных фазах развития растений, см.

Высота растений в фазе цветения у сортообразцов картофеля также была неоднозначной. В этой фазе наиболее низкие показатели по данному признаку наблюдаются у сортообразцов Рашт (2) и Клон 27 - от 15.4 до 18 см, а высокий показатель по высоте растений в данной фазе наблюдался у сортообразцов картофеля Рашт и Мухаббат, который составляет 42.8 и 56.2 см соответственно.

В фазе цветения средние показатели высоты растений наблюдаются у сортообразцов картофеля Нилуфар, Таджикистан, Файзабад и Рашт, у которых данный показатель составил от 30.4 до 36.9 см.

Исследования показали, что в среднем высота растений у всех изученных сортообразцов картофеля в фазе цветения составляет 33.8 см.

Высокий показатель высоты растений у сортообразцов картофеля по сравнению с предыдущими фазами развития растений (бутонизация, цветение) наблюдался в фазе клубнеобразования.

В этой фазе низкий показатель по высоте растений отмечается у сортообразцов Рашт (2), Клон 27 и Нилуфар, и составляет 33, 39.2, 41.2 см соответственно, а высокий показатель у сортообразцов Рашт, Файзабад, Таджикистан и Мухаббат, у которых равнялся от 82.3 до 93.3см.

В среднем высота растений в фазе клубнеобразования у всех сортообразцов картофеля была 58.1 см. Этот показатель превышает в 4.6 раза, чем в фазе бутонизации и в 1.7 раза выше, чем в фазе цветения, что видно из рисунка 3.3.

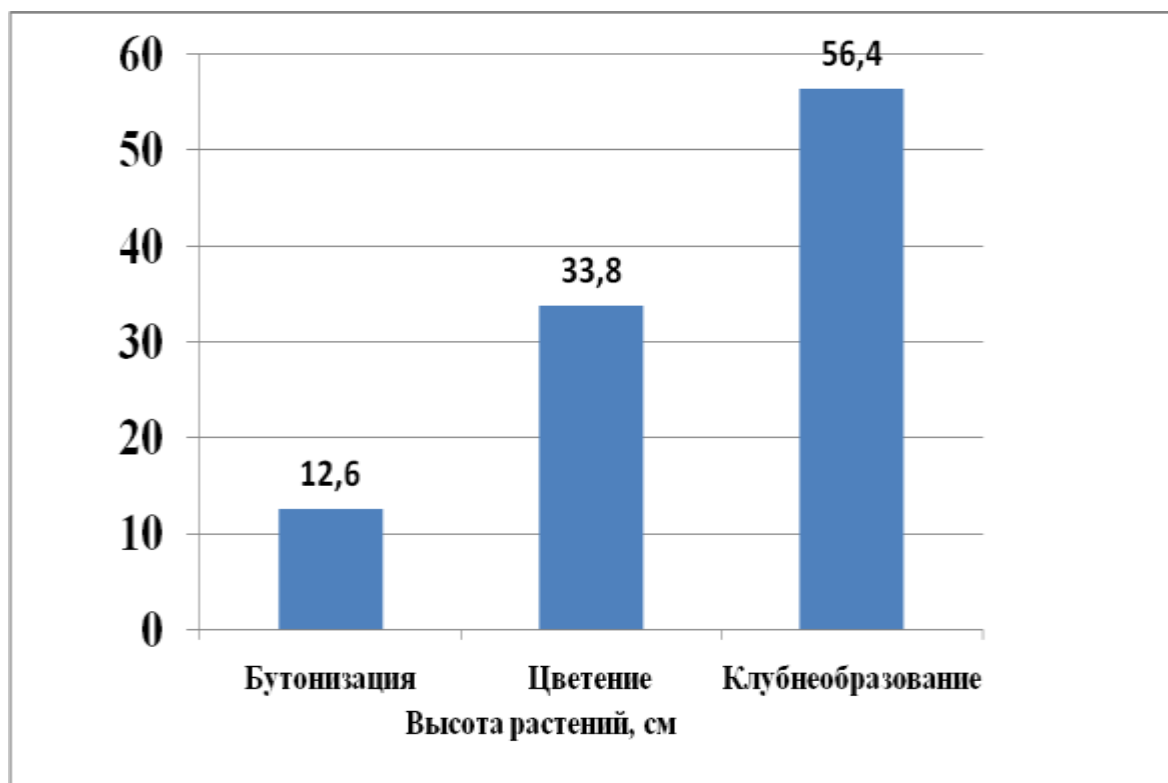


Рисунок 3.3.-Динамика нарастания высоты растений у сортообразцов картофеля в фазах развития растений, см.

Как видно из рисунка 3.3, высота растений от фазы бутонизации до цветения увеличивается в среднем у сортообразцов картофеля на 11.2 см (или же на 88.9 %), от фазы цветения до фазы клубнеобразования на 22.6 см (или

же на 66.9 %), от фазы бутонизации до клубнеобразования на 43.8 см (или же на 347.6 %).

Таким образом, признак «высота растений» у сортообразцов картофеля в разных фазах развития растений имеет разные показатели. Это связано с генетической особенностью сортообразцов картофеля и влиянием агроклиматических факторов среды на данный признак. Такие сорта картофеля, как Мухаббат, Таджикистан и Рашт имеют наиболее высокий показатель по росту растений (82.3 – 93.3 см) по сравнению с другими сортообразцами.

Как показали наши исследования, высокая температура по разному влияет на формирование многих полигенных признаков сортообразцов картофеля. В частности, такое влияние выражается на формирование таких морфологических признаков, как количество стеблей, их масса, масса корней, масса клубней и общая биомасса растений (таблица 3. 2).

Генетический признак «количество стеблей на растении» среди сортообразцов картофеля колеблется от 1.0 до 5 шт. в зависимости от генотипических особенностей того или иного образца картофеля. Образцы картофеля – Мухаббат, Нилуфар, Таджикистан и гибрид F₁(Нилуфар х Клон – 2) по сравнению с другими сортообразцами имеют большее количество стеблей на растение. У этих форм картофеля число стеблей в среднем составило 4 и 5 шт., что по сравнению с другими образцами в два раза больше. Также такие сортообразцы, как Рашт (2), Клон 27, Рашт и Файзабад (стандарт) были малостеблевыми образцами, и имели всего лишь по 1 – 2 шт. стеблей на растении (таблица 3.2).

Как видно, у разных образцов картофеля количество стеблей составляет от одного до пяти шт. на растении и самым многостебельными являются сорта Мухаббат и Таджикистан, которые соответственно имеют 5.2 и 5.0 шт. стеблей на растении. Наибольшее количество стеблей наблюдается у сортообразцов Мухаббат, Таджикистан, F₁(Нилуфар х Клон – 2) и Нилуфар (4 – 5 шт. на растение).

Таблица 3. 2. - Признаки у сортообразцов картофеля в условиях Хуросонского района Таджикистана

Сортообразцы	Количество стеблей, шт./растение	Масса стеблей, г/растение	Масса корней, г/растение
Файзабад (стандарт)	1.6	160	80
F ₁ (Нилуф. х Клон - 2)	4.5	190	100
Клон – 27	0.6	110	40
Мухаббат	5.2	140	25
Нилуфар	4	200	50
Рашт	1.4	180	70
Рашт (2)	0.5	150	60
Таджикистан	5	100	35

Большая разность наблюдается по признаку масса стеблей между сортообразцами картофеля. Такие сортообразцы картофеля, как Файзабад (стандарт), Нилуфар, F₁(Нилуфар х Клон - 2), Рашт которые имеют от 160 до 200 г/растение массы стеблей. Самая большая масса стеблей наблюдается у сорта Таджикистан и Клон - 27 (100 – 110г/растение). Следует отметить, что у тех сортообразцов картофеля, которые имеют 100% всходы и отмечается большая масса стеблей по сравнению с другими сортообразцами наблюдается меньшее количество стеблей.

По массе корней особенно отличаются сортообразцы Файзабад (стандарт), Рашт и F₁(Нилуфар х Клон - 2), у которых масса корней составляет от 70 до 100 г/растение, что в 1.5 - 2 раза больше, чем у других сортообразцов картофеля.

Результаты исследований показали, что сортообразцы картофеля по таким признакам, как продуктивность растений, общая биомасса, урожайность и индекс урожая в зависимости от их генотипической особенности значительно различаются между собой (таблица 3. 3).

**Таблица 3.3. - Продуктивность, общая биомасса, урожайность и индекс урожая
сортообразцов картофеля в условиях Хуросонского района Таджикистана**

Сортообразцы	Продук- тивность, г/растение	Общая биомасса, г/растение	Урожай- ность, т/га	Общая биомасса, т/га	Индекс урожай- ности ($K_{хоз.}$)
Файзабад (стандарт)	460	700	23.3	35.7	0.65
F ₁ (Нилуфар х Клон - 2)	500	790	25.0	39.5	0.64
Клон - 27	350	500	17.5	25.0	0.68
Мухаббат	535	700	26.7	35.0	0.76
Нилуфар	500	750	25.0	37.5	0.67
Рашт	540	790	27.0	39.5	0.68
Рашт (2)	200	410	10.0	25.0	0.49
Таджикистан	535	670	26.7	35.0	0.76
Среднее	452.6	663.8	22.7	34.0	0.67
НСР₀₅	9.5	16.7	0.6	1.8	0.1

Как видно из таблицы 3.3, по признаку продуктивности имеют наиболее высокие показатели такие образцы, как Мухаббат, Рашт и Таджикистан (более 535 г/растение), тогда как сортообразцы Файзабад, Клон - 27 и Рашт (2) имели от 200 до 460 г/растение, что в 1,5 – 2.0 раза меньше, чем сорта Мухаббат, Рашт и Таджикистан.

По признаку общей биомассы высокие показатели наблюдаются у сортообразцов Мухаббат, Нилуфар, Таджикистан, Рашт, F₁(Нилуфар х Клон - 2) и Файзабад (стандарт) (от 670 до 790 г/растение). Однако сортообразцы Рашт (2) и Клон - 27 имеют от 410 и 500 г/растение, что почти на 40 - 50% меньше, чем у других сортообразцов картофеля.

По урожайности клубней с гектара высокие показатели имеют сортообразцы Нилуфар, Мухаббат, F₁ (Нилуфар х Клон - 2) и Рашт у которых

этот показатель составляет 25 – 27 т/га. Однако, такие сортообразцы, как Клон - 27, и Рашт(2) имеют всего лишь 10.0 – 17.5 т/га, что в 1.5 – 2.0 раза меньше, чем у других сортообразцов картофеля. Особенно низкий урожай был получен с образца Рашт (2), так как семенной материал 2015 года был выращен в условиях жаркого климата Хуросонского района и это, видимо, привело к вырождению семенных качеств данного образца картофеля. Наряду с этим следует отметить, что сорта Мухаббат и Рашт превышают стандарт Файзабад по урожайности на 146 – 157%. Следовательно, эти сорта являются наиболее устойчивыми в этих условиях выращивания.

По общей урожайности биомассы высокие показатели наблюдаются у сортообразцов Нилуфар, Мухаббат, Таджикистан, Рашт и F₁ (Нилуфар х Клон - 2) у которых этот показатель составляет 35.0 - 39.5 т/га.

Такие сортообразцы, как Клон - 27 и Рашт (2) имеют соответственно 17.5 т/га и 10.0 т/га, что на 44.1 и 77.1 % меньше, по сравнению со средним показателем по сортообразцам картофеля. Разные образцы картофеля также имеют разные показатели по индексу урожая (соотношение хозяйственного урожая, то есть урожая клубней к общей биомассе растений), что показано на рисунке 3.4.

Данные рисунка 3.4, показывают, что такие сорта картофеля, как Мухаббат, Таджикистан, Рашт и Клон - 27 имеют высокие показатели по индексу урожая (хозяйственный урожай от общей биомассы) (0.68 – 0.76 %) по сравнению с другими сортами картофеля. По сравнению с другими сортообразцами образец Рашт (2) имеет самый низкий показатель по индексу урожая (0.40 %). Таким образом, наиболее высокие показатели по индексу урожая (хозяйственный урожай от общей биомассы) наблюдаются у сортообразцов картофеля – Мухаббат и Таджикистан.

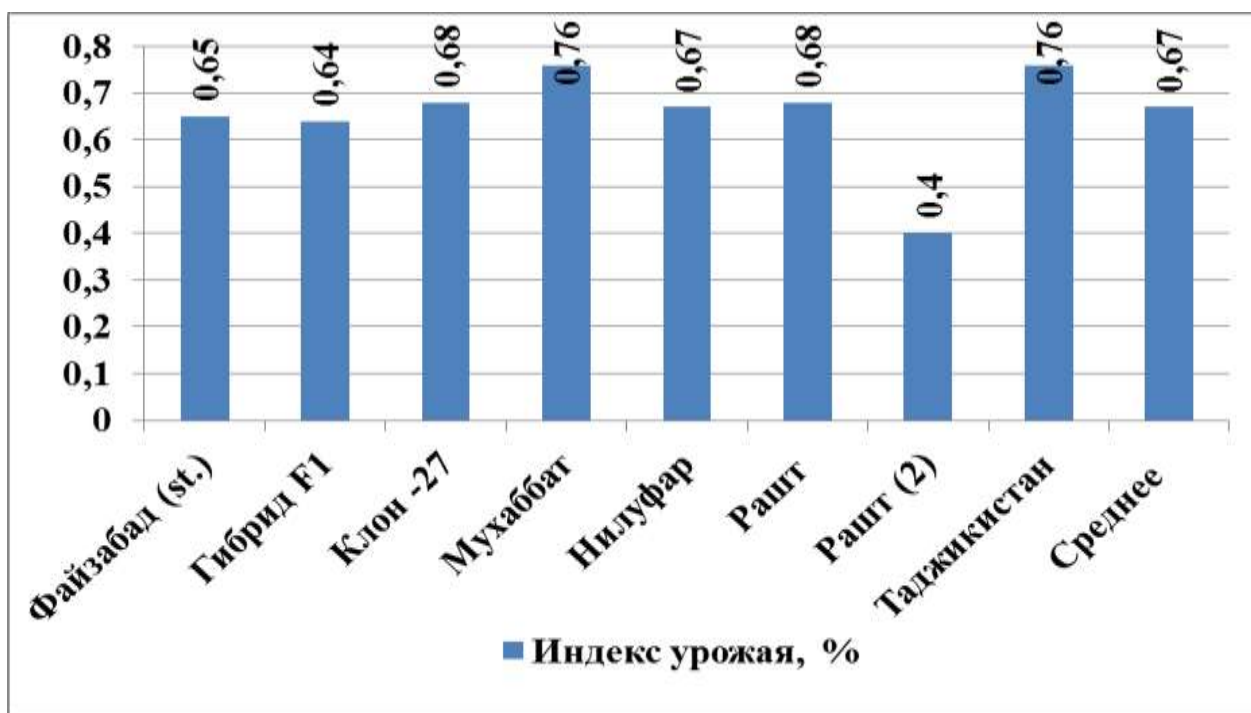


Рисунок 3.4. - Индекс урожая (хозяйственный урожай от общей биомассы) у сортов картофеля, %.

Таким образом, из вышеизложенного вытекает, что сорта картофеля по ряду морфологических и хозяйственно полезных признаков отличаются между собой. Проявление такого разнообразия признаков тесно связано, с генетической особенностью сортов картофеля и их адаптационной способностью при выращивании в жарком климате.

Адаптивная реакция сортов картофеля, в свою очередь (в условиях жаркого климата Хуросонского района) связана с генетическими особенностями изученных сортов картофеля.

На высоте 550 м над ур. моря по продуктивности, особенно отличались образцы Мухаббат, Рашт и Таджикистан (более 535 г/растение), тогда как сорта Файзабад, Клон - 27 и Рашт (2) имели от 200 до 460 г/растение, что в 1.5 - 2.0 раза меньше, чем сорта Мухаббат, Рашт и Таджикистан.

По урожайности клубней с гектара высокие показатели имеют сорта Нилуфар, Мухаббат и F₁ (Нилуфар x Клон - 2) у которых этот показатель составляет 25 – 27 т/га. Однако, такие сорта, как Клон -

27, Рашт и Рашт(2) имеют всего лишь 10.0 – 17.5 т/га, что в 1.5 – 2.0 раза меньше, чем у других сортообразцов картофеля.

По общей урожайности биомассы высокие показатели наблюдаются у сортообразцов Нилуфар, Мухаббат, Таджикистан, Рашт и F₁ (Нилуфар х Клон - 2), у которых этот показатель составляет 35.0 – 39.5 т/га. Такие сортообразцы, как Клон - 27 и Рашт(2) имеют по 25.0 т/га, что на 40 – 58% меньше, чем других сортообразцов картофеля.

Как показали результаты исследования такие сорта картофеля, как Мухаббат, Рашт и Таджикистан являются наиболее устойчивыми сортообразцами в условиях жаркого климата Хуросонского района. В связи с этим данные сортообразцы картофеля можно использовать для получения высокого урожая клубней в таких жарких условиях в будущем, особенно в условиях Хуросонского района Хатлонской области Республики Таджикистан, что будет способствовать решению проблем продовольственной безопасности.

3.1. Морфо - физиологическая характеристика признаков коллекционного материала

Условия проведения опытов также по – разному повлияли на формирование признака высоты растений у различных коллекционных образцов картофеля, что видно из таблицы 3.1.1.

В фазе бутонизации наиболее высокий показатель по высоте растений наблюдается у таких сортообразцов картофеля, как Клон - Файзабад, Клон №73, Клон №13 тj, у которых данный признак колеблется от 23 до 44 см (таблицы 3. 1. 1.). Однако, у сортообразцов Зарина, F₁(Пикассо х Файзабад), Клон - 2тj, Рашт, Клон - 15тj и других высота растений составляет всего лишь 10 – 14 см. Остальные сортообразцы картофеля существенно не отличаются друг от друга по данному признаку и высота растений колеблется от 14 до 22 см.

Таблица 3.1.1. - Высота растений у сортообразцов картофеля в фазах бутонизации и цветения, см

№	Сортообразцы	Бутонизация	Цветение
1	Кардинал (стандарт)	20±0.3	32±0.2
2	Аладин (Мастча)	22±0.1	25±0.1
3	АН-1	22±0.5	35±0.5
4	Бунафша	16±0.3	23±0.4
5	Зарина	10±0.2	24±0.3
6	Нилуфар	20±0.1	31±0.2
7	Файзабад	15±0.3	35±0.4
8	Рашт	14±0.2	26±0.1
9	Таджикистан (К)	17±0.4	24±0.3
10	Таджикистан (Л)	22±0.2	27±0.3
11	Таджикистан (Г)	20±0.2	27±0.4
12	Клон Файзабад	44±0.5	50±0.4
13	Клон - 2tj	14±0.3	35±0.4
14	Клон - 13 tj	23±0.4	35±0.3
15	Клон - № 73	26±0.3	30±0.2
16	Клон - 15tj	14±0.2	30±0.4
17	F ₁ (Пикассо х Файзабад)	13±0.1	26±0.3
18	F ₁ (Нилуфар х Клон-2)	16±0.3	33±0.4
	Среднее	19.3	30.4
	НСР05	1.71	0.61

В среднем высота растений у всех сортообразцов картофеля в фазе бутонизации в условиях жаркого климата южного Таджикистана составляет 19.3 см. Этот признак в фазе цветения также имеет специфический характер проявления в зависимости от биологических особенностей сортообразцов картофеля. В этой фазе высота растений у сортообразцов Клон Файзабад,

Файзабад и АН – 1 составляет 35 – 50 см. Такие сортообразцы, как Зарина, Бунафша и Рашт имеют 24 – 26 см высоты растений.

Остальные сортообразцы картофеля существенно не отличаются друг от друга по данному признаку в этой фазе развития растений. В среднем высота растений у всех сортообразцов картофеля в фазе цветения составляет 30.4 см.

Признак высоты растения также имел разные показатели среди образцов картофеля и это было заметно в зависимости от сортовых особенностей в фазах клубнеобразования и созревания растений (таблица 3.1.2).

В фазе клубнеобразования, которая приходится к началу мая, высота растений в среднем достигает 60 см. В этой фазе наиболее высокий показатель по данному признаку наблюдается у сортообразцов картофеля Клон - Файзабад, F_1 (Нилуфар х Клон - 2) и Нилуфар, у которых высота растений достигает 65 – 75 см, а наиболее низкие показатели по этому признаку наблюдаются у сортообразцов F_1 (Пикассо х Файзабад) и Рашт (от 47 до 50 см).

В конце вегетации (в фазе созревания) высота растений в условиях жаркого климата достигает максимума у всех сортообразцов картофеля. Самый высокий рост растений наблюдается у сорта Рашт (110 см), а самый низкий рост имеют сорт Таджикистан (Г) и клоны F_1 (Нилуфар х Клон - 2), Клон - 2tj (80 – 85 см). Средний показатель высоты растений у всех сортообразцов картофеля в конце вегетации достигает 92,5 см, что по сравнению с фазой бутонизации в 4.8 раза больше, а по сравнению фазой цветения в 3 раза и по сравнению с фазой клубнеобразования в 1.5 раза больше, что видно из рисунка 3.1.1.

Таблица 3.1.2. - Высота растений у сортообразцов картофеля в фазе клубнеобразования и созревания, см

№	Сортообразцы	Клубнеобразование	Созревание
1	Кардинал (стандарт)	65±0.5	95±0.4
2	Аладин(Мастча)	60±0.5	85±0.6
3	АН – 1	62±0.6	90±0.4
4	Бунафша	62±0.4	95±0.5
5	Зарина	52±0.3	100±0.2
6	Нилуфар	65±0.4	100±0.3
7	Файзабад	60±0.5	95±0.4
8	Рашт	50±0.6	110±0.2
9	Таджикистан (К)	60±0.4	100±0.2
10	Таджикистан (Л)	60±0.3	85±0.5
11	Таджикистан (Г)	55±0.6	80±0.4
12	Клон - Файзабад	75±0.5	90±0.3
13	Клон - 2tj	60±0.4	80±0.4
14	Клон - 13 tj	60±0.2	100±0.5
15	Клон - № 73	60±0.5	100±0.2
16	Клон - 15tj	60±0.6	85±0.3
17	F ₁ (Пикассох Файзабад)	47±0.7	95±0.7
18	F ₁ (Нилуфар х Клон - 2)	67±0.5	80±0.6
	Среднее	60.0	92.5
	НСР05	1.55	1.66

Из рисунка 3.1.1. видно, что высота растений от фазы бутонизации до цветения увеличивается в среднем у сортообразцов картофеля на 11.1 см (или же на 57.5 %), от фазы цветения до фазы клубнеобразования на 29.6 см (или же на 97.4 %), от фазы клубнеобразования до созревания на 32.5 см (или же на 54.2 %).

Таким образом, в условиях юга Таджикистана морфологический признак - высота растений имеет разные показатели в разных фазах развития

коллекционных сортообразцов картофеля. В конце вегетации среди коллекционного материала картофеля высота растений достигла больше 100 – 110 см у сортообразцов картофеля - Зарина, Рашт, Таджикистан и Файзабад и Клон - 73 и Клон - 13 тj, что в 7.5 – 17.5 см больше, чем средний показатель у всех сортообразцов картофеля.

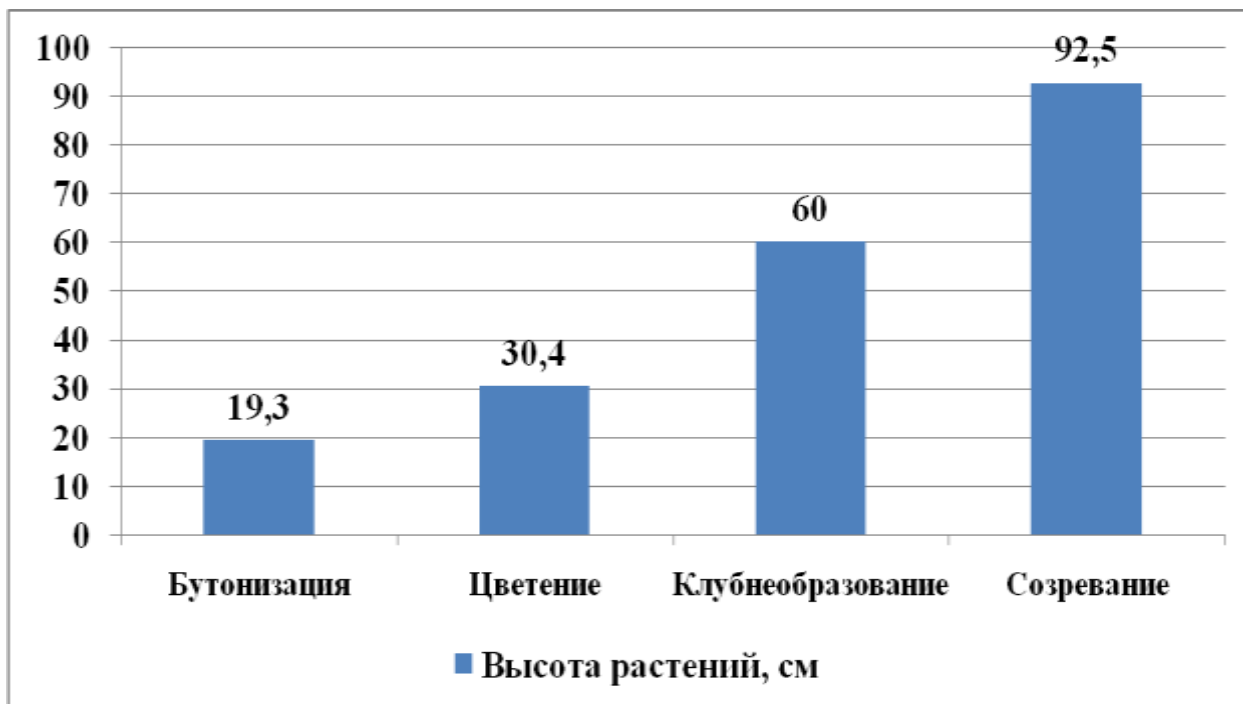


Рисунок 3.1.1.- Динамика нарастания высоты растений у сортообразцов картофеля, см.

Как показали наши эксперименты, в условиях Хуросонского района юга Таджикистана коллекционные сортообразцы имеют разные показатели по ряду морфологических признаков (таблица 3.1.3.).

Из таблицы 3.1.3 видно, что по ряду генетических признаков наблюдается большая разность между сортообразцами картофеля. В частности, по признаку масса ботвы между сортообразцами картофеля варьирование признака составляет от 77.8 до 850 г/растение. По этому признаку наиболее высокий показатель наблюдается у сортообразцов Нилуфар, Бунафша, Таджикистан (К), Клон № 73,Таджикистан (Л), Таджикистан (Г) и Клон №13тj, у которых масса ботвы составляет от 511 до 850 г/растение. Сравнительно низкий показатель по этому признаку имеют

сортотипы Клон № 2tj, Алладин (Мастча), Рашт, АН - 1 и другие, у которых масса ботвы составляет от 77.8 до 357.1 г/растение. В среднем этот показатель по всем сортотипам составляет 404.7 г/растение.

По признаку массы корней высокий показатель наблюдается у сортотипа Нилуфар, у которого этот признак составляет 150 г/растение, у других сортотипов всего лишь 18.9 (Таджикистан (Ляхш) – 83.3 (Кардинал (стандарт) г/растение или же в 1.8 – 7.9 раза меньше, чем у образца Нилуфар. В среднем среди всех сортотипов картофеля масса корней составила 39.0 г/растение.

Среди сортотипов картофеля также наблюдается большое варьирование по признаку продуктивности (масса клубней). По продуктивности высокие показатели установлены у сортотипов: Бунафша, Таджикистан (К), Клон-№73, Клон-15tj, Клон - №13tj, Клон Файзабад и F₁(Нилуфар х Клон - 2), у которых данный признак колеблется от 511 до 600 г/растение. Низкий показатель по данному признаку имеется у сортотипов: Таджикистан (Г), Алладин (Мастча) и F₁(Пикассо х Файзабад), Зарина, у которых продуктивность колеблется от 216.7 до 333.3 г/растение. У всех сортотипов картофеля среднее значение данного признака составляет 431.6 г/растение.

Общая биомасса у сортотипов картофеля в среднем составляет 825.3 г/растение. Данный признак является более изменчивым и варьирует в пределах 374 – 1433 г/растение. Поэтому важному признаку особенно отличались образцы картофеля: Бунафша, Таджикистан (К), Клон - №73 и Нилуфар, которые имели показатель, по данному генетическому признаку в пределах 1288 – 1433 г/растение. Однако, такие образцы картофеля, как Алладин (Мастча), Клон - 2tj, Кардинал (стандарт) имели по этому признаку всего лишь в пределах 374 - 506 г/растение.

Таблица 3.1.3. – Характеристика сортообразцов картофеля по наиболее важным морфологическим признакам*

№	Сортообразцы	Масса ботвы, г/растение	Масса корней, г/растение	Продуктивность, г/растение	Общая биомасса, г/растение	Индекс урожая, %
1	Кардинал (стандарт)	144.4	83.3	277.8	505.6	54.94
2	Аладин (Мастча)	100.0	18.9	255.6	374.4	68.27
3	АН-1	312.5	31.3	410.5	754.3	57.83
4	Бунафша	777.8	50.0	600.0	1427.8	42.05
5	Зарина	277.8	22.2	333.3	633.3	52.63
6	Нилуфар	850	150.0	433.3	1433.3	30.23
7	Файзабад	255.6	22.2	431.1	708.9	60.81
8	Рашт	133.3	15.1	455.6	604.0	75.43
9	Таджикиста (Канаск)	687.5	50	550	1287.5	42.72
10	Таджикистан (Ляхш)	577.8	18.9	427.8	1024.4	41.76
11	Таджикистан (Гиссар)	522.2	22.2	216.7	761.1	28.47
12	Клон Файзабад	357.1	38.6	542.9	938.6	57.84
13	Клон-2tj	77.8	26.7	388.9	493.3	78.84
14	Клон - 13 tj	511.1	27.8	511.1	1050.0	48.67
15	Клон - № 73	666.7	33.3	544.4	1244.4	43.74
16	Клон - 15tj	311.1	33.3	522.2	866.7	60.25
17	F ₁ (Пикассоx Файзабад)	333.3	33,3	333.3	700.0	47.61
18	F ₁ (Нилуфар x Клон - 2)	388.9	25.6	533.3	947.8	56.27
	Среднее	404.7	39.0	431.6	825.3	49.31
	НСР₀₅	38.9	7.3	30.9	69.6	8.3

**Примечание: среднемесячная температура воздуха 20.2-22.7°С*

По индексу урожая высокие показатели наблюдаются у сортообразцов Клон - 2tj, Рашт, Аладин (Мастча), Клон - 15tj, Файзабад и АН - 1 (60.25 – 78.84%), низкие показатели - у сортообразцов – Таджикистан (Г), Нилуфар и Таджикистан (Л) (28.47 – 41.76 %). В среднем индекс урожая у всех сортообразцов картофеля в условиях Хуросонского района Таджикистана составляет 49.31 %.

Таким образом, в условиях Хуросонского района наиболее продуктивными являются сортообразцы Мухаббат, Нилуфар, Таджикистан, Рашт, гибрид F₁(Нилуфар х Клон - 2) и Файзабад (стандарт) (от 235 до 300 г/растений). Сортообразцы Мухаббат, Таджикистан и Нилуфар превышают сорт Файзабад (стандарт) по общей биомассе в 1.9 - 2.2 раза. Такие сорта картофеля, как Мухаббат, Нилуфар, Файзабад, F₁(Нилуфар х Кл - 2) имеют высокие показатели по признаку индекса урожая (47 – 75%) по сравнению с другими сортами картофеля.

Из выше изложенного можно полагать, что в условиях Хуросонского района, расположенного на юге Таджикистана, по продуктивности особенно отличаются такие сортообразцы, как Бунафша, Таджикистан (К), Клон - №73, Клон - 15tj, Клон № 13tj, Клон Файзабад и F₁(Нилуфар х Клон - 2), Рашт (511 – 600 г/растение), которые превышают средний показатель данного признака у всех сортообразцов картофеля на 16.0 – 39.01%. Урожайность у этих сортообразцов колеблется от 25 – 30 т/га.

В среднем урожайность у всех сортообразцов картофеля в условиях Хуросонского района составляет 21.58 т/га. Это свидетельствует о том, что адаптивная реакция этих сортообразцов к условиям жаркого климата (высокой температуры) более значимая, чем у других сортообразцов картофеля, а также, чем стандартного сорта Кардинал. Следовательно, можно их рекомендовать к широкому внедрению в производственных условиях юга Таджикистана в будущем.

3.2 Продукционный потенциал картофеля в зависимости от вертикальной зональности выращивания

Многие исследователи показывают, что агроэкологические факторы местности могут значительно повлиять на характер проявления многих полигенных признаков сельскохозяйственных растений. Эти факторы больше всего затрагивают таких признаки, как рост и развитие растений, их продукционный потенциал в течение вегетации [226, 71, 55, 48, 74]. Многие ученые сообщают об эффективности влияния агроклиматических условий на изменчивость количественных признаков, а также продуктивность [262, 201, 32]. В работе [155, 48] показано, что признаки растений картофеля существенно различаются по относительной доли вклада изменчивости в зависимости от генотипа, сорта, метеорологических условий зоны испытания, а также по изменчивости, обусловленной взаимодействием этих всех факторов.

В связи с этим, нами было проведено сравнительное изучение продуктивности новых коллекционных образцов картофеля в зависимости от их вертикальной экологической зональности Таджикистана. Как показали проведенные нами исследования характер образования такого важного генетического показателя, как продуктивность многие агроэкологические и почвенно – климатические условия той или иной горной и долиной зоны во многом связаны с высотой над уровнем моря.

Разные факторы среды по-разному влияли на проявление ряда морфологических признаков картофеля (табл.3.2.1).

Как видно из таблицы, такие морфологические признаки, как масса стеблей, масса корней и масса клубней меняются в зависимости от вертикальной зональности зон возделывания сортообразцов картофеля. На эти признаки особенно сильно влияет количество осадков. Наиболее оптимальное количество осадков, которое положительно влияет на эти признаки, наблюдается на высоте 2550 м над ур. моря (Канаск), а на высотах 550 м над ур. моря (Хуросон) и 3600 м над ур. моря (Шугнан), наоборот,

наблюдаются низкие показатели этих признаков картофеля по сравнению с высотой 1500 – 2700 м над уровнем моря.

Таблица 3.2.1. - Показатели морфологических признаков (средняя для всех) генотипов картофеля в зависимости от вертикальной зональности

Местность	Высота над уровнем моря, м	Осадки, мм	Масса стеблей, г/раст.	Масса корней, г/раст.	Масса клубней, г/раст.
Хуросон	550	30	116.3	20.0	280
Душанбе	840	50	139.9	45.9	350
Явроз	1500	70	162.0	51.7	400
Канаск	2550	120	184.1	57.6	570
Ляхш	2700	80	151.5	55.4	500
Шугнан	3600	50	118.8	53.2	310
Среднее	1957	66.7	145.5	47.3	402
НСР₀₅	-	-	15.7	6.3	50.0

Таким образом, оптимальное количество осадков для проявления таких морфологических признаков, как масса стеблей, масса корней и масса клубней картофеля составляет 70 - 120 мм.

Климатические факторы (среднемесячная температура воздуха и количество осадков) и продуктивность сортообразцов картофеля в разные высоты над уровнем моря имели разные показатели (таблица 3.2.2).

Как видно из данных таблицы 3.2.2, с увеличением высоты по вертикали от 550 м над ур. моря до 2550 м над ур. моря во время вегетации картофеля наблюдается снижение среднемесячной температуры воздуха от 25 - 27⁰ до 17 - 19⁰ С. По мере высотности наблюдается увеличение количества осадков от 30 до 120 мм. Однако, с повышением высоты над уровнем моря от 2700 до 3600 м наблюдается уменьшение среднесуточной температуры воздуха от 19 - 21 до 15 - 17⁰ С и количества осадков от 80 до 50 мм соответственно.

Таким образом, основные показатели окружающей среды (среднемесячная температура воздуха и количество осадков) во многом связаны с высотой над уровнем моря и существенно влияют на характер проявления и образования продукционного потенциала и адаптационной способности образцов картофеля в течение их вегетационного периода.

Таблица 3. 2. 2. - Климатические параметры и продуктивность сортообразцов картофеля в зависимости от высоты над уровнем моря

Местность	Высота над уровнем моря, м	Среднемесячная температура воздуха во время вегетации картофеля, °С	Количество осадков во время вегетации картофеля, мм	Продуктивность, г/растение
Хуросон	550	25-27	30	280±5.6
Душанбе	840	23-25	50	350±5.9
Явроз	1500	21-23	70	400±5.2
Канаск	2550	17-19	120	570±4.6
Ляхш	2700	19-21	80	500±6.1
Шугнан	3600	15-17	50	310±4.7
Среднее	1957	15.8-17.5	66.7	402
НСР ₀₅	-	-	-	50.0

**Примечание: для определения урожайности сортообразцов картофеля при расчетах использовано 50 тыс. растений на один га*

Генетический признак - продуктивность у образцов картофеля на высоте 550 - 2550 м над уровнем моря в среднем составляет 280 - 570 г/растение соответственно. Однако, по мере повышения высоты над уровнем моря от 2700 до 3600 м мы наблюдаем снижение среднемесячной температуры воздуха (от 19 до 15⁰С), а также и уменьшения количество осадков (от 80 до 50 мм). Эти показатели вызывают уменьшение продуктивности сортов картофеля в зависимости от высоты над уровнем моря (от 500 до 310 г/растение).

Такая картина наблюдается и по урожайности сортообразцов картофеля в зависимости от высоты над уровнем моря, что видно из рисунка 3.2.1.

В зависимости от высоты над уровнем моря, в вертикальной зональности начиная от 550 м; 840 м; 1500 м и 2550 м наблюдается повышения урожайности образцов картофел, соответственно составляет 14.0; 17.5; 20.0 и 28.5 т/га.

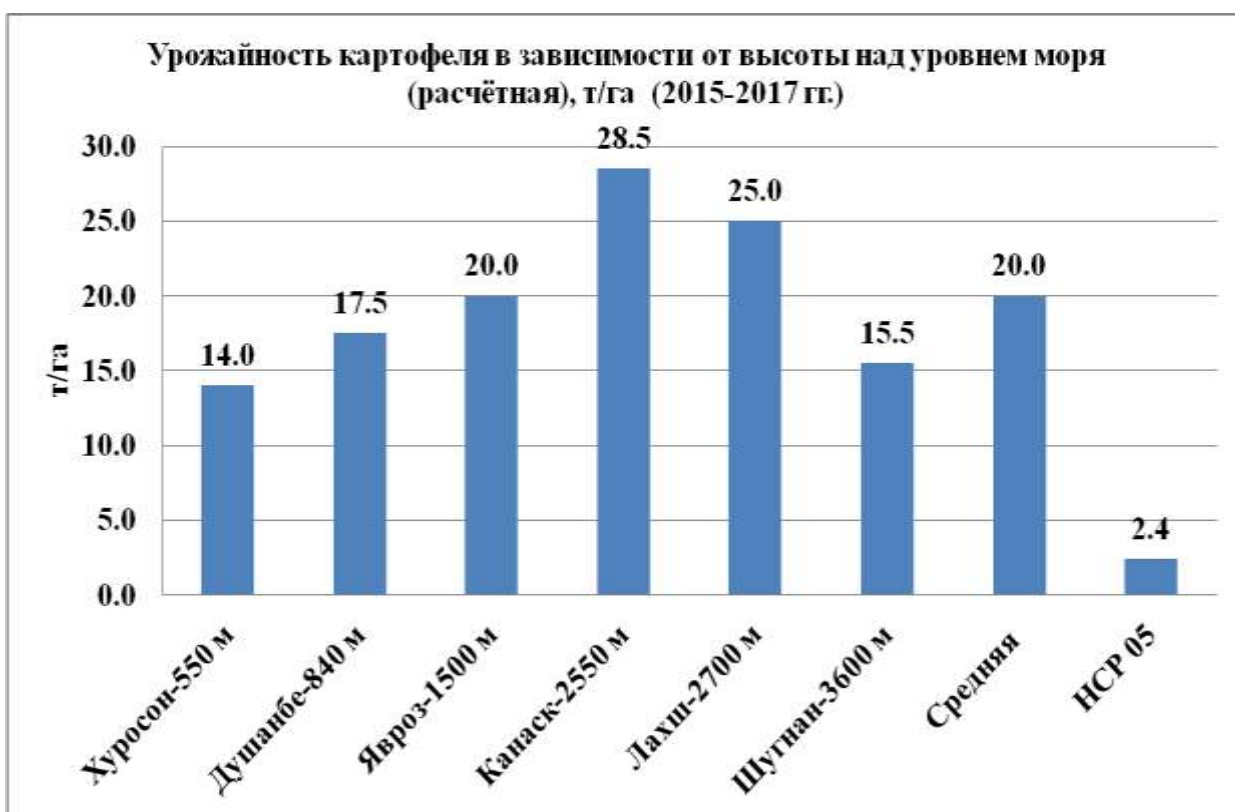


Рисунок 3. 2. 1. - Урожайность сортообразцов картофеля в зависимости от высоты над уровнем моря (расчётная), т/га.

По мере возрастания высотности от 2700 до 3600 м над ур. моря наблюдается снижение урожайности образцов картофеля от 25.0 до 15.5 т/га.

Таким образом, почвенно - климатические условия, начиная с 550 м над ур. моря до 2550 м над ур. моря способствуют плавному увеличению урожайности сортообразцов картофеля от 14.0 т/га до 28.5 т/га, а высоты 2700 и 3600 м над ур. моря вызывают уменьшение урожайности картофеля с 25.5 до 15.0 т/га.

Проведенные исследования показали, что из - за более прохладного горного климата во время роста и развития (18 - 22 °С) наблюдается значительное увеличение продуктивности и урожайности разных образцов картофеля. В частности, в горной зоне Канаск, город Вахдат, где высота над уровнем моря составляет более 2560 м над ур. моря нами получен высокий урожай образцов картофеля (28.5т/га).

Поэтому можно предполагать, что горная зона (Канаск города Вахдат в Гиссарской долины Центрального Таджикистана) на высоте более 2300 - 2550 м над ур. моря отвечает оптимальным условиям для получения высокого урожая разных образцов картофеля. Напротив, в условиях жаркого климата Вахшской долины (на высоте 550 м над ур. моря в Хуросонском районе Хатлонской области, расположенного в южном Таджикистане) у образцов картофеля в среднем урожайность составила всего лишь 14.0 т/га (рисунок 3.2.2).

Как видно из рисунка 3.2.2, количество осадков во время вегетации картофеля, начиная с высоты 550 м над ур. моря (Хуросонский район) до высоты 2550 м над ур. моря (зона Канаск) имеет тенденцию к увеличению от 30 до 120 мм. Однако, на высотах 2700 и 3600 м над ур. моря (Ляхшский и Шугнанский районы) прослеживается уменьшение количества осадков во время вегетации картофеля от 80 до 50 мм.

Следует отметить, что во время вегетации, роста и развития образцов картофеля на высоте 2550 м над ур. моря (в зоне Канаск) осадки выпадают значительно больше, по сравнению с высотами - 550; 840 и 3600 м над ур. моря .

Таким образом, температура воздуха существенно влияет на рост и развитие растений картофеля и его продуктивность. Наши наблюдения показали, что среднемесячная температуры воздуха в течение вегетации картофеля на высоте 550, 840 и 1500 м над ур. моря соответственно была 26⁰ С, 24⁰ С и 22⁰ С. В зависимости от этих показателей температуры воздуха урожайность образцов в среднем была 14, 17.5 и 20.0 т/га соответственно.



Рисунок 3. 2. 2. - Урожайность картофеля, количество осадков и среднемесячная температура воздуха в зависимости от высоты над уровнем моря.

Наряду с этим, в горной зоне на высоте 2550 и 2700 м над ур. моря наблюдается оптимальная для роста и развития растений картофеля среднемесячная температура воздуха, в пределах 18 - 20⁰С и наибольшее количество осадков – 120 и 80 мм, что благоприятно влияет на формирование продуктивности картофеля. Поэтому наибольшая урожайность сортов картофеля была получена на высотах 2550 и 2700 м над ур. моря и составила соответственно 28.5 и 25 т/га.

3.3. Корреляционная связь между экологическими факторами и морфологическими признаками картофеля

Необходимо отметить, что разные почвенно - климатические условия могут по-разному повлиять на особенности формирования многих качественных и количественных признаков у разных образцов картофеля. Также эти агроэкологические факторы (температура воздуха, осадки, влажность воздуха, солнечная инсоляция, магнетизм почвы, УФ - лучи и т д.)

могут существенно влиять на характер проявления, формирования и взаимосвязи многочисленных полигенных признаков и на их корреляционную связь в течение вегетации различных образцов и сортов картофеля [12, 31].

Также ряд ученых сообщают о том, что агроэкологические факторы среды, как в долине, так и в горах могут существенно повлиять на адаптационную способность различных сельскохозяйственных растений [262] и в том числе на растения картофеля [63].

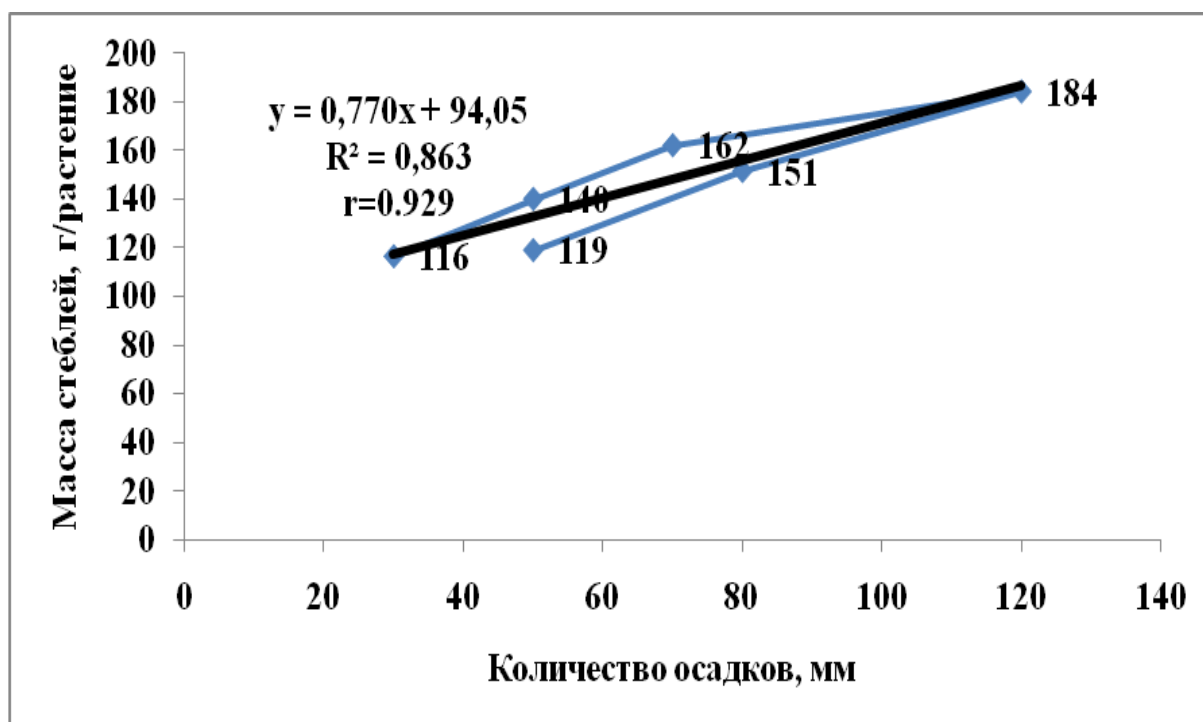


Рисунок 3.3.1.-Корреляция между массой стеблей и количеством осадков во время вегетации картофеля.

Как известно, в разных почвенно - климатических условиях Республики Таджикистан к настоящему времени уже определены разного уровня корреляции между различными генетическими признаками у разных форм и образцов картофеля [91, 104, 107, 33, 166], что является очень важным для ведения селекционно - генетических исследований в будущем.

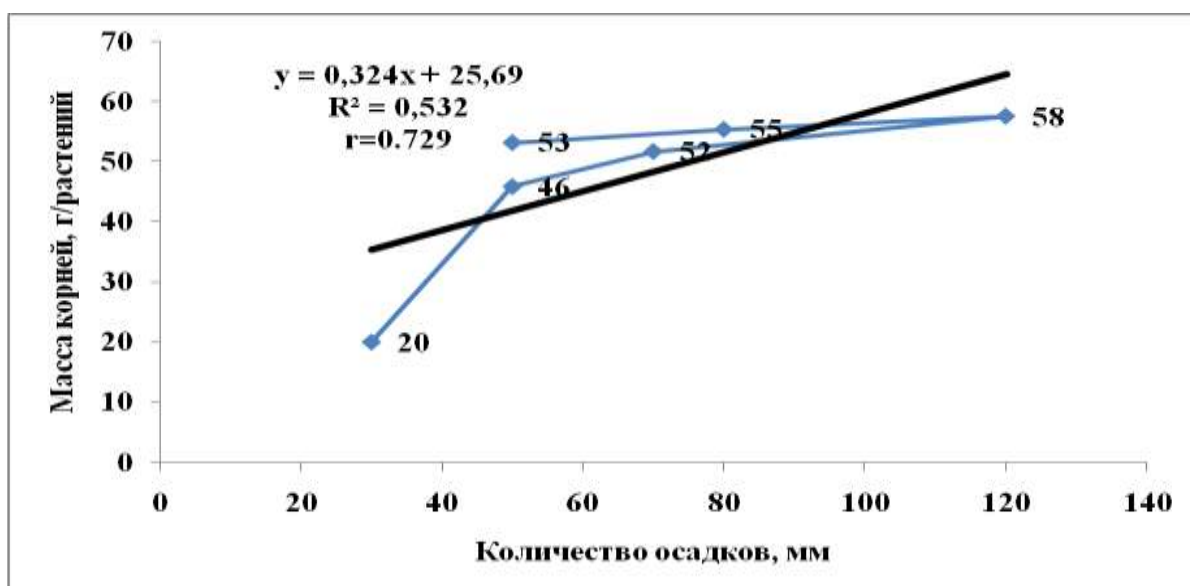


Рисунок 3.3.2. - Корреляция между массой корней и количеством осадков во время вегетации картофеля.

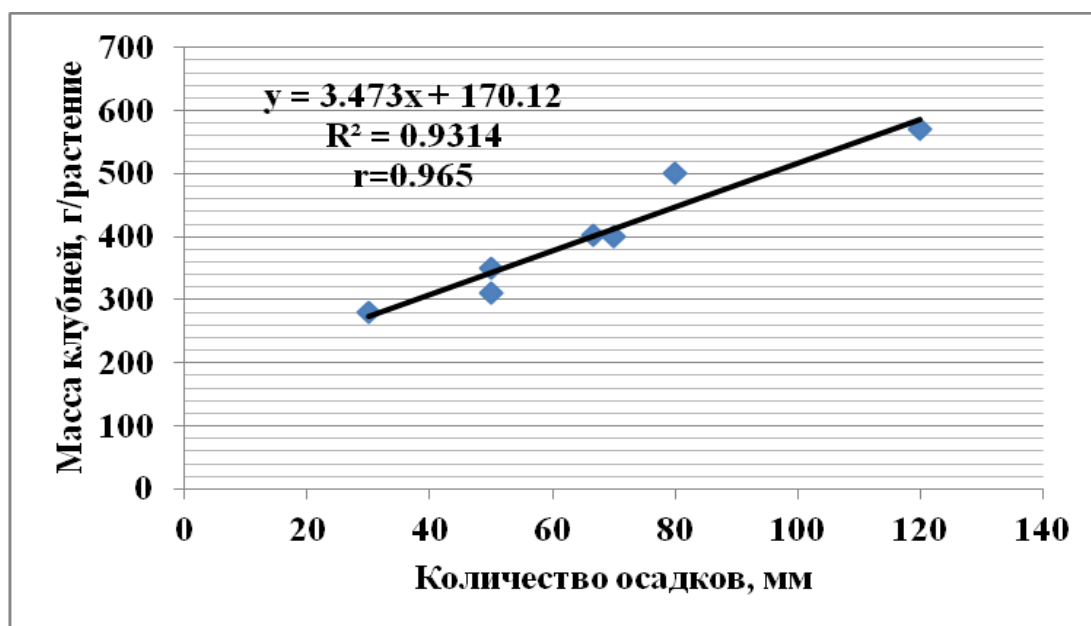


Рисунок 3. 3. 3. - Корреляция между массой клубней и количеством осадков во время вегетации картофеля.

Как показали наши исследования, между количеством осадков и такими морфологическими признаками картофеля, как масса стеблей, масса корней и масса клубней существует сильная положительная корреляция. В частности, между количеством осадков и массой стебля, корня и клубня картофеля корреляция составляет соответственно $r = 0.929$; $r = 0.729$ и $r = 0.965$, что видно из нижеприведенных рисунков 3.3.1, 3.3.2 и 3.3.3.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что между количеством осадков и признаками массой стеблей, массой корней и массой клубней наблюдается положительная корреляционная связь ($r = 0.929$; $r = 0.729$ и $r = 0.965$).

Следовательно, количество осадков положительно влияет на формирование таких признаков, как масса стеблей, масса корней и масса клубней картофеля в условиях Таджикистана.

Как показали наши исследования, между признаками температуры воздуха и такими морфологическими признаками, как масса стеблей, масса корней и масса клубней наблюдается корреляционная связь.

В частности, между температурой воздуха и массой стеблей наблюдается обратная корреляционная связь. Как при повышении температуры, так и при снижении температуры воздуха наблюдается уменьшение массы стеблей картофеля и корреляция между этими признаками слабая ($r = -0.276$) (рисунок 3.3.4). Такая обратная корреляционная связь наблюдается между температурой воздуха и такими признаками, как масса клубней (средняя связь $r = -0.430$) и масса корней (сильная связь $r = -0.784$), что видно из рисунки 3.3.5 и 3.3.6.

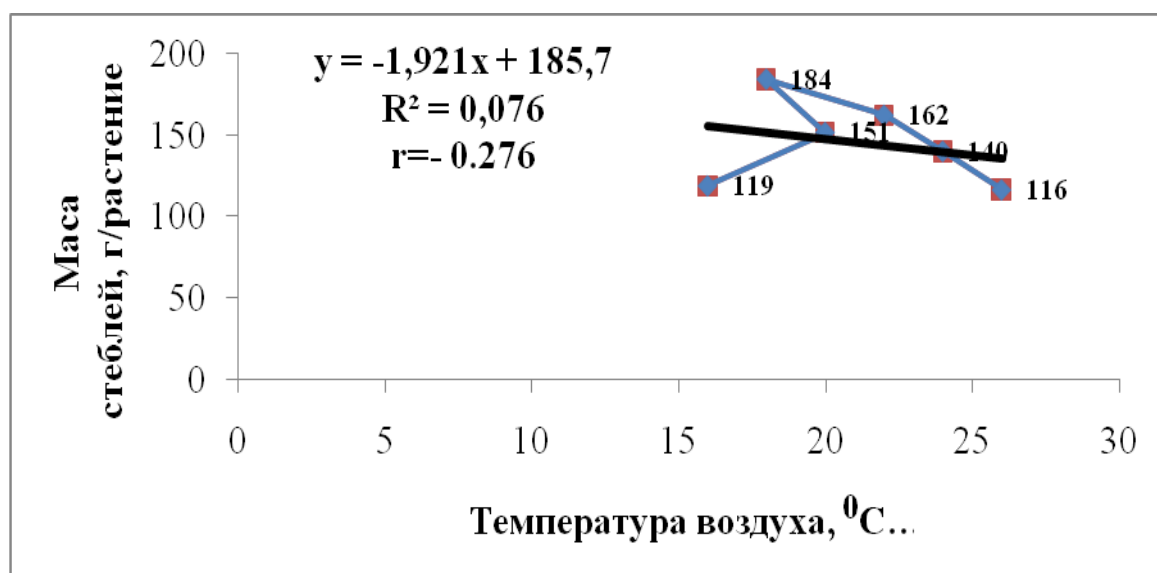


Рисунок 3.3.4.- Корреляция между массой стеблей и температурой воздуха во время вегетации картофеля.

Следовательно, между температурой воздуха и такими морфологическими признаками картофеля, как масса стеблей, масса корней и масса клубней наблюдается обратная корреляция и это свидетельствует о том, что как с повышением, так и с понижением температуры воздуха происходит уменьшение морфологических признаков.

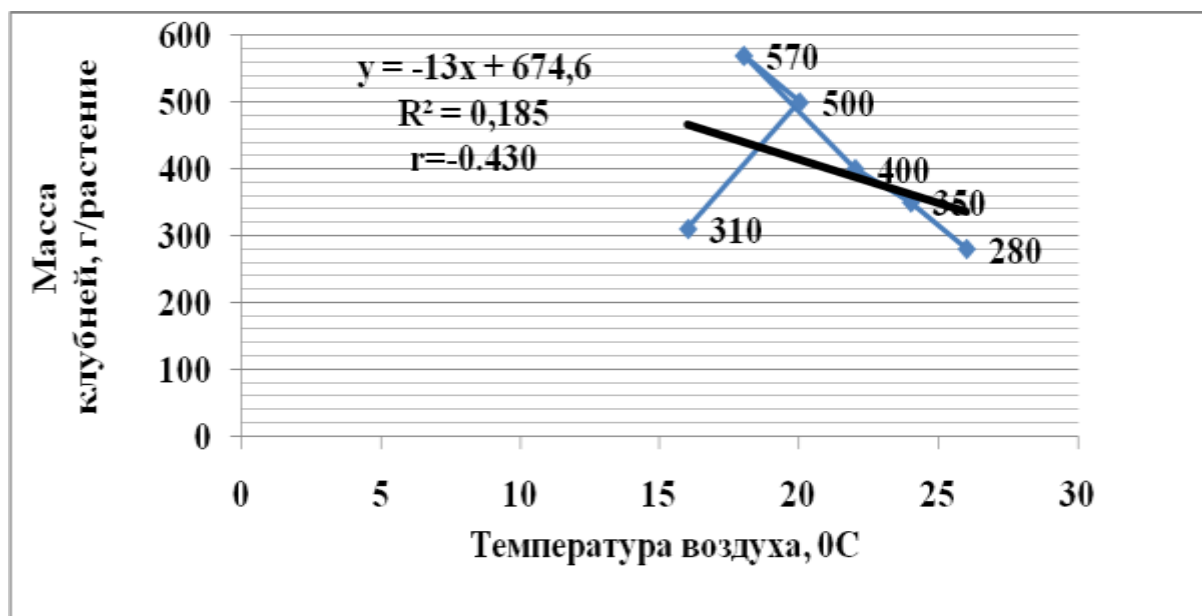


Рисунок 3. 3. 5. - Корреляция между массой клубней и температурой воздуха во время вегетации картофеля.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что между среднесуточной температурой воздуха и полигенными морфологическими признаками картофеля - массой стеблей, массой корней и массой клубней, наблюдается отрицательная корреляция ($r = - 0.276$; $r = - 0.430$; $r = - 0.784$ соответственно). Следовательно, среднесуточная температура воздуха юга Таджикистана вызывает отрицательное воздействие на формирования этих признаков.

Наши опыты выявили слабую корреляцию между урожайностью сортообразцов картофеля и количеством выпадающих осадков во время вегетации растений (рисунок 3.3.7).

Также нами установлено, что между урожайностью и количеством осадков наблюдается слабая корреляционная связь ($r = 0.445$).

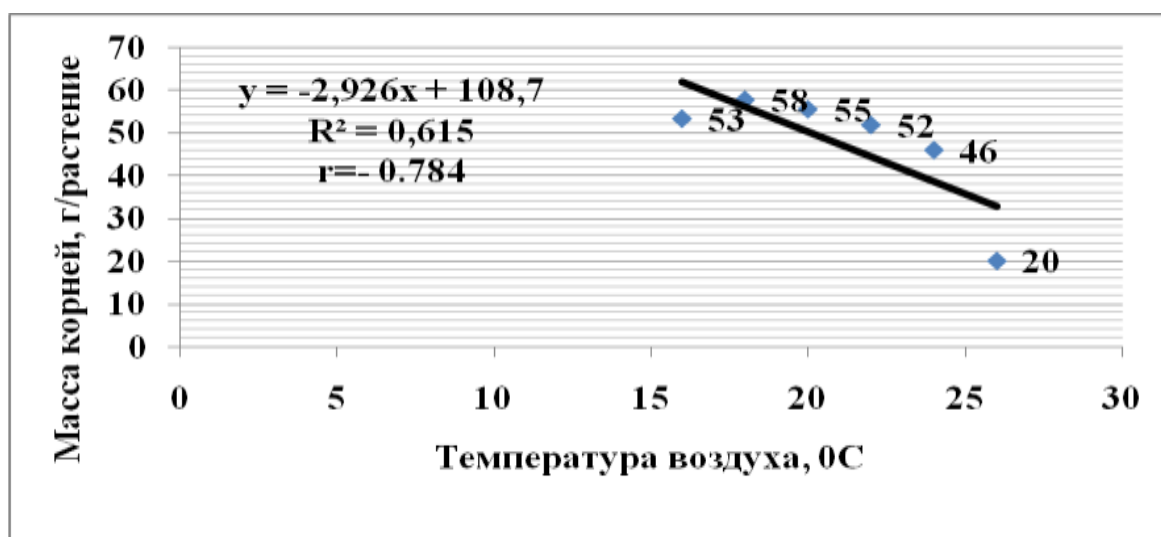


Рисунок 3.3.6. - Корреляция между массой корней и температурой воздуха во время вегетации картофеля.

Таким образом, при возделывании 106 сортообразцов картофеля в разных агроэкологических зонах Таджикистана было выявлено, что ряд факторов таких как высота над ур. моря, количество осадков и среднемесячная температура воздуха во время вегетации растений играют основную роль в формировании продуктивности у сортообразцов и коррелирует с морфо- физиологическими признаками картофеля.

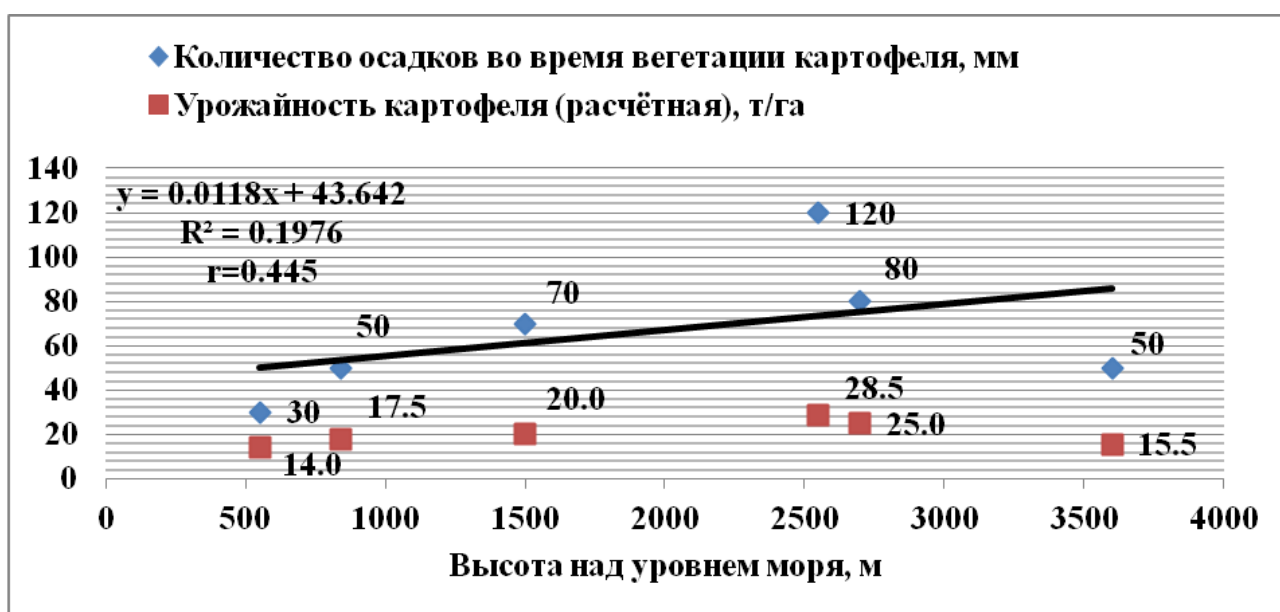


Рисунок 3. 3. 7. - Корреляция между урожайностью и количеством осадков, выпавших во время вегетации картофеля в зависимости от высоты над уровнем моря.

Резюме

Исследования показали, что защитная реакция на стресс изученных сортообразцов картофеля в условиях жаркого климата Хуросонского района тесно связана с генетическими особенностями.

Признак высота растений у сортообразцов картофеля в разных фазах развития растений имеет разные показатели, и коррелирует как с генетическими особенностями сортообразцов картофеля, так и с влиянием агроклиматических факторов среды на каждый признак. Такие сорта картофеля, как Мухаббат, Таджикистан и Рашт имеют высокий показатель по высоте растений (82.3 - 93.3 см) по сравнению с другими сортообразцами.

В этих условиях высокие показатели по продуктивности наблюдаются у сортообразцов Мухаббат, Рашт и Таджикистан (более 535 г/растений), тогда как сортообразцы, Файзабад, Клон - 27 и Рашт (2) имели от 200 до 460 г/растений, что в 1.5 - 2.0 раза меньше, чем у сортов Мухаббат, Рашт и Таджикистан.

Наиболее урожайными оказались такие сортообразцы, как Нилуфар, Мухаббат и гибрид F_1 (Нилуфар х Клон - 2) у которых этот показатель составляет - 25 - 27 т/га. Наряду с этим, такие сортообразцы картофеля, как Клон-27, Рашт и Рашт(2) имеют 10.0 - 17.5 т/га, что в 1.5 – 2.0 раза меньше, чем у других сортообразцов картофеля. По общей биомассе высокие показатели наблюдаются у сортообразцов Нилуфар, Мухаббат, Таджикистан, Рашт и Гибрид F_1 (Нилуфар х Клон - 2), и составляют -35.0 - 39.5 т/га. Однако, такие сортообразцы, как Клон - 27 и Рашт (2) имеют по 25,0 т/га, что на 40 – 58 % меньше, чем у других сортообразцов картофеля. Таким образом, сорта Мухаббат, Рашт и Таджикистан являются наиболее жароустойчивыми сортами и их можно рекомендовать в будущем для размножения.

Среди коллекционного материала картофеля в условиях Хуросонского района, расположенного на юге Таджикистана по продуктивности особенно отличаются такие сортообразцы, как Бунафша, Таджикистан (К), Клон - №73, Клон - 15tj, Клон № 13tj, Клон Файзабад и F_1 (Нилуфар х Клон - 2), Рашт (611

- 800 г/растение), которые превышают средний показатель сортообразцов картофеля на 24.0 - 62.4 %. Это свидетельствует о том, что адаптивная реакция этих сортообразцов к условиям высокой температуры более значимая, чем у других сортообразцов картофеля, а также, чем у стандартного сорта Кардинал. Следовательно, можно их рекомендовать к широкому внедрению в производственных условиях юга Таджикистана.

Следует также отметить, что продуктивность сортообразцов картофеля на высоте 550 - 2550 м над ур. моря в среднем составляет 280 - 570 г/растение соответственно. Однако, по мере повышения высоты над ур. моря от 2700 до 3600 м над ур. моря наблюдается снижение среднемесячной температуры воздуха от 19 до 15⁰ С, а также и уменьшение количества осадков (от 80 до 50 мм), что вызывает существенное снижение продуктивности сортообразцов картофеля (от 500 до 310 г/растение).

В ходе исследования также выявлено, что между урожайностью и количеством осадков наблюдается слабая корреляционная связь ($r = 0.445$).

Таким образом, результаты данной диссертационной работы дают основание заключить, что особенности многих морфологических и физиологических признаков сортообразцов картофеля в условиях юга Таджикистана связаны с генотипическими особенностями образцов картофеля и коррелируют с факторами среды, в частности с количеством осадков и температурой воздуха.

ГЛАВА 4. ЗАВИСИМОСТЬ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ КАРТОФЕЛЯ ОТ СРОКОВ ПОСАДКИ

4.1. О летнем сроке посадки картофеля

В условиях высокой температуры воздуха характерных для юга Таджикистана, разработка и научное обоснование путей получения двух урожаев картофеля имеет практическое значение.

Следует отметить, что к настоящему времени слабо разработаны методы использования для вторичной посадки клубни раннего (первого) урожая картофеля. Данный подход имеет важное научно - практическое значение в деле увеличения производства картофеля в год и удовлетворение суточной потребности на душу населения.

Необходимо отметить, что путем проведения летней посадки с использованием свежееубранных клубней отпадает необходимость длительного зимне-весеннего хранения семенного материала, что также является не маловажным критерием повышения уровня продовольственной безопасности.

С другой стороны, способ летней посадки свежееубранными клубнями картофеля служит важным методом борьбы с вырождением картофеля и эффективным приемом для организации семеноводства картофеля в условиях юга Таджикистана, а клубни картофеля, полученные путем двух урожаев, отличаются меньшей склонностью к израстанию [33, 58].

Для снятия периода покоя у свежееубранных клубней картофеля необходимо короткое воздействие на них посредством высокой температуры либо низкой температуры.

Как показано некоторыми авторами, для пробуждения глазков у свежееубранных клубней картофеля важную роль играют растворимые углеводы (сахара), которые имеются в собранных летом клубнях. Надо отметить, что у свежееубранных недозрелых клубней картофеля содержится

много сахаров, и поэтому такие клубни дают лучшие ростки, чем более созревшие клубни картофеля [111].

Кроме того, молодые свежееубранные клубни дают лучшие ростки от спящих глазков на поверхности клубней по сравнению с клубнями, хранившимися в течение 7 - 10 дней в хранилищах.

Здесь уместно отметить, что кратковременное воздействие на свежееубранные клубни высокой температуры (30 - 35°C) пробуждает прорастание глазков клубней. Такая обработка клубней при высокой температуре, способствует процессу превращения крахмала в сахар и усилению дыхания клубней при хранении. Наряду с этим способом, длительная выдержка свежееубранных клубней при низкой температуре (около 1° С) также способствует их прорастанию. В этом случае вследствие очень замедленного процесса дыхания в клубнях накапливаются сахара. Путем воздействия на свежееубранные клубни картофеля чередования (через каждые 7 — 8 дней) низкой (1 — 2° С) и высокой (31° С) температуры происходит прорастание глазков клубней [133, 9].

Двухурожайная культура картофеля может быть с успехом использована в различных районах юга Таджикистана, так как здесь безморозный период составляет более 180 дней за сезон выращивания растений (лето - осень).

Как сообщают авторы [133, 4], формирование и дальнейшее функционирование клубня базируется на целом комплексе физиологических процессов и может быть разделено на несколько последовательных этапов.

В целом, покой клубней является адаптивной реакцией онтогенеза картофеля, обеспечивающего успешное воспроизведение вида *Solanum tuberosum* [235, 310, 95]. По окончании периода покоя у клубней происходит пробуждение почек и интенсивный рост проростков с формированием корней у их основания. В это время клубень из запасного органа превращается в донорный и становится источником питательных веществ и

энергии для поддержания жизнедеятельности развивающихся проростков [311, 9].

Таким образом, при летнем сроке посадки свежееубранных клубней необходимо соблюдать вышеперечисленные способы и особенности приготовления семенного материала к посадке. Исходя из этого, все агротехнические приёмы по возделыванию картофеля в летнее время существенно отличаются от ранне - весеннего срока посадки. Для того, чтобы добиться хороших успехов от летнего срока посадки и своевременно выполнить все агротехнологические приёмы необходимо в течение февраля проводить ранне - весеннюю посадку картофеля. Уборку урожая весеннего срока посадки картофеля необходимо проводить, когда ботва растений ещё зеленая. Средний размер сформировавшихся клубней должен составлять 40 - 80 г.

Таблица 4. 1. 1. - Морфологическая характеристика генотипов/сортов картофеля при летнем сроке посадки

№	Сорта и клоны	Высота растений, см	Масса ботвы, г/растение	Масса корней, г/растение
1	Кардинал	42	148	50
2	АН - 1	50	160	70
3	Бунафша	44	126	40
4	Нилуфар	55	280	150
5	Файзабад	65	130	75
6	Рашт	68	115	75
7	Таджикистан (К)	67	175	45
8	Таджикистан (Л)	70	160	80
9	F ₁ (Нилуфар х Клон - 2)	67	215	85
10	Клон - № 73	70	310	90
11	Клон Файзабад	68	150	65
	Среднее	60.5	169.9	75
	НСР₀₅	0.6	4.18	1.13

В связи с этими особенностями возделывания летней посадки картофеля, нами проведены посадки свежееубранных клубней разных сортообразцов картофеля в условиях Хуросонского района Хатлонской области Республики Таджикистан, с целью выявления возможности срока летней (1 – ое августа) и осенней (1 - ое сентября) посадки картофеля.

В условиях Хуросонского района разные сортообразцы картофеля имеют разные показатели по высоте растений, массе ботвы и массе корней (таблица 4.1.1).

Таблица 4. 1. 2.-Динамика формирования высоты растений у сортообразцов картофеля

Сорта и клоны	Высота растений, см:		
	на 1-ое сентября	на 1-ое октября	на 1-ое ноября
Кардинал (стандарт)	22	30	42
АН – 1	25	33	50
Бунафша	10	15	44
Нилуфар	25	35	55
Файзабад	32	44	65
Рашт	30	45	68
Таджикистан (К)	37	47	67
Таджикистан (Л)	38	48	70
F ₁ (Нилуфар х Клон - 2)	25	36	67
Клон - № 73	39	50	70
Клон Файзабад	45	56	68
Среднее	29.82	39.91	60.55
НСР₀₅	0.79	0.9	0.6

Как видно из таблицы 4.1.1, наиболее высокие стебли наблюдаются у сортообразцов Рашт, Таджикистан (К), Таджикистан (Л), F₁(Нилуфар х Клон - 2), Клон - № 73 и Клон Файзабад. Высота растений у них составила 65 - 70

см, что на 10 – 21 см больше, чем у других сортообразцов картофеля. Самые низкие стебли наблюдаются у сортов Кардинал и Бунафша, имевшие соответственно 42 и 44 см. В среднем у всех сортообразцов картофеля высота растений составила 60,5 см.

Как видно из данных таблицы 4.1.2, при проведении летней посадки сортообразцов картофеля разные образцы имеют разные показатели по динамике нарастания высоты стеблей.

Как видно из рисунка 4.1.1, высота растений в среднем из 11 сортообразцов картофеля от 1 сентября до 1 – го октября нарастает на 10.1 см, а в период от 1 - го октября до 1 - го ноября на 20.6 см, что совпадает с межфазным периодом цветения и клубнеобразования.

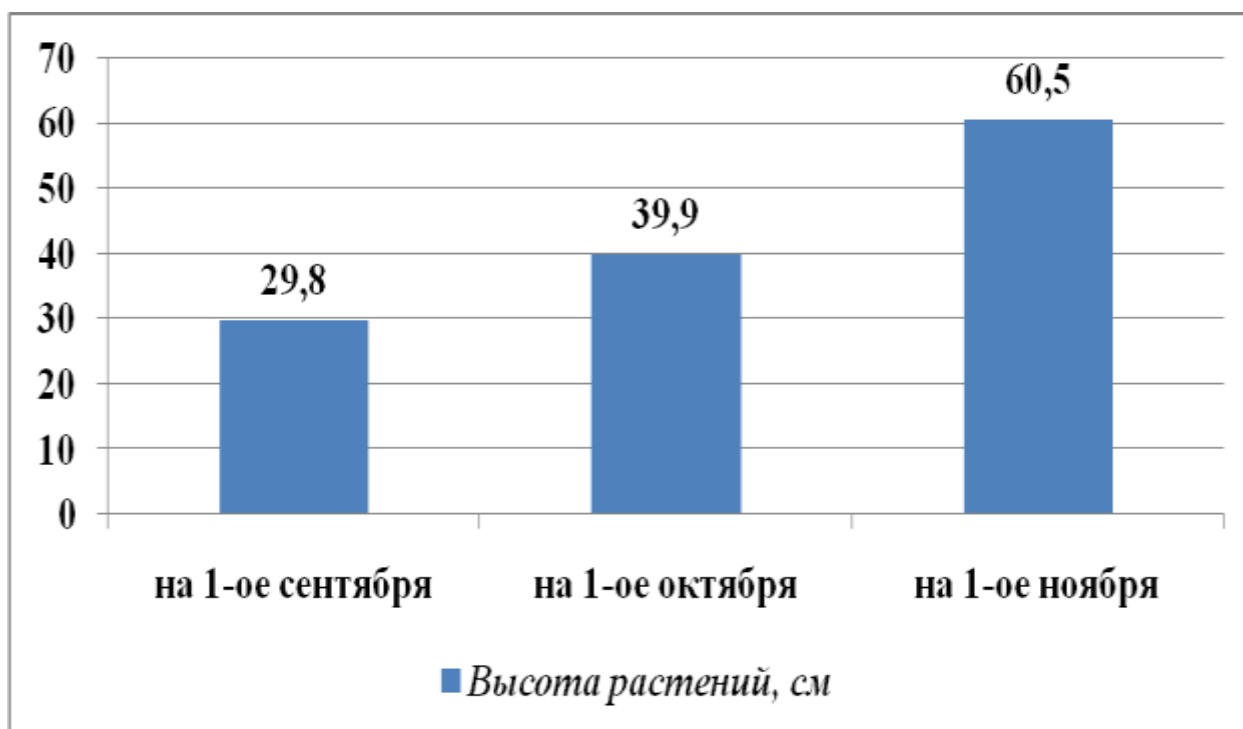


Рисунок 4. 1. 1. - Динамика нарастания высоты растений картофеля при летних сроках посадки.

Таким образом, у сортообразцов картофеля признак нарастание высоты растений в течение вегетации динамично увеличивается. По массе ботвы наибольшие показатели наблюдаются у сортообразцов – F₁(Нилуфар х Клон - 2), Нилуфар и Клон 73, имевшие соответственно 215, 280 и 310 г/растение, а наименьшие показатели имеют сортообразцы Рашт, Бунафша и Файзабад,

соответственно 115, 126 и 130 г/растение, что в среднем составило 169.9 г/растение. Масса корней у сортообразцов Нилуфар и Клон - 73, имело соответственно 150 и 90 г/растение, у сортообразцов Бунафша, Таджикистан (К) и Кардинал соответствовало 40, 45 и 50 г/растение). В среднем данный признак у всех сортообразцов составил 75 г/растение.

Таким образом, такие признаки сортообразцов картофеля, как высота растений, масса ботвы и масса корней в зависимости от их генетической особенности и влияния агроэкологических факторов проявляются по - разному.

Таблица 4. 1. 3. - Количество клубней, масса одного клубня и продуктивность сортообразцов картофеля при летнем сроке посадки

№	Сорта и клоны	Количество клубней, шт./растений	Масса одного клубня, г	Продуктив-ность, г/растение
1	Кардинал (стандарт)	4.1	40.1	164.4
2	АН-1	7.1	60.2	410
3	Бунафша	6.1	65.1	310
4	Нилуфар	9.1	30.1	273.9
5	Файзабад	6.6	70.1	398.2
6	Рашт	7.2	67.8	350.1
7	Таджикистан (К)	8.7	64.3	430.2
8	Таджикистан (Л)	8.9	60.0	421.3
9	F ₁ (Нилуфар х Клон - 2)	7.5	65.3	440.3
10	Клон - № 73	8.2	60.0	482
11	Клон Файзабад	6.9	61.2	367
	Среднее	7.31	58.6	367.9
	НСР₀₅	0.10	0.68	7.22

Наибольшее количество клубней (8.2 - 9.1 шт./растение) наблюдается у таких сортообразцов картофеля, как Клон - 73, Таджикистан (К), Таджикистан (Л) и Нилуфар, а наименьшее количество клубней (4.1 - 6.1

шт./растение) имеют Кардинал и Бунафша, при среднем показателе данного признака у всех сортообразцов - 7.31 шт./растение (таблица 4.1.3).

По признаку массы одного клубня особенно отличаются такие сортообразцы, как Рашт, Файзабад и Бунафша, у которых данный показатель составил 65 - 70 г, против 30 - 40 г у сортообразцов Нилуфар и Кардинал. В среднем у сортообразцов картофеля масса одного клубня составила 58.6 г.

Такие признаки, как количество клубней под кустом, масса одного клубня и продуктивность тоже в зависимости от генотипической особенности сортообразцов картофеля имеют разные показатели.

По урожайности от других сортообразцов особенно отличаются такие сортообразцы, как F₁(Нилуфар х Клон-2), Клон -№ 73, Таджикистан (Л) и Таджикистан (К), имеющие урожайность от 22.02 до 24.10 т/га (или на 19.7 - 31%) больше среднего показателя данного признака по всем сортам картофеля). По индексу урожая высокие показатели наблюдаются у сортообразцов АН-1 и Таджикистан (К) (54 – 63 %), а наименьший показатель у сортов Нилуфар и Кардинал (38.9 - 45.4 %). Средний показатель по индексу урожая у всех сортообразцов картофеля составляет 54.4 %. Как видно из данных таблицы 4.1.4, наилучшие показатели по признаку общая биомасса наблюдается у сортообразцов Таджикистан (Л), F₁(Нилуфар х Клон - 2) и Клон - № 73, имеющих от 774 до 892 г/растение, а у таких сортообразцов, как Кардинал и Бунафша она составила соответственно 362.4 и 563. 1 г/растение, а в среднем у всех сортообразцов – 673.2 г/растение.

Таблица 4.1.4. – Продуктивность, общая биомасса, урожайность и индекс урожая у сортообразцов картофеля при летнем сроке посадки

№	Сорта и клоны	Продуктивность, г/растение	Общая биомасса, г/растение	Урожайность, т/га	Индекс урожая, %
1	Кардинал (стандарт)	164.4	362.4	8.22	45.4
2	АН-1	410	657.4	20.50	62.4
3	Бунафша	310	563.1	15.50	55.1

Продолжение таблица 4.1.4					
4	Нилуфар	273.9	703.9	13.70	38.9
5	Файзабад	398.2	667.7	19.91	59.6
6	Рашт	350.1	678.2	17.51	51.6
7	Таджикистан (К)	430.2	679.4	21.51	63.3
8	Таджикистан (Л)	421.3	774	21.07	54.4
9	F ₁ (Нилуфар х Клон - 2)	440.3	789.8	22.02	55.7
10	Клон - № 73	482	892	24.10	54.0
11	Клон Файзабад	367	637.3	18.35	57.6
	Среднее	367.9	673.2	18.4	54.4
	НСР₀₅	7.22	12.0	0.44	0.83

По своей продуктивности особенно отличались такие сортообразцы картофеля, как F₁(Нилуфар х Клон - 2), Клон - 73, Таджикистан (К) Таджикистан (Л), имевшие 367 - 482 г/растение, а такие сортообразцы картофеля, как Кардинал и Нилуфар имели всего лишь 164 - 274 г/растение, данный признак в среднем у всех сортообразцов составил 367.9 г/растение.

Таким образом, в зависимости от генотипических особенностей сортообразцов картофеля и агроэкологических факторов среды по продуктивности наблюдается большое варьирование между сортообразцами картофеля. В целом, все новые сортообразцы картофеля по продуктивности значительно превышают стандартный сорт Кардинал (на 57 - 340%).

По урожайности от других сортообразцов особенно отличаются такие сортообразцы, как F₁(Нилуфар х Клон-2), Клон -№ 73, Таджикистан (Л), и Таджикистан (К), имеющие урожайность от 22.02 до 24.10 т/га (или на 19.7 - 31%) больше среднего показателя данного признака по всем сортам

картофеля). По данному признаку наименьшие показатели имели такие сортообразцы картофеля, как Кардинал и Нилуфар (соответственно 8.2 - 13.7 т/га), что по сравнению со средним показателем у всех сортообразцов в 1.5 - 2.5 раза меньше.

По индексу урожая высокие показатели наблюдаются у сортообразцов Бунафша, Рашт и Таджикистан (К) (51-63 %), а наименьший показатель у сортов Нилуфар и Кардинал (38.9 - 45.4 %). Средний показатель по индексу урожая у всех сортообразцов картофеля составляет 54.4 %.

Таким образом, для проведения летней посадки и получения высокого урожая картофеля в условиях юга Таджикистана можно рекомендовать сортообразцы Таджикистан (К), Клон - № 73 и F₁(Нилуфар х Клон - 2), которые обеспечивают получение 21 - 24 т/га урожая в вегетационном периоде - посадки и уборки урожая от августа до конца ноября.

4.2. Осенний срок посадки картофеля

Нами в начале сентября были проведены посадки свежееубранных клубней разных сортообразцов картофеля, как способ осеннего срока посадки в условиях Хуросонского района.

Как показали наши исследования, при осеннем сроке посадки картофеля наблюдаются разные показатели по признакам: высота растений, масса ботвы и масса корней у сортообразцов картофеля (таблица 4.2.1).

Как видно из данных таблицы 4.2.1, по высоте растений сравнительно высокие показатели наблюдаются у сортообразцов Клон - 2tj и Клон - 73 (соответственно 55 и 60 см) по сравнению с другими образцами картофеля. Наиболее низкий показатель по этому признаку имеет сорт Рашт (35 см).

В среднем у всех сортообразцов картофеля высота растений от осеннего срока посадки составляла 45.2 см. Масса ботвы у таких сортообразцов картофеля, как Кардинал и Клон - № 73 составила соответственно 110 и 112 г/растение. Эти показатели были на 17.4 и 19.5 % больше по сравнению со средним показателем этого генетического признака

у всех сортообразцов картофеля. Наиболее низкий показатель по данному признаку наблюдается у сортообразцов картофеля - Клон - 13 тј, Клон - 2тј и Клон - 15тј (75 - 90 г/растение). В среднем у всех сортообразцов картофеля масса ботвы составила 93.7г/растение.

Таблица 4.2.1. - Влияние осеннего срока посадки на признаки высоты растений, массы ботвы и массы корней сортообразцов картофеля в условиях Хуросонского района

Сорта и клоны	Высота растений, см	Масса ботвы, г/растение	Масса корней, г/растение
Кардинал (стандарт)	40	110	40
Клон - 2тј	55	90	30
Клон - 13 тј	40	75	25
Клон - № 73	60	112	38
Клон - 15тј	41	90	25
Рашт	35	85	25
Среднее	45.2	93,7	30,5
НСР 05	0.45	0,84	0,34

Следует отметить, что по массе корней между сортообразцами большой разницы не наблюдается и между сортообразцами она варьирует от 25 до 40 г/растение, при 30.5 г/растение в среднем у всех сортообразцов картофеля.

Как видно из данных таблицы 4.2.2, по признаку количество клубней на растение сравнительно большее количество клубней имеют сортообразцы Клон - 2тј и Клон - № 73 (соответственно 6.2 и 6.9 шт./растение), чем у других сортообразцов картофеля. Однако, между другими сортообразцами картофеля значительного различия по данному признаку не наблюдается. Только сорт Кардинал имеет значительно меньше количество клубней на растение, чем другие сортообразцы картофеля, а также по сравнению со

средним показателем данного признака у всех сортообразцов картофеля (на 2.5 шт./растение или же на 78.1 %).

Также по признаку масса одного клубня между сортообразцами картофеля особого различия не наблюдается. Только у сорта Кардинал наблюдается сравнительно низкий показатель, чем у других сортообразцов и среднего показателя данного признака у всех сортообразцов картофеля (на 17 г или же на 55.2 %).

Таблица 4. 2. 2. - Влияние осеннего срока посадки на продуктивность сортообразцов картофеля в условиях Хуросонского района

Сорта и клоны	Количество клубней, шт./растений	Масса одного клубня, г	Продуктивность, г/растение
Кардинал (стандарт)	3.2	30.8	98.6
Клон - 2tj	6.2	48.4	300.1
Клон - 13 tj	5.2	52.1	270.9
Клон -№ 73	6.9	49.7	342.9
Клон - 15tj	5,8	52.5	304.5
Рашт	5.4	53.4	288.4
Среднее	5.5	47.8	267.6
НСР 05	0.6	0.51	5.55

В среднем у сортообразцов картофеля масса одного клубня осеннего срока посадки составила 47.8 г.

По признаку продуктивности наиболее низкий показатель наблюдается у сорта Кардинал, имевший всего 98.6 г/растение, что на 167 г/растение (или же на 171.4%) меньше, чем показатель данного признака в среднем по всем сортообразцам картофеля. Наиболее продуктивными были сортообразцы картофеля Клон - 2tj, Клон - 15tj и Клон - 73, имевшие 300 - 343 г/растение.

Таким образом, при проведении осеннего срока посадки картофеля по признаку продуктивности в зависимости от генотипических особенностей

сортотобразцов картофеля и агроэкологических факторов среды наблюдается значительное варьирование продуктивности между сортотобразцами картофеля. В целом, все новые сортотобразцы картофеля по продуктивности значительно превышают стандартный сорт Кардинал (на 172 - 244 г/растение или же от 173.7 до 246.5 %).

Проведенные исследования показали, что осенний срок посадки сортотобразцов картофеля по-разному влияет на признаки общей биомассы, урожайности и индекса урожая (таблица 4.2.3).

Как видно из таблицы 4.2.3, по показателю общей биомассы особенно отличаются Клон - 2tj, Клон - 15tj и Клон - № 73, имеющие соответственно 390.1; 394.5 и 454.9 г/растение. Эти показатели превышали средний показатель данного признака среди всех сортотобразцов на 8 - 26.1 %. Особенно высокоурожайными были клоны Клон - 15tj и Клон - № 73, которые имеют соответственно 15.2 и 17.1 т/га урожая. Эти сортотобразцы картофеля в три раза больше имеют урожай, чем сорт Кардинал. Средняя урожайность у всех сортотобразцов картофеля от осеннего срока посадки составляет 13.4 т/га, а индекс урожая 74.1 %. По индексу урожая между новыми сортотобразцами картофеля особых различий не наблюдается. Самый низкий показатель по данному признаку наблюдается у сорта Кардинал (47.3 %), а максимум у сортотобразца картофеля Клон - 13 tj (78.3 %).

Таким образом, при проведении осенней посадки новых сортотобразцов картофеля в зависимости от их генотипических особенностей и агротехнических условий возделывания можно получить от 13.5 до 17.1 т/га урожая.

Исходя из этого, осенний (в начале сентября) срок посадки новых сортотобразцов картофеля в условиях жаркого климата Таджикистана (на высоте 550 метров над ур. моря) можно рекомендовать, как новый способ получения урожая картофеля в среднем 13.5 т/га в условиях Хуросонского района.

Следует отметить, что в период сентябрь - ноябрь в условиях юга Таджикистана достаточно суммы эффективных температур в осенний период посадки для получения позднего урожая картофеля.

Таблица 4.2.3. - Влияние осеннего срока посадки на признаки: общая биомасса растений, урожайность и индекс урожая у сортообразцов картофеля в условиях Хуросонского района

Сорта и клоны	Общая биомасса, г/растение	Урожайность, т/га	Индекс урожая, %
Кардинал (стандарт)	208.6	4.9	47.3
Клон - 2tj	390.1	15.0	76.9
Клон - 13 tj	345.9	13.5	78.3
Клон - № 73	454.9	17.1	75.4
Клон - 15tj	394.5	15.2	77.2
Рашт	373.4	14.4	77.2
Среднее	361.2	13.4	74.1
НСР 05	5.59	0.27	0.70

Как показали наши исследования, в разные сроки посадки картофеля в условиях Хуросонского района можно получать разные показатели по урожайности. Особенно высокий урожай картофеля наблюдается при весеннем сроке посадки образцов картофеля (рисунок 4.2.1).

В частности, при посадке картофеля в период с февраля в среднем с одного гектара можно получить урожай клубней 22.7 т/га, при проведении посадки в летнем сроке – 18.4 т/га, а при осеннем сроке посадки - 13.4 т/га.

Таким образом, в условиях юга Таджикистана является приемлемым выращивание картофеля в течение 3-х периодов:

Первый период - весенний срок (с 1-го февраля), второй период - летний срок (с 1-го июля), третий период - осенний срок (начало сентября) имеется возможность получения трех урожаев картофеля.

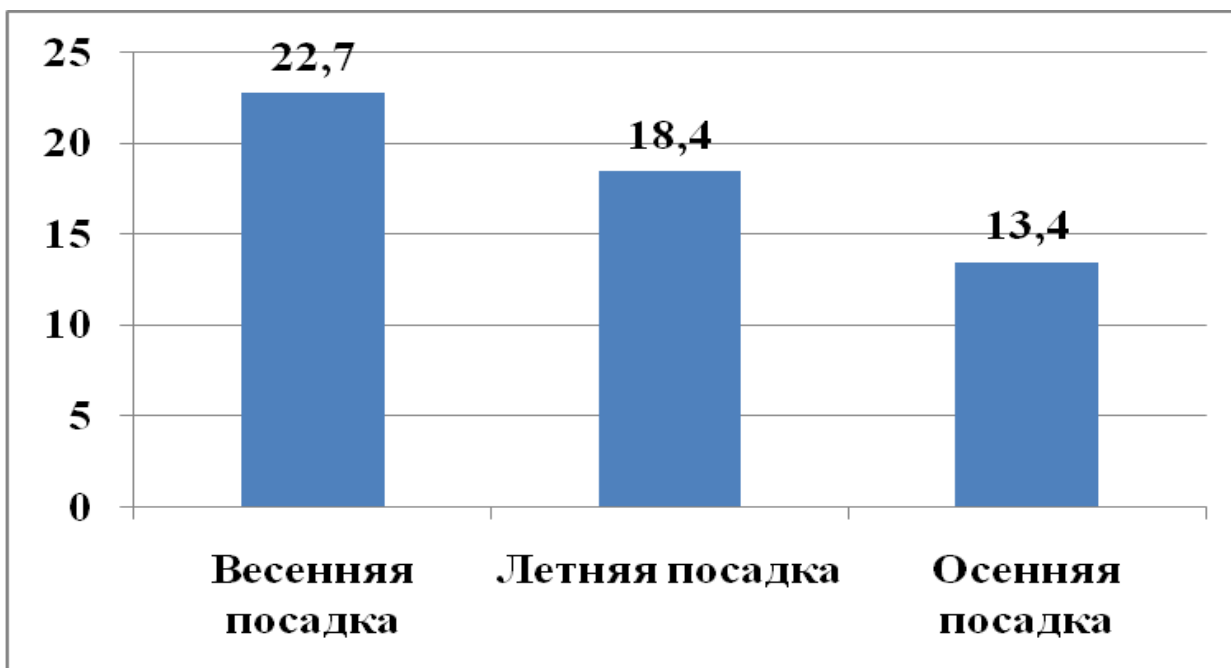


Рисунок 4.2.1. - Урожайность картофеля в зависимости от сроков посадки, т/га

Резюме

Изучение возможности получение нескольких урожаев в год показало, что в условиях Хуросонского района при проведении посадки сортообразцов картофеля 1-ого августа наблюдается увеличение таких хозяйственно - ценных признаков картофеля, как высота растений (на 34.3 %), масса ботвы (на 78.6 %), масса корней (на 145.9 %), количество клубней (на 32.7 %). Также наблюдается увеличение массы одного клубня (на 22.9 %), продуктивности образцов (на 37.5 %) и общей массы растений картофеля (на 86.3 %) по сравнению с осенним сроком посадки картофеля, то есть в начале сентября.

Однако, осенняя посадка вызывает увеличение индекса урожая картофеля на 19.7 %, чем летний срок посадки сортообразцов картофеля. Следовательно, наиболее эффективным сроком посадки сортообразцов картофеля можно рекомендовать 1 - ого августа или летний срок посадки свежееубранных клубней картофеля.

Также необходимо отметить, что свежееубранные клубни сортообразцов картофеля могут быть использованы для проведения посадки, как 1 - ого августа, так и 1 - ого сентября. Но высокий урожай от посадки

свежеубранных клубней картофеля возможно получить в начале августа в условиях Хуросонского района Республики Таджикистан.

Таким образом, путем использования на посадку свежееубранных клубней сортообразцов картофеля можно значительно сэкономить затраты на производство урожая картофеля при летнем сроке посадки, по сравнению с использованием на посадку старых клубней, хранившихся в холодильниках длительный срок (в течение ноябрь - июль месяцы). С другой стороны, семенные клубни сортообразцов картофеля, полученные от летней посадки имеют хорошие посевные качества. С успехом могут быть использованы в ранне - весенние сроки посадки картофеля долиной и горной зоны республики.

Следует отметить, что состояние покоя клубней картофеля определяется комплексом физиолого - биохимических реакций, в том числе протекающих в свежееубранных клубнях. Это состояние определяется при взаимодействии различных агроэкологических факторов среды и генотипической особенностью разных генотипов картофеля.

ГЛАВА 5. ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КАРТОФЕЛЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СТРЕССОВЫХ ФАКТОРОВ (ВЫСОКАЯ ТЕМПЕРАТУРА, ЗАСУХА, ЗАСОЛЕННОСТЬ)

«Для нормального роста и развития картофеля оптимальной температурой является 18 - 24⁰С, которая способствует росту развитию и высокой продуктивностью в различных агроэкологических условиях» [110, 262, 33].

В условиях Хуросонского района в течение мая месяца обычно наблюдается высокая дневная температура воздуха, достигающая до 35⁰ С и более, что отрицательно влияет на многие физиологические процессы, и на фотосинтетическую деятельность растений. Ряд авторов сообщают, что под влиянием климатических стрессовых факторов (высокая температура, засоление и засуха) подавляются физиолого - биохимические реакции, что приводит к снижению продукционного потенциала растений [262, 110] В связи с этим представляется интересным изучение особенности роста и развития растений, формирования морфологических признаков и физиологических параметров, а также характер накопления потенциала урожайности новых сортообразцов картофеля на фоне высокой температуры в условиях Хуросонского района Хатлонской области Таджикистана.

5.1. Водный гомеостаз растений картофеля при засухе

В процессе роста и развития растений картофеля водный обмен играет особую и важную роль в обеспечении жизнедеятельности организма. Интенсивность водного обмена зависит от условий внешней среды и от самого растения. Водный обмен происходит во всех частях растений, и состоит из совокупного цикла всасывания влаги через корневую систему растений, поступления воды во всех тканях и клетках организма, из транспирации, обводненности в клетках, содержания воды в организме и выделения запасов воды из организма и так далее.

В течение вегетации сортов картофеля, потребность к воде изменяется в зависимости от фазы развития растений. Если в начале вегетации в период от всходов до фазы цветения у растений потребность к воде минимальная, то в фазах цветения и созревания урожая потребность к воде значительно увеличивается. В этот период с увеличением листовой поверхности у растений пропорционально возрастает процесс водопотребления и испарения воды в листьях. Поэтому недостаток влаги в почве и нехватка воды в органах растений в фазах цветения и накопления урожая вызывают увядание всех органов растений и их гибель. Продолжительная засуха во время цветения растений ранних и среднеранних сортообразцов картофеля отрицательно влияет на продуктивность растений [93, 147].

По данным ряда авторов [37, 97], потребность картофеля в воде изменяется в различных фазах роста и развития растений. В период формирования ботвы до начала образования клубней потребность в воде низкая, благодаря чему растения сравнительно легко переносят жаркую погоду. В период цветения, когда испаряющая поверхность листьев достигает максимальной величины и начинается формирование клубней, потребность во влаге значительно возрастает.

В связи с этим перед нами была поставлена задача - изучить содержание воды в листьях картофеля в зависимости от фазы роста и развития растений в условиях Хуросонского района Республики Таджикистан, расположенного на высоте 550 м над уровнем моря.

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что генотипы картофеля, обладающие устойчивостью к температурному стрессу, имеют повышенные соотношения относительного содержания воды (ОСВ), чем генотипы, не устойчивые к высокой температуре (таблица 5.1.1).

Из таблицы 5.1.1 видно, что максимальное относительное содержание воды (ОСВ) в листьях картофеля наблюдается в фазе бутонизации у сортообразцов Нилуфар и Рашт, которое составляет от 0.85 до 0.90 %, а минимальное содержание составляет у сортов АН - 1 и Файзабад 0.76 %.

В фазе цветения, максимальное ОСВ у сортообразцов Файзабад, Мухаббат и Таджикистан составляет от 0.82 до 0.85, а минимальный показатель этого признака наблюдается у сортообразцов Нилуфар и АН – 1 - от 0.60 до 0.75.

В стадии клубнеобразования максимальный показатель ОСВ наблюдается у сортов Файзабад, АН - 1 и Таджикистан от 0.73 до 0,75, а минимальный показатель признака составляет у сортообразцов Рашт и Мухаббат - 0.70 - 0.71.

Таблица 5.1.1. - Относительное содержание воды (ОСВ) в листьях сортообразцов картофеля в разных фазах развития растений, %

Сорт	Бутионизация	Цветение	Клубне- образование	Среднее
АН-1	0.76±0.1	0.60±0.2	0.75±0.1	0.70
Файзабад	0.76±0.1	0.82±0.3	0.73±0.2	0,77
Таджикистан	0.79±0.2	0.85±0.2	0.75±0.3	0.79
Нилуфар	0.85±0.3	0.75±0.3	0.57±0.1	0.72
Рашт	0.90±0.3	0.78±0.1	0.70±0.1	0.79
Мухаббат	0.81±0.2	0.82±0.3	0.71±0.2	0.78
Среднее	0.81	0.77	0.70	0.76
V, %	6.78	11.69	9.98	-
НСР₀₅	0.06	0.09	0.07	-

В среднем ОСВ в листьях сортообразцов картофеля в фазе бутонизации составляет у сортообразцов 0,81, в фазе цветения – 0.77 и в фазе клубнеобразования- 0.70.

Среднее значение максимального ОСВ в листьях наблюдается у сортообразцов Таджикистан и Рашт – 0.79 , а минимальное содержание ОСВ в листьях у сорта АН-1 - 0.70.

В условиях температурного стресса наблюдается водный дефицит в листьях сортообразцов картофеля, что видно из таблицы 5.1.2. Из таблицы 5.1. 2 видно, что максимальный водный дефицит (ВД) в листьях картофеля

наблюдается в фазе бутонизации у сортообразцов Таджикистан и АН - 1, который составляет 18.18 и 20.97 % соответственно, а минимальный показатель наблюдается у сортообразцов Мухаббат, Рашт и Нилуфар, от 8.33 до 13.58 %. В фазе цветения наблюдается максимальный ВД у сортообразцов АН - 1 и Нилуфар от 22.81 % до 34.69 %, а минимальный - у сортообразцов Таджикистан, Мухаббат и Файзабад - от 12.9 до 15.79 %.

Таблица 5.1.2. - Водный дефицит в листьях картофеля в зависимости от фазы развития растений, %

Сорт	Бутонизация	Цветение	Клубнеобразова- ние	Среднее
АН-1	20.97±0.3	34.69±0.09	22.41±0.2	26.02
Файзабад	15.25±0.2	15.79±0.08	30.19±0,07	20.41
Таджикистан	18.18±0.4	12.9±0.6	21.88±0.3	17.65
Нилуфар	13.58±0.09	22.81±0.3	38.78±0.3	25.06
Рашт	8.33±0.07	19.57±0.2	27.14±0.1	18.35
Мухаббат	8.33±0.5	14.71±0.4	25.81±0.3	16.28
Среднее	16.88	20.1	27.7	21.56
V, %	36.37	39.79	22.59	-
НСР₀₅	5.13	7.99	6.24	-

В стадии клубнеобразования максимальный ВД отмечается у сортообразцов Файзабад и Нилуфар - от 30.19 до 38.78 %, а минимальный уровень водного дефицита в этой фазе составляет у сортообразцов Таджикистан и АН - 1, соответственно 21.88 и 22.41 %. В среднем ВД в листьях сортообразцов картофеля в фазе бутонизации составляет 16.88%; в фазе цветения - 20.1% и в фазе клубнеобразования - 27.70 %. Среднее значение максимального ВД листьев наблюдается у сортообразцов АН-1 и Нилуфар, который составляет 26.02 % и 25,06 % соответственно, а минимальный ВД в листьях наблюдается у сортообразцов Таджикистан и Мухаббат, что составляет 17.65 % и 16.28 % соответственно.

В целом, в условиях Хуросонского района в течение вегетации ВД в листьях сортообразцов картофеля в среднем составляет 21.56%.

Наши исследования показали, что эти два физиологических показателя (ОСВ и ВД) листьев у сортообразцов картофеля в определенной степени взаимосвязаны (таблица 5.1.3).

Таблица 5.1.3. - Относительное содержание воды (ОСВ) и водный дефицит (ВД) в листьях сортообразцов картофеля в условиях Хуросонского района, %

Сорт	Относительное содержание воды, %	Водный дефицит, %
АН-1	0.70 ±0.02	26.02±0.2
Файзабад	0.77±0.01	20.41±0.3
Таджикистан	0.79±0.04	17.65±0.4
Нилуфар	0.72±0.03	25.06±0.3
Рашт	0.79±0.04	18.35±0.4
Мухаббат	0.78±0.05	16.28±0.1
Среднее	0.76±0.03	21.56±0.5

Данные таблицы 5.1.3 показывают существование взаимосвязи ОСВ и ВД в клетках листьев растений. С увеличением водного дефицита в растении пропорционально уменьшается другой показатель - относительное содержание воды в клетках растений.

В наших опытах установлено, что сравнительно низкий показатель водного дефицита показывают сорта картофеля Мухаббат, Таджикистан и Рашт. У этих сортов картофеля водный дефицит соответственно составил: 16.28 %, 17.65 %, 18.35 %, а относительное содержание воды у них соответственно составило: 0.78 %, 0.79 %, 0.79 %.

Повышенный показатель водного дефицита наблюдается у сортов картофеля - Файзабад, Нилуфар и АН - 1, и соответственно наблюдался у них низкий уровень ОСВ.

Также данные таблицы 5.1.3 показывают, что среди изученных нами образцов картофеля ОСВ в целом имеет небольшой диапазон варьирования (всего лишь между 0.70 и 0.79 %).

Следует отметить, что уровень относительного содержания воды был больше у сортов Таджикистан и Рашт (0.79 %), а у сорта АН - 1 этот показатель составил 0.70 %. Наибольший водный дефицит наблюдается у сортообразцов Нилуфар и АН-1 (25.06 - 26.02 %), а наименьший - у сортообразцов Мухаббат и Таджикистан (16.28 и 17.65 %).

Нами также установлено, что между физиологическими показателями ОСВ и ВД наблюдается обратная корреляционная связь (рисунок 5.1.1).

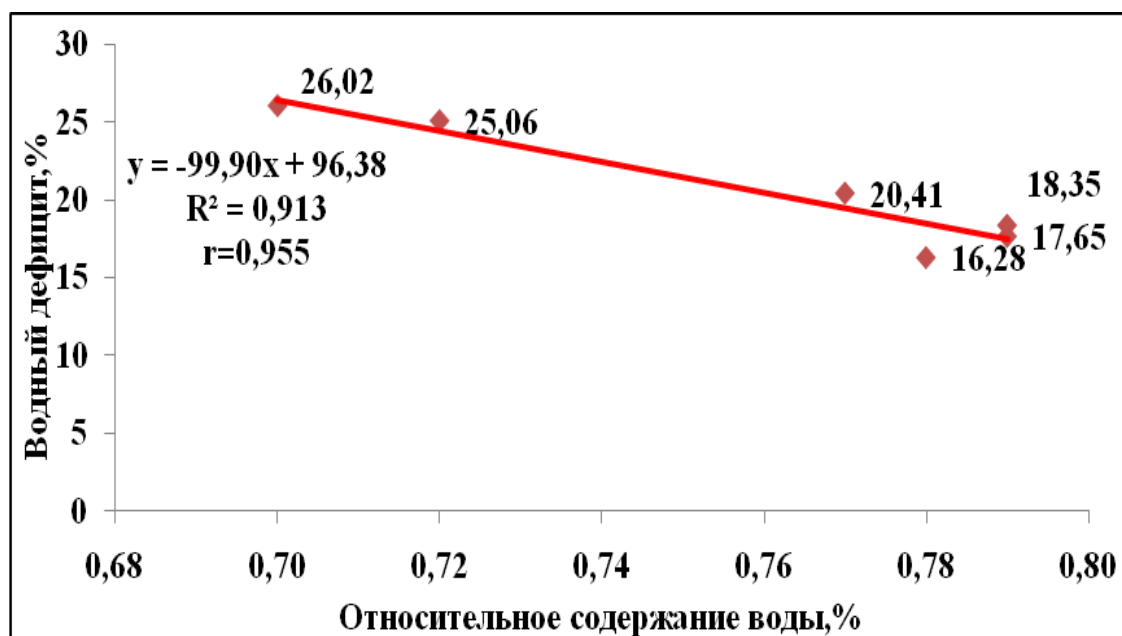


Рисунок 5.1.1. - Корреляция между ОСВ и ВД в листьях картофеля

Как видно из рисунка 5.1.1, при выращивании сортообразцов картофеля в условиях юга Таджикистана в листьях картофеля наблюдается отрицательная корреляционная связь между такими физиологическими показателями, как ОСВ и ВД. Коэффициент корреляции между этими признаками составляет $r = -0.955$, что указывает на механизм саморегуляции клетки растений по водному балансу при высокой температуре воздуха в процессе вегетации растений в зависимости от их генотипической особенности.

Изучение водного дефицита у 6 сортообразцов картофеля показало, что значение ОСВ связано с содержанием воды в клетках растений.

Следовательно, уровень ОСВ является одним из основных показателей оводненности клетки растений картофеля.

Высокое ОСВ в листьях сортообразцов картофеля указывает на низкий водный дефицит в клетках листа, и, наоборот низкий ОСВ сопровождается высоким водным дефицитом.

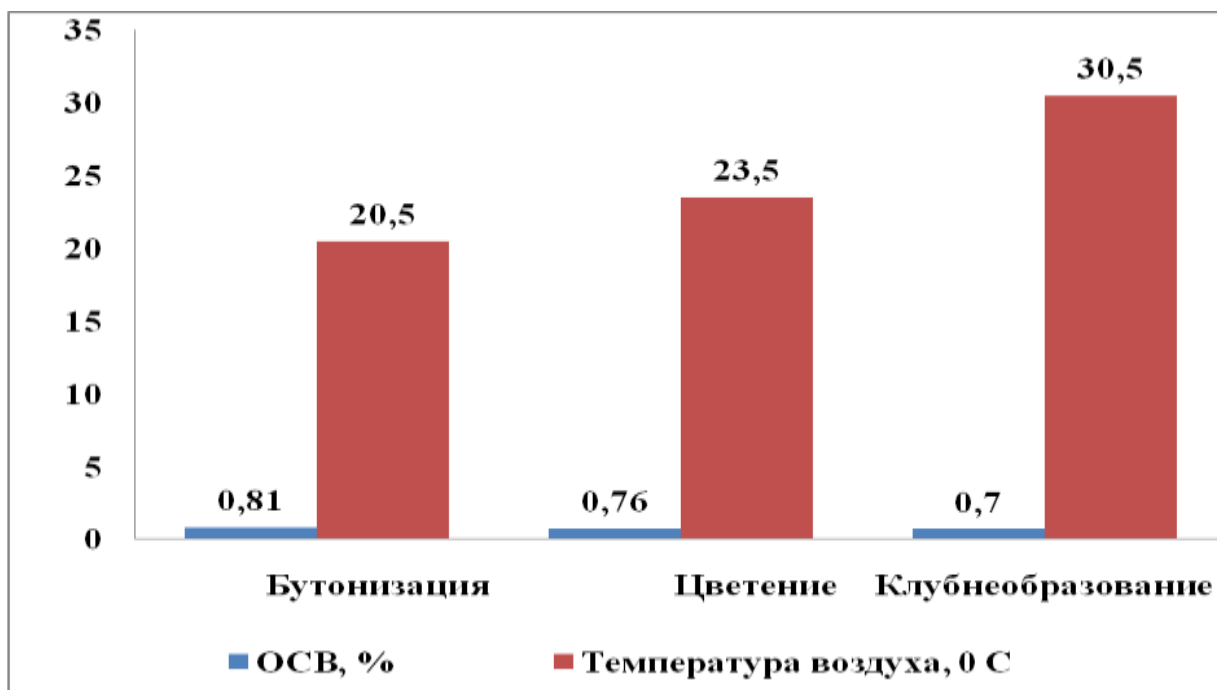


Рисунок 5.1.2. – Зависимость ОСВ листьев сортообразцов картофеля в фазах развития растений от температуры воздуха.

Результаты исследования по зависимости ОСВ листьев сортообразцов картофеля в фазах развития растений от температуры воздуха показаны на рисунке 5.1.2.

Данные рисунка 5.1.2 показывают, что в фазах развития растений (бутонизации, цветения и клубнеобразования) температура воздуха существенно влияет на ОСВ листьев картофеля в течение вегетации. При повышении температуры воздуха наблюдается уменьшение относительного содержания воды в листьях картофеля.

Здесь надо отметить, что между фазами развития растений – бутонизацией и цветением наблюдается увеличение температуры воздуха до

3⁰С, что вызывает снижение ОСВ листьев на 0.05 %. Такая тенденция наблюдается между фазами цветения и клубнеобразования, соответственно 70⁰С и 0.06 %. Если эти данные сопоставить между фазами развития растений в течение всей вегетации картофеля (бутонизацией и клубнеобразованием), то эти показатели соответственно составляют 10⁰С и 0.11 %.

Таким образом, анализ показателей водообмена (ОСВ и ВД) выявил существование связи между этими признаками в условиях температурного стресса, который наблюдается в южных регионах Республики Таджикистан. Полученные нами результаты согласуются с данными других авторов (Бобоев, 2014; Ватаншоева и др., 2015) на посевах картофеля в условиях Шаартузского района Хатлонской области Таджикистана. Наблюдается отрицательная корреляция ($r = - 0.955$) между признаками ОСВ и ВД у сортообразцов картофеля в условиях юга Таджикистана. Зависимость водного дефицита листьев сортообразцов картофеля в различных фазах развития растений от температуры воздуха показывает, что по мере повышения температуры воздуха увеличивается водный дефицит (рисунок 5.1.3).

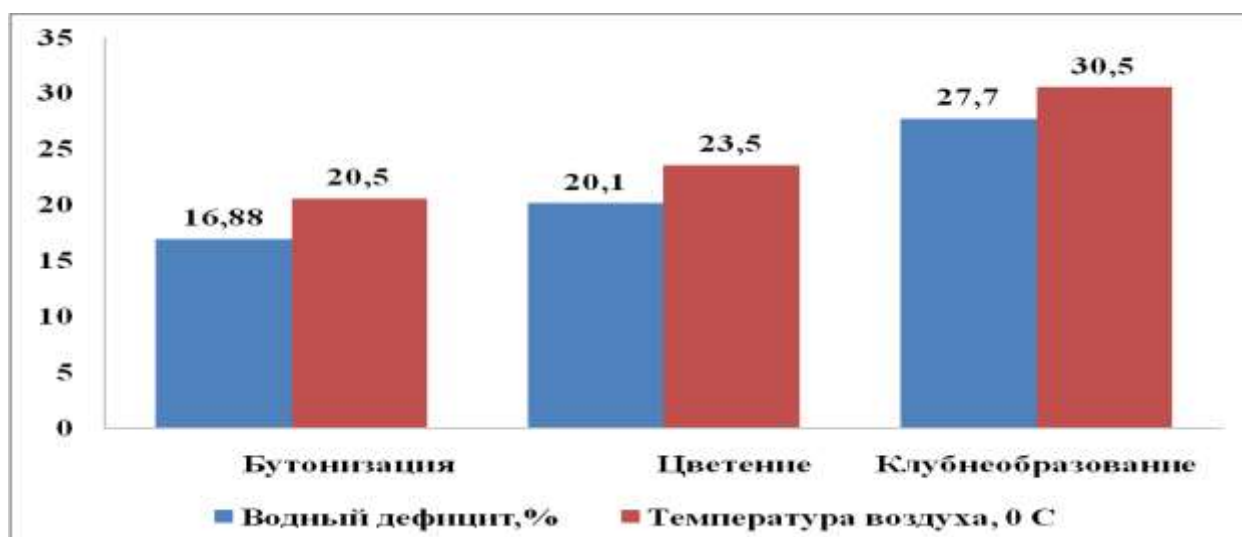


Рисунок 5.1.3. – Зависимость водного дефицита листьев сортообразцов картофеля в различных фазах развития растений от температуры воздуха.

Данные рисунка 5.1.3 показывают, что в фазе бутонизации при температуре воздуха 20.5⁰ С водный дефицит составляет 16.88 %, а в фазе

цветения и клубнеобразования при повышении температуры воздуха до 23.5 и 30.5⁰С водный дефицит увеличивается на 20 и 27.7% соответственно.

Эти данные свидетельствуют о существенном влиянии температуры воздуха на водный дефицит листьев картофеля в течение вегетации. Разность в увеличении температуры воздуха между фазами бутонизации и цветения составляет 3⁰ С, которая вызывает увеличение водного дефицита листьев на 3.22 %, а между фазами цветения и клубнеобразования, соответственно 7⁰ С и 7.6 %. В течение всей вегетации картофеля (бутонизация - клубнеобразование), эти показатели также увеличиваются (10⁰С и 10.82 %).

5.2. Площадь листьев картофеля в зависимости от фазы развития растений

Наши опыты показали, что такой физиологический признак, как листовая поверхность зависит от генетической особенности сортообразцов картофеля в разных фазах развития растений. В условиях Хуросонского района сорта картофеля различались между собой по признаку площади листьев (таблица 5.2.1).

Как видно из данных таблицы 5.2.1, площадь листьев растений у разных сортообразцов картофеля в фазе бутонизации имеет разные показатели. Сравнительно высокий показатель по данному признаку наблюдается у сортообразцов картофеля Таджикистан, Файзабад, Мухаббат, Нилуфар и АН - 1. Данный признак у этих сортообразцов колеблется от 0.41 до 0.75 м²/растение. Сравнительно низкий показатель по данному признаку наблюдается у сортообразца Рашт. У этих сортообразцов этот показатель составляет всего лишь 0.39 м²/растение. Эти данные также эквивалентно соответствуют в зависимости от генотипов картофеля в расчёте на один га.

В фазе бутонизации площадь листьев в среднем у всех сортообразцов картофеля составляет 0.52 м²/растение или 22.50 тыс. м²/га.

Таблица 5. 2. 1. - Площадь листьев у сортообразцов картофеля в зависимости от фазы развития растений, м²/растение

Такая закономерность по характеру проявления признака площади листьев у сортообразцов картофеля наблюдается и в фазе цветения. В этой

Сорт	Бутонизация	Цветение	Клубнеобразование
Таджикистан	0.75±0.1	0.91±0.2	1.89±0.4
Файзабад	0.66±0.3	0.89±0.4	1.31±0.1
Рашт	0.39±0.1	0.52±0.1	0.92±0.1
АН - 1	0.41±0.4	0.63±0.3	1.83±0.2
Нилуфар	0.42±0.2	0.62±0.2	1.81±0.1
Мухаббат	0.47±0.3	0.68±0.2	1.27±0.09
Среднее	0.52	0.71	1.51
НСР₀₅	0.08	0.09	0.10

фазе площадь листьев у сортообразцов Таджикистан, Файзабад, Мухаббат, Нилуфар и АН - 1 колеблется от 0.62 до 0.91 м²/растение, что на 51.2 и 34.8 % больше, чем в фазе бутонизации.

Площадь листьев в течение вегетации в среднем увеличивается в фазах цветения на 36.5 % и клубнеобразования в 2.9 раз больше, чем в фазе бутонизации. Однако, в фазе формирования клубней наиболее высокие показатели площади листьев наблюдаются у сортообразцов Нилуфар, Файзабад, Рашт и Таджикистан. У них площадь листьев в этой фазе составляет 1.89 – 1.81 м²/растение. Сравнительно низкий показатель по данному признаку наблюдается у сорта Рашт, что составляет от 0.92 м²/растение. Этот показатель среди изученных сортообразцов картофеля сильно колеблется в расчёте на один га, и наибольшая площадь листьев наблюдается у сортов Нилуфар, Файзабад и Мухаббат (63.50 - 90.03 тыс.м²/га).

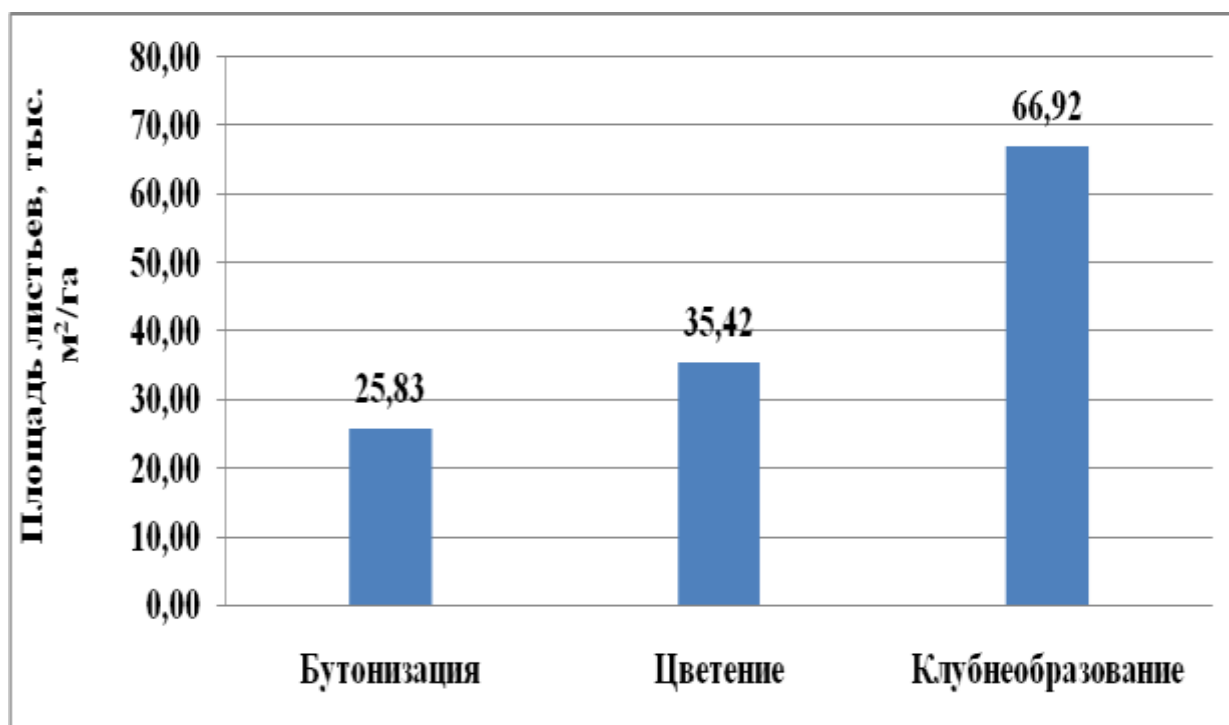


Рисунок 5.2.1. - Средняя величина площади листьев у сортообразцов картофеля в зависимости от фазы развития растений, тыс. м²/га.

Признак Листовая поверхность у разных генотипов картофеля в условиях Хуросонского района в процессе роста и развития растений увеличивается от фазы бутонизации до фазы клубнеобразования, что видно в рисунке 5.2.1.

Здесь величина площади листьев между фазами развития имеет разные показатели в его динамике нарастания. В частности, нарастание площади листьев от фазы бутонизации до цветения составляет 37,4%, от фазы бутонизации до клубнеобразования - 159,1% и от фазы цветения до клубнеобразования-88,9%.

Таким образом, у разных генотипов картофеля от фазы бутонизации до наступления фазы цветения и клубнеобразования наблюдается увеличение листовой поверхности растений.

Исследования показали, что площадь листьев на один га в зависимости от физиологической особенности сортообразцов имеет разные показатели (рисунок 5.2.2). Как видно из рисунка 5.2.2, наибольший показатель по площади листьев в фазе бутонизации наблюдается у сорта Таджикистан и Файзабад (соответственно 37,6 и 32,8 тыс. м²/га), а наименьший показатель

имеется у сорта Рашт (19.4 тыс. м²/га). Площадь листьев у сортообразцов Мухаббат, АН-1 и Нилуфар колеблется от 20.7 до 23.3 тыс. м²/га.

В среднем у всех сортообразцов картофеля данный показатель составляет 22.5 м²/га.

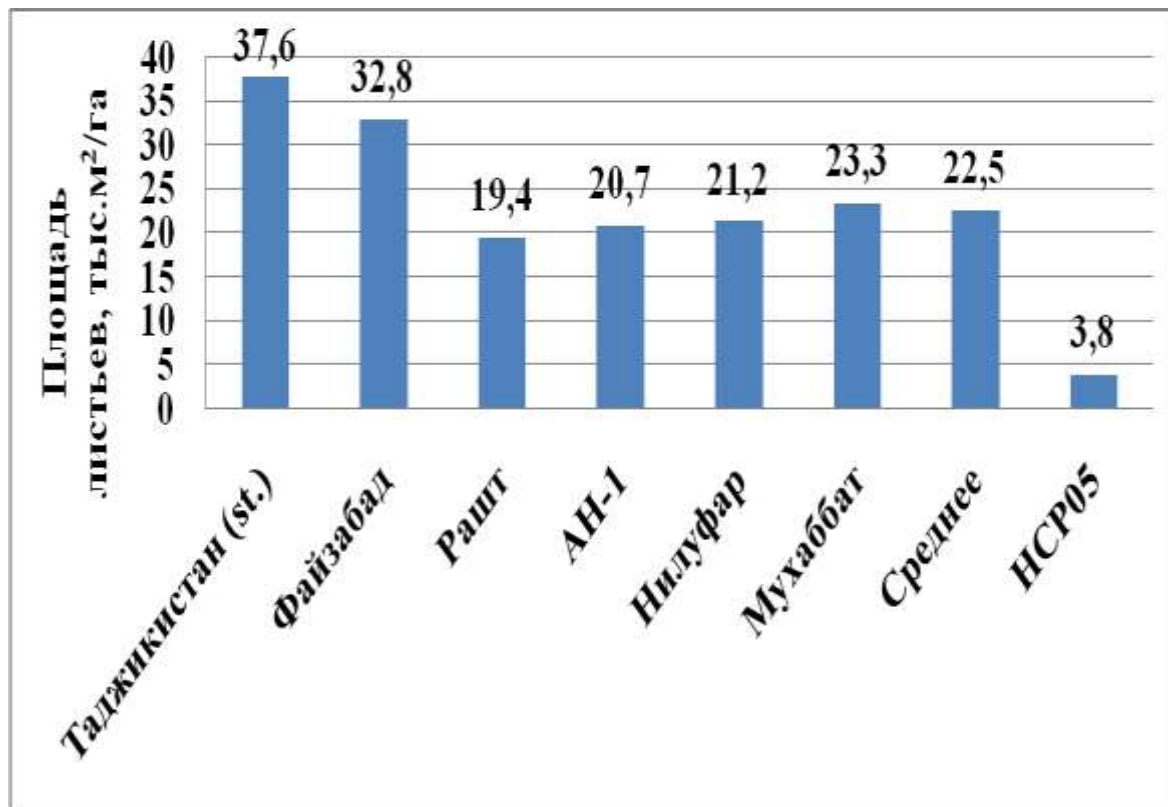


Рисунок 5. 2. 2. - Площадь листьев сортообразцов картофеля в фазе бутонизации, тыс.м²/га.

В целом, в фазе бутонизации наибольшая площадь листьев на один га наблюдается у сортов Таджикистан и Файзабад. Эти сорта превышают другие сортообразцы картофеля на 62.4 - 69.0 %. Другие сорта картофеля мало отличаются между собой.

Таким образом, площадь листьев у картофеля в большей степени зависит от генотипических особенностей сортообразцов этой культуры.

Опыты показали, что площадь листьев на один га в зависимости от физиологической особенности сортообразцов имеет разные показатели в фазе цветения растений (рисунок 5.2.3).

Данные рисунка 5.2.3 показывают, что в фазе цветения сорт Таджикистан по площади листьев на один га имеет больший показатель, чем

другие сортообразцы картофеля (на 48.3 - 50.0 %). Сорт Мухаббат по данному признаку превышает сортообразцов картофеля Рашт, АН - 1 и Нилуфар на 8.8 - 30.7 %. Сорта картофеля Рашт, АН - 1 Нилуфар по данному признаку мало отличаются между собой. Однако, сорт Рашт в этой фазе имеет меньший показатель по площади листьев на га.

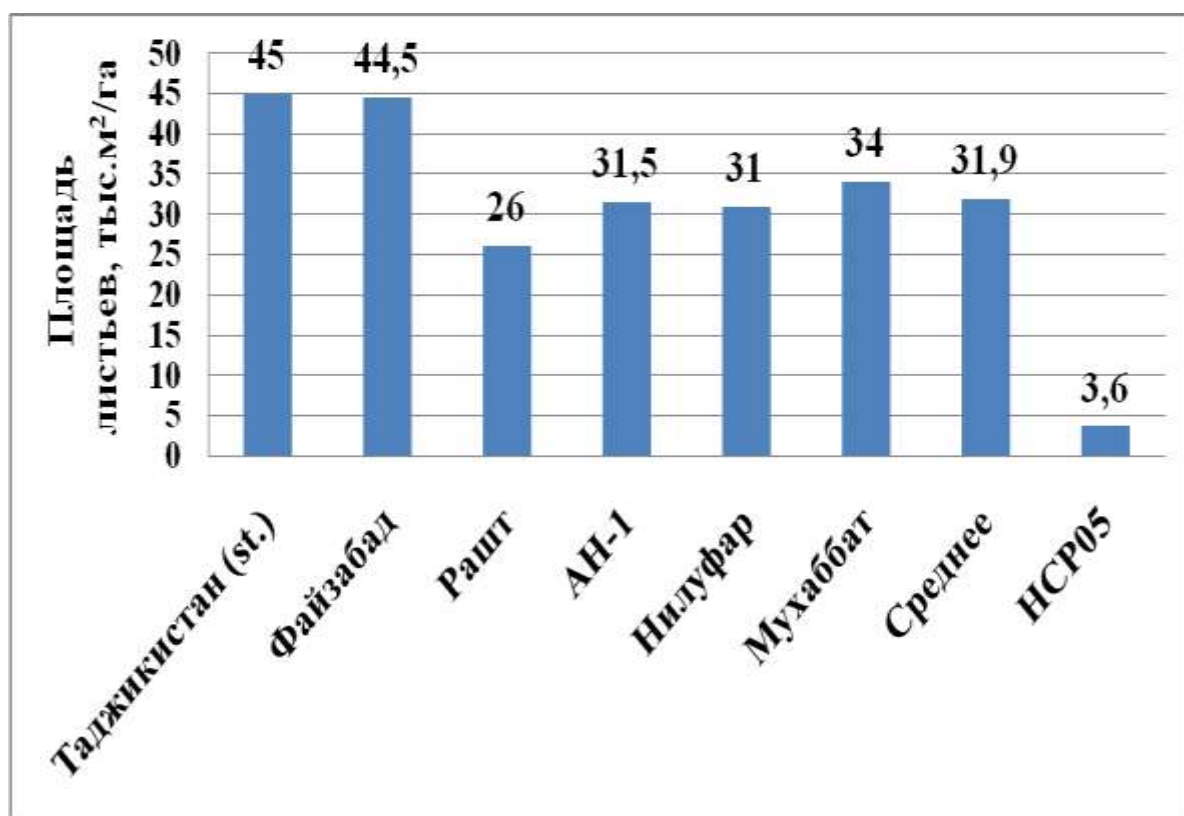


Рисунок 5. 2. 3. - Площадь листьев сортообразцов картофеля в фазе цветения, тыс. м²/га.

Наряду с этим следует отметить, что площадь листьев на один га в фазе клубнеобразования в зависимости от физиолого - генетической особенности сортообразцов картофеля имеет разные показатели (рисунок 5.2.4).

Как вытекает из рисунка 5.2.4, в фазе клубнеобразования площадь листьев на один га у сортов Таджикистан и Нилуфар составляет 94.4 и 90.0 тыс. м²/га, что больше по сравнению с сортом АН - 1 от 116.3 до 126.9 %. У сортов АН - 1 и Рашт площадь листьев на га колеблется от 41.6 до 46.1 тыс. м²/га. Сорта Файзабад и Мухаббат существенно не различаются между собой.

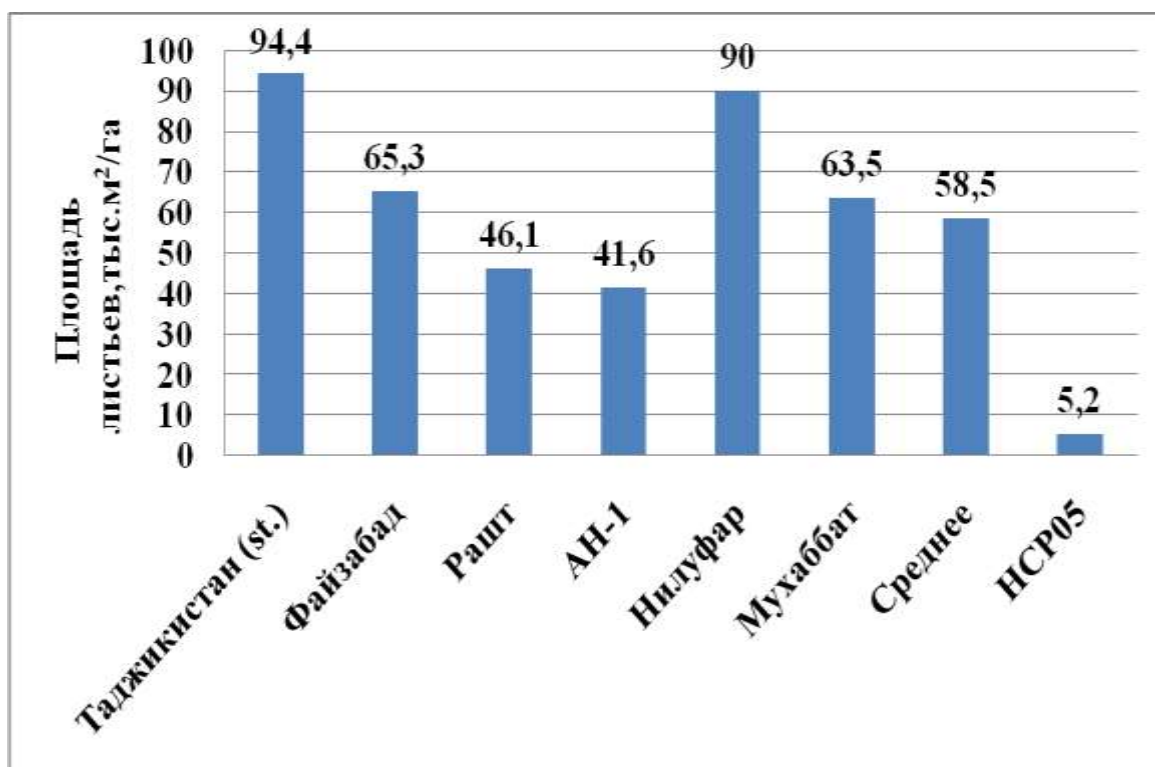


Рисунок 5.2.4. - Площадь листьев сортообразцов картофеля в фазе клубнеобразования, тыс. м²/га.

В среднем у всех сортообразцов картофеля площадь листьев в фазе клубнеобразования составляет 58.5 тыс. м²/га. Результаты наших исследований показали, что при повышении температуры воздуха в фазах развития растений увеличивается площадь листьев у сортообразцов картофеля (рисунок 5.2.5).

Если в фазе бутонизации, когда температура воздуха составляла 20.5 °С, площадь листьев картофеля имела 25.8 тыс. м²/га, а в фазе цветения при повышении температуры воздуха до 23.5 °С, площадь листьев достигала до 35.4 тыс. м²/га, разница составляет соответственно 3 °С; 9.6 тыс. м²/га, между фазами цветения и клубнеобразования, соответственно 7 °С и 31.5 тыс. м²/га. Если эти данные анализировать в течение всей вегетации картофеля (бутонизация и клубнеобразование), то эти показатели соответственно увеличиваются на 10 °С и на 41.1 тыс. м²/га.

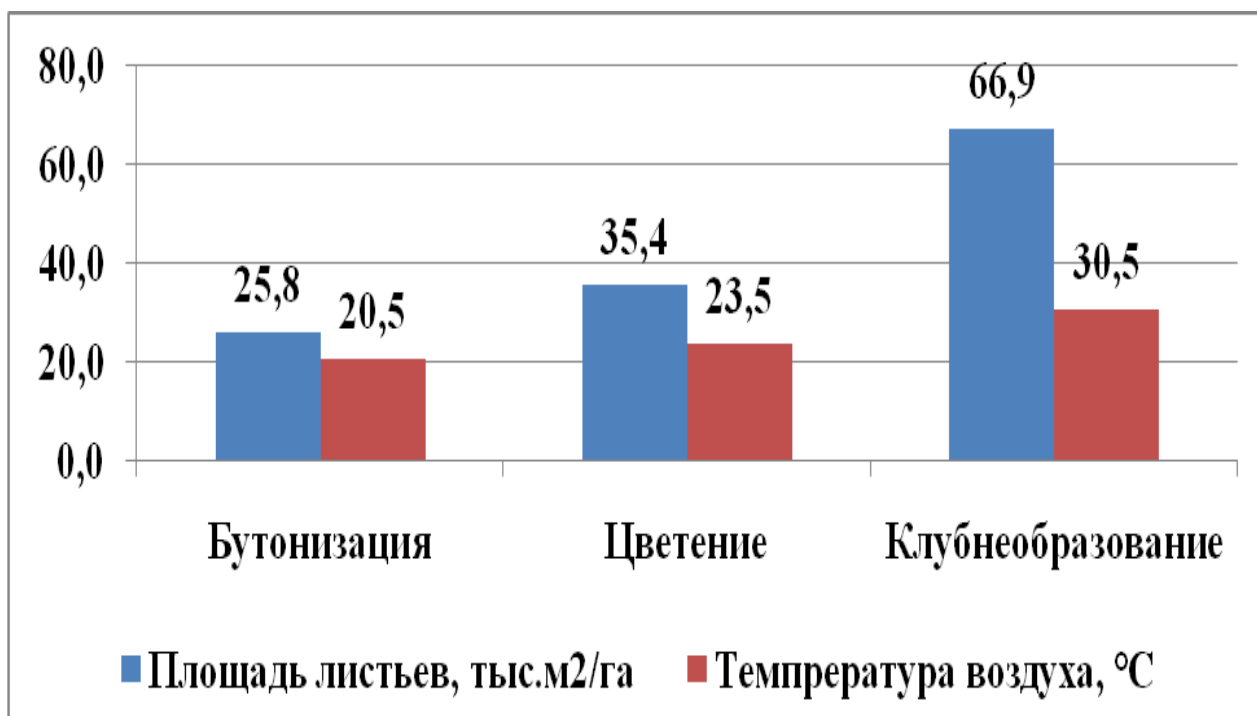


Рисунок 5.2.5. - Зависимость площади листьев сортообразцов картофеля в фазах развития растений от температуры воздуха.

Таким образом, в течение вегетации наблюдается увеличение площади листьев в зависимости от температуры воздуха и стадии развития.

5.3. Количество и масса листьев в разные фазы развития растений

Количество листьев является важным физиологическим параметром, который играет особую роль в процессе синтеза органических веществ в растениях. Данный параметр изменяется на фоне существующих климатических изменений в зависимости от фазы развития растений (таблица 5.3.1).

Как видно из таблицы 5.3.1, количество листьев у сортообразцов картофеля увеличивается от фазы бутонизации до фазы клубнеобразования.

В фазе бутонизации наибольшее количество листьев на растение наблюдается у таких сортообразцов картофеля, как Файзабад, Мухаббат и Рашт (от 30.9 до 39.4 шт./растение). Однако, в этой фазе наименьшее количество листьев наблюдается у сортообразцов Таджикистан, АН - 1 и Нилуфар (от 25.8 до 29.4 шт./растение). Данный показатель в среднем у всех сортообразцов картофеля в фазе бутонизации составляет 31.0 шт./растение.

Максимальное значение по количеству листьев на растение отмечает у сорта Файзабад (39.4 шт./растение), а минимальный показатель имеет сорт АН - 1 (25.8 шт./растение), т.е. это в 1.5 раза или в 52.7% меньше, чем у сорта Файзабад.

Таблица 5. 3. 1. - Количество листьев в фазах развития у разных генотипов картофеля, шт./растение

Сортообразцы	Бутонизация	Цветение	Клубнеобразование
Таджикистан	29.4±2.05	52.0±1.42	81.4±1.2
Файзабад	39.4±3.08	48.7±2.03	58.0±2.34
Рашт	31.6±1.44	52.5±1.21	73.3±1.33
АН-1	25.8±2.22	32.7±1.09	39.5±0.44
Нилуфар	28.6±0.55	79.8±2.06	131.0±0.25
Мухаббат	30.9±3.36	53.8±3.04	76.6±0.35
Среднее	31.0	53.3	76.6
НСР₀₅	3.40	4.00	4.63

Таким образом, в фазе бутонизации наблюдается большое количество листьев на растение у разных сортообразцов картофеля, что, видимо, связано с генотипической особенностью сортообразцов.

В фазе цветения наибольшее количество листьев на растение наблюдается у сорта Нилуфар, Мухаббат, Рашт и Таджикистан, что составляет от 52.0 до 79.8 шт./растение. В этой фазе наименьшее количество листьев наблюдается у сортов АН-1 и Файзабад (от 32.7 до 48.7 шт./растение). В среднем у всех сортообразцов картофеля в фазе цветения наблюдается 53.3 шт./растение или на 22.3 шт./растение (72 %) больше, чем в фазе бутонизации. Максимальное количество листьев на растение отмечается у сорта Нилуфар (79.8 шт./растение), минимальное - у сорта АН - 1 (32.7 шт./растение), т.е. это в 2.4 раза или в 144% меньше, чем у сорта Нилуфар.

Таким образом, в фазе цветения наблюдается большое варьирование количества листьев на растение у сортообразцов картофеля, что, по - видимому, свидетельствует об их морфо - биологической особенности.

В фазе формирования клубней наибольшее количество листьев на растение наблюдается у сортов Нилуфар, Таджикистан Мухаббат, Рашт и этот показатель колеблется у них от 73.3 до 131.0 шт./растение. В этой фазе наименьшее количество листьев наблюдается у сортов АН-1 и Файзабад (от 39.5 до 58.0 шт./растение). В среднем у всех сортообразцов картофеля в фазе клубнеобразования количество листьев составляет 76.6 шт./растение или на 23.3 шт./растение (43.7 %) больше, чем в фазе цветения. Максимальные величины по количеству листьев на растении имеют сорта Нилуфар (131.0 шт./растение), а минимальные - у сорта АН - 1 (39.5 шт./растение), т.е. это в 2.5 раза или в 231.6 % меньше, чем у сорта Нилуфар.

Таким образом, в фазе формирования клубней наблюдается большое варьирование по количеству листьев на растение у разных сортообразцов картофеля, что по – видимому, связано с изменчивостью этих образцов.

Как показали наши опыты, в разные фазы развития растений формируется разное количество листьев на растение (рисунок 5.3.1). Данные рисунки 5.3.1 показывают, что признак «количество листьев», начиная от фазы бутонизации до фазы клубнеобразования, постепенно увеличивается. В частности, от фазы бутонизации до фазы цветения количество листьев на растении увеличивается на 72 %, а от фазы цветения до фазы формирования клубней составляет 43.7 %, что свидетельствует о том, что в промежутке между фазами цветения и клубнеобразования продукты метаболизма больше расходуются на формирование подземной части растений (корней и клубней).

Следовательно, в межфазном периоде бутонизация - цветение происходит интенсивное формирование количества листьев на растение, а в межфазном периоде цветения и клубнеобразования, наоборот, этот процесс несколько снижается, так как в этой фазе происходит интенсивное формирование клубней на растение.

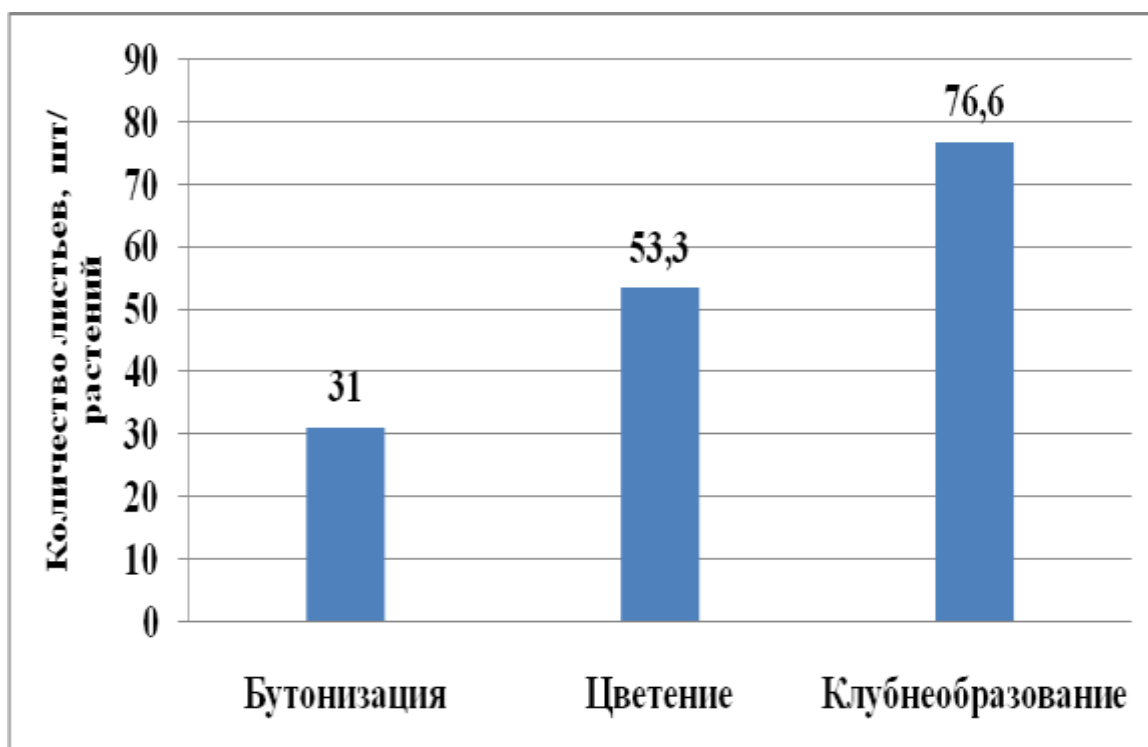


Рисунок 5. 3. 1. - Динамика формирования листьев картофеля в зависимости от фазы развития растения, шт./растение.

Известно, что масса листьев картофеля изменяется в зависимости от фазы развития растений на фоне высокой температуры воздуха (таблица 5.3.2).

Таблица 5. 3. 2. - Масса листьев у генотипов растений картофеля, г/растение

Сорта	Бутонизация	Цветение	Клубнеобразование
Таджикистан	144±2.23	254±1.67	364±3.25
Файзабад	192±3.21	242±2.33	292±2.81
Рашт	154±1.09	180±0.8	206±1.79
АН – 1	126±0.9	157±3.02	188±1.44
Нилуфар	140±0.8	240±3.6	340±2.67
Мухаббат	151±0.3	215±2.6	278±3.01
Среднее	151	215	278
НСР₀₅	2.75	4.0	7.3

Как видно из таблицы 5.3.2, масса листьев у сортообразцов картофеля постепенно увеличивается от фазы бутонизации до фазы формирования клубней. В фазе бутонизации наибольшая общая масса листьев на растение наблюдается у таких сортообразцов картофеля, как Файзабад, Рашт и Мухаббат (от 151 до 192 г/растение). Однако, в этой фазе наименьшую общую массу листьев имеют сортообразцы АН - 1, Нилуфар и Таджикистан (от 126 до 144 г/растение).

Данный показатель в среднем у всех сортообразцов картофеля в фазе бутонизации составляет 151 г/растение. Максимальная общая масса листьев на растение наблюдалась у сорта Файзабад (192 г/растение), а минимальная - у сорта АН-1 (126 г/растение), т.е. в 1.5 раза или на 52.4 % меньше, чем у сорта Файзабад.

В фазе цветения наибольшая масса листьев на растение наблюдается у таких сортообразцов картофеля, как Таджикистан, Файзабад и Нилуфар (от 240 до 254 г/растение). В этой фазе наименьшая масса листьев наблюдается у сортообразцов Мухаббат, Рашт АН - 1 и (от 215 до 180 г/растение). В среднем у всех сортообразцов картофеля в фазе цветения составляет 215 г/растение или на 64 г/растение (42.4 %) больше, чем в фазе бутонизации. Максимальная масса листьев на растение наблюдалась у сорта Таджикистан (254 г/растение), а минимальная - у сорта АН - 1 (157 г/растение), т.е. в 1.6 раза или на 61.7% меньше, чем у сорта Таджикистан.

В фазе формирования клубней масса листьев на растение у сортообразцов картофеля Таджикистан, Нилуфар и Файзабад составляет от 292 до 364 г/растение. В этой фазе наименьшая масса листьев наблюдается у сортообразцов АН - 1, Рашт, Мухаббат (от 188 до 278 г/растение). Данный показатель в среднем у всех сортообразцов картофеля в фазе клубнеобразования составляет 278 г/растение или на 63 г/растение (29.3 %) больше, чем в фазе цветения. Максимальная масса листьев на растение имеется у сорта Таджикистан (364 г/растение), а минимальная - у сорта АН -

1 (188 г/растение), т.е. в 1.9 раза или на 93.6 % меньше, чем у сорта Таджикистан.

Таким образом, в фазе формирования клубней наблюдается большое варьирование признака массы листьев на растение у разных сортообразцов картофеля, что вероятно, связано с генотипической особенностью сортообразцов картофеля в данной фазе развития растений.

Признак формирования массы листьев меняется в разные фазы развития растений (рисунок 5.3 2).

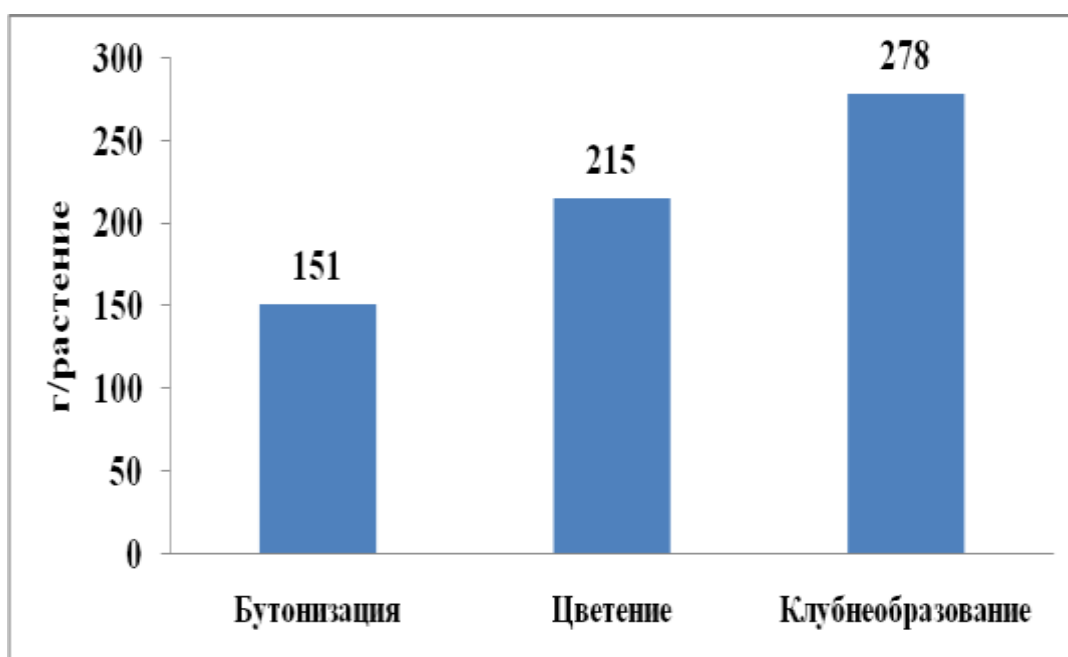


Рисунок 5. 3. 2. - Динамика формирования массы листьев в среднем у всех сортообразцов картофеля в зависимости от фазы развития растения, г/растение.

Из данных рисунка 5.3.2 видно, что масса листьев в среднем у сортообразцов картофеля постепенно возрастает. Во время вегетации растений в межфазном периоде от фазы бутонизации до фазы цветения масса листьев на растение увеличивается на 42.3 %, а от фазы цветения до фазы клубнеобразования на 29.0 %.

Это свидетельствует о том, что продукты метаболизма в этом межфазном периоде у растений картофеля больше расходуются на формирование столонов и клубней.

Опыты показали, что в разные фазы развития растений наблюдается увеличение количества и массы листьев (таблица 5.3.3).

Как показывают данные таблицы 5.3.3, среднее количество и масса листьев картофеля в межфазном периоде развития растений динамично нарастают. В межфазном периоде развития растений от фазы бутонизации до фазы цветения наблюдается интенсивное формирование количества листьев и массы листьев на растение по сравнению с межфазным периодом от цветения до клубнеобразования.

Таблица 5. 3. 3. - Динамика нарастания количества и массы листьев картофеля в зависимости от фазы развития растений

Средние показатели признаков	Фазы развития растений:		
	бутонизация	цветение	клубнеобразование
Количество листьев, шт./растение	31.0±7.4	53.3±8.9	76.6±9.6
% -нарастания	0.0	71.9	43.7
Масса листьев, г/растение	151±5.4	215±6.1	278±6.8
%-нарастания	0.0	42.3	29.0

Процесс формирования количества и массы листьев в межфазном периоде от бутонизации до цветения в 1.6 раза и 1.4 раза больше, чем в межфазном периоде развития растений от цветения до клубнеобразования.

Таким образом, наблюдается накопление метаболитических веществ в межфазном периоде от бутонизации до цветения.

В межфазном периоде от цветения до клубнеобразования этот процесс замедляется, что свидетельствует о том, что в этот период основная масса метаболитов расходуется на формирование клубней.

Таким образом, следует отметить, что растение в этот период всю свою адаптационную силу использует на формирование хозяйственного урожая.

Наши исследования показали, что такие признаки, как продуктивность, общая биомасса и площадь листьев во многом связаны с генотипической особенностью этих сортообразцов (таблица 5.3.4).

Таблица 5. 3. 4. - Продуктивность сортообразцов картофеля в условиях юга Таджикистана

Сортообразцы	Площадь листьев, м ² /растение	Общая биомасса, г/растение	Продуктивность, г/растение
Файзабад (стандарт)	1.31	245	160
Мухаббат	1.27	500	235
Нилуфар	1.81	400	300
Таджикистан	1.89	595	350
Рашт	0.92	290	140
Клон – 27	1.24	406	237
F ₁ (Нилуфар х Кл. - 2)	1.23	340	250
АН - 1	1.83	410	305
Среднее	1.31	398	247
НСР₀₅	0.03	10.9	6.5

Как видно из данных таблицы 5.3.4, высокие значения по всем признакам имеет сорт Таджикистан, который существенно превышает все другие сортообразцы картофеля. По этим параметрам также лучшие показатели имеют такие сортообразцы картофеля, как АН - 1, Файзабад и Нилуфар.

Однако, такие сортообразцы картофеля, как Рашт, гибрид (F₁ (Нилуфар х Кл. - 2) и Кл - 27 имеют более низкие показатели по этим параметрам по сравнению с другими образцами картофеля.

Исследования показали, что между физиологическими параметрами сортообразцов картофеля, такими как площадь листьев и масса листьев имеется положительная корреляция (рисунок 5.3.3). Как видно из рисунка

5.3.3, наблюдается высокая положительная корреляция ($r = 0.843$) между массой листьев и площадью листьев у сортообразцов картофеля, то есть с увеличением массы листьев наблюдается увеличение площади листьев на растение.

Такая же связь наблюдается между массой листьев и количеством листьев у картофеля на фоне высокой температуры Хуросонского района Таджикистана (рисунок 5.3.4). Как видно из рисунки 5.3.4 наблюдается высокая положительная связь ($r = 0.657$) между признаками - масса листьев и количество листьев у сортообразцов картофеля.

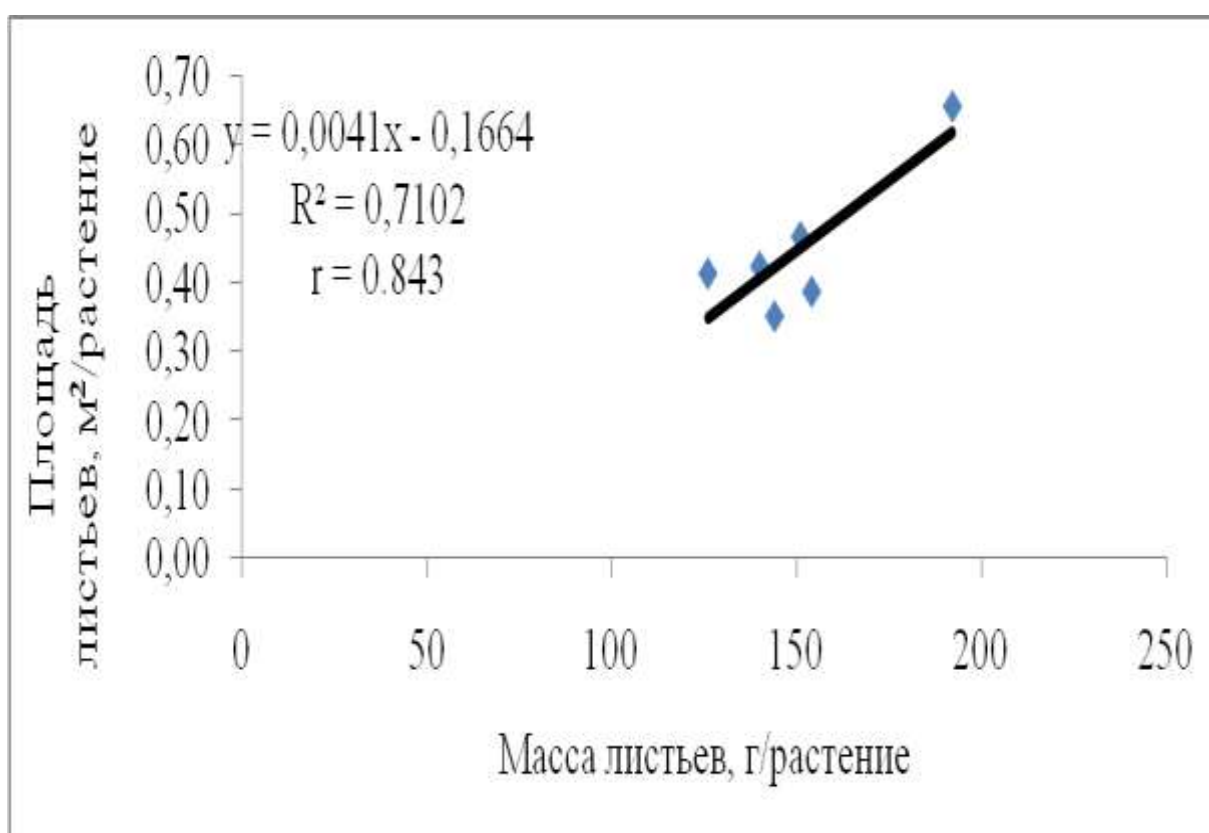
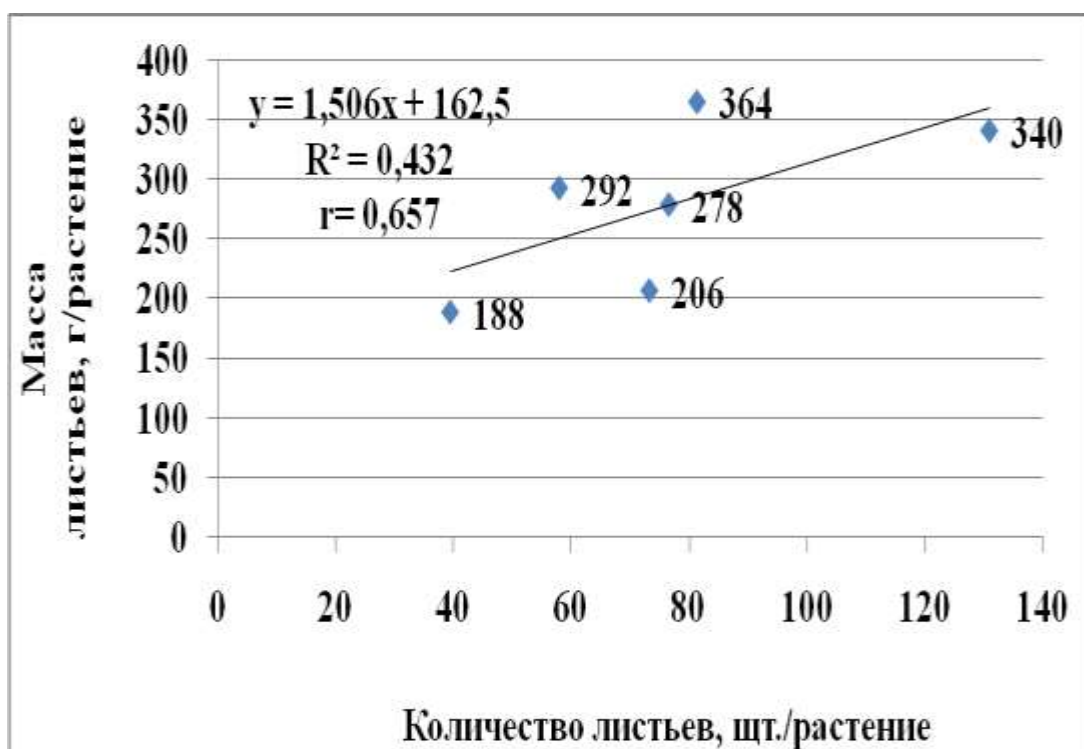


Рисунок 5. 3. 3. - Корреляция между площадью листьев и массой листьев у сортообразцов картофеля.

Следовательно, с увеличением количества листьев пропорционально наблюдается увеличение массы листьев на растение.



Рису

нок 5. 3. 4. - Корреляция между массой и количеством листьев у сортообразцов картофеля.

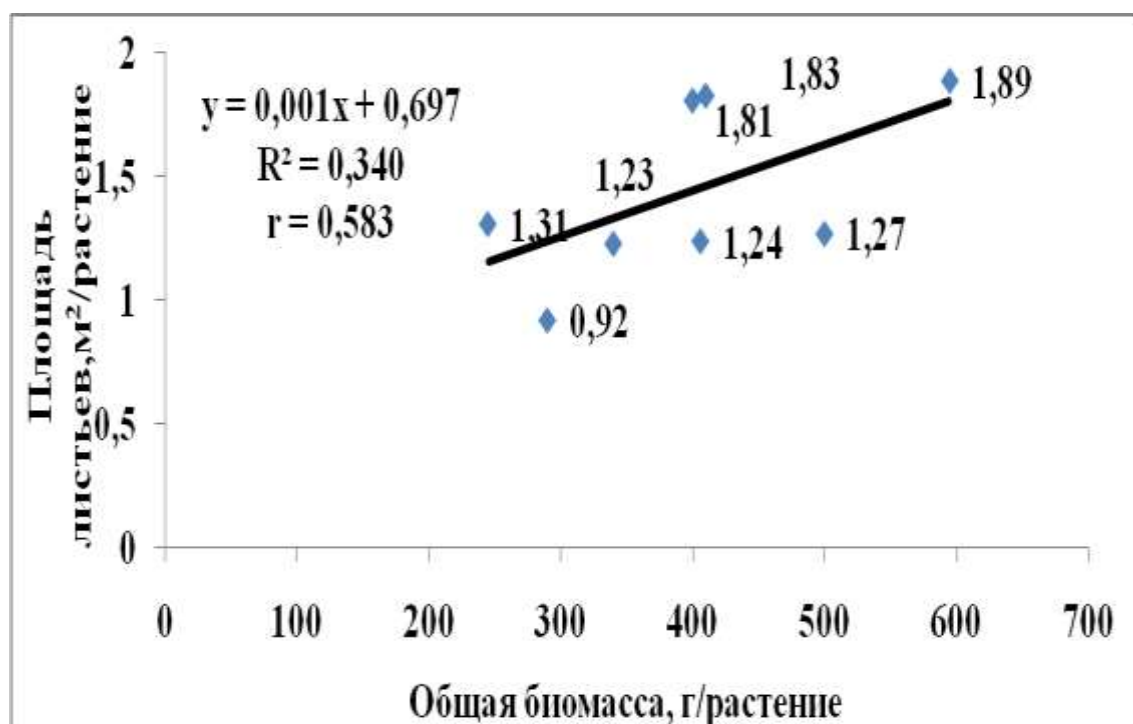


Рисунок 5. 3. 5. - Корреляция между площадью листьев и общей биомассой сортообразцов картофеля.

Таким образом, наблюдается положительная корреляция между параметрами сортообразцов картофеля: количеством листьев, площадью листьев и массой листьев. Установлено, что между признаками «площадь

листьев» и «общая биомасса» имеется положительная корреляционная связь (рисунок 5.3.5). Данные рисунка 5.3.5 показывают, что корреляция между признаками «площадь листьев» и «общая биологическая масса» у сортов картофеля положительная и она равна $r = 0.583$. Это показывает, что по мере увеличения площади листьев симметрично увеличивается общая биологическая масса растений. Проведённые нами эксперименты показали, что между такими физиологическими параметрами картофеля, как масса клубней и общая биомасса наблюдается также положительная корреляция (рисунок 5.3.6).

Из рисунка 5.3.6 видно, что наблюдается положительная корреляция между признаками «общая биомасса» и «масса клубней» сортообразцов картофеля, которая составляет: $r = 0.790$. Это свидетельствует о том, что с увеличением массы клубней (продуктивность) увеличивается общая биомасса у растений в условиях жаркого климата.

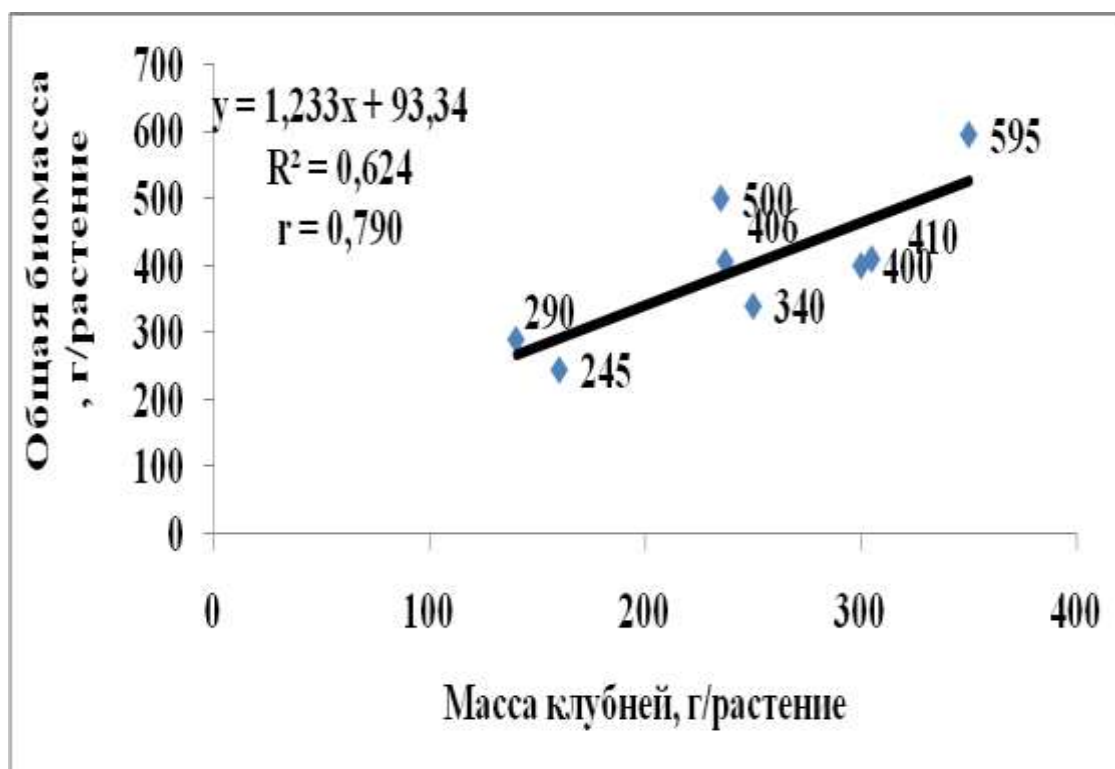


Рисунок 5. 3. 6. - Корреляционная связь между общей биомассой и массой клубней картофеля.

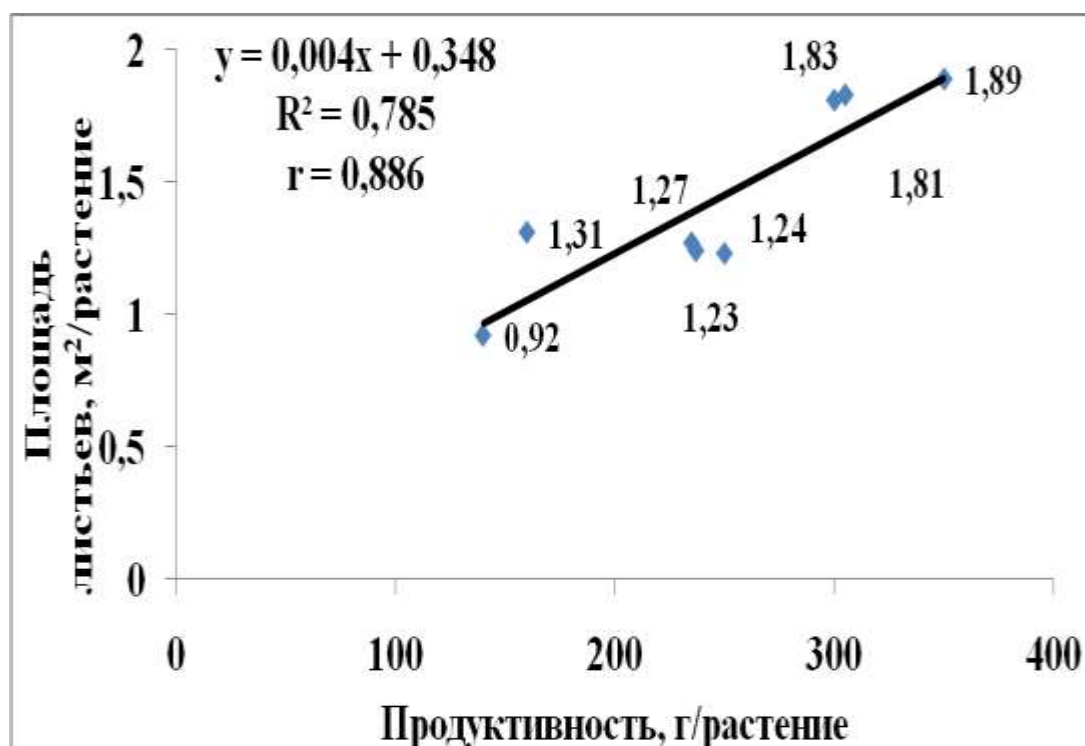


Рисунок 5. 3. 7. - Корреляционная связь между площадью листьев и продуктивностью картофеля.

Такая закономерность наблюдается между такими физиологическими параметрами, как продуктивность и площадь листьев у картофеля (рисунок 5.3.7).

Из рисунка 5.3.7 видно, что между массой клубней и площадью листьев сортообразцов картофеля, коэффициент корреляции составляет: $r = 0,886$. Это показывает, что с увеличением площади листьев увеличивается продуктивность растений.

Таким образом, установлено, что в условиях Хуросонского района между такими основными физиологическими параметрами картофеля, как площадь листьев, количество листьев, масса листьев, продуктивность и общая биомасса, наблюдается положительная корреляционная связь. Это свидетельствует о том, что увеличение любого из этих параметров ведет к усилению продукционного потенциала сортообразцов картофеля в условиях юга Таджикистана.

5.4. Влияние засоленности почвы на морфо-физиологические признаки картофеля

В последнее время проблемы глобального изменения климата на земном шаре вызывают сильную обеспокоенность мирового сообщества. Как известно, повышение температуры воздуха приводит к серьезной угрозе и потери биологического разнообразия, ресурсов экосистемы и здоровья людей на земле [170, 114, 135, 10].

Как сообщают авторы, повышение температуры воздуха вызывает усиление засухи и испарения воды с поверхности почвы. Кроме того, это приводит к высушиванию слоя почвы, где расположена корневая массы растений [84, 42, 164]. Также высокие температуры и засушливые годы вызывают повышение содержания солей в почве, избыточное скопление в корнеобитаемом слое почвы разных концентраций солей. Такое резкое увеличение содержания солей в почве приводит к угнетению растений и снижению качества и количества урожая сельскохозяйственных культур [331, 135, 312, 42] .

Кроме того, под влиянием содержания хлоридных и аммиачных солей в почве в растениях нарушается азотный обмен, накапливается аммиак и другие ядовитые продукты. С другой стороны, на фоне сульфатного засоления в почве накапливается большое количество продуктов окисления серосодержащих аминокислот, которые губительно действуют на корневую систему и фотосинтезирующие органы растений. Эти соли также являются ядовитыми для растений. Высокие концентрации солей в почве (особенно хлористых и сульфатных солей) вызывают нарушение снабжения растениями энергетическими соединениями для жизнедеятельности растений в течение вегетации. Под влиянием концентрации солей в почве происходит нарушение ультраструктуры клеток, в частности, изменения в структуре хлоропластов, что особенно проявляется при хлоридном засолении [174].

При изменении климата процесс засоления интенсивно протекает в богарных почвах (в аридном климате), где засоление почвы может привести к потере до 60% урожая сельскохозяйственных угодий.

Интенсивное освоение новых земель и несвоевременная очистка ирригационно-дренажных сетей приводит к непрерывному увеличению грунтовых вод и опасному подъёму их уровня, что отрицательно повлияет на изменение мелиоративной обстановки и в целом засоленности почвы.

Проведение исследования о наличии двух видов засоления почвы (хлоридных и сульфатных) и их влияния на физиолого-биохимические и продукционные показатели сортообразцов картофеля имеет важное народно-хозяйственное значение в деле дальнейшей интенсификации производства «второго хлеба» в южных районах Таджикистана.

Поэтому нами был изучен химический состав почвы в разных участках Хуросонского района Республики Таджикистана. Результаты этих исследований показали, что почвы Хуросонского района Таджикистана, где возделывались сортообразцы картофеля в основном относятся к сульфатно-хлоридным типам засоления почвы. Как видно из данных таблицы 5.4.1, уровень засоленности почвы в разных участках проявляется по - разному. В зоне Чорбог (участки 1; 2 и 3), где близок уровень грунтовой воды, содержание хлоридных солей на 100 г почвы составляет от 3.94 до 64.16 мг, а сульфатных солей – 7.70 до 47.97 мг, что по сравнению с участком Рассвет значительно больше.

Таблица 5. 4. 1. – Содержание солей (хлоридных – Cl^- и сульфатных- SO_4^{2-}) в разных зонах выращивания картофеля (Хуросонский район)

Местность	Высота над уровнем моря, метр	мг/100 г почвы		в процентах:	
		Cl^-	SO_4^{2-}	Cl^-	SO_4^{2-}
Рассвет (контроль)	550	1.97	2.35	0.070	0.013
Участок.1	470	3.94	4.70	0.139	0.028
Участок.2	470	27.64	41.18	0.980	1.977
Участок.3	470	64.16	47.97	2.275	2.303

Для определения способности роста и развития растений на участках, имеющих разное содержание солей в почве, нами были проведены посадки сортообразцов картофеля на участках Рассвет и Чорбог на высотах 550 и 470 метров над уровнем моря.

Таким образом, разные участки почвы, где были проведены наши исследования, имели разные показатели по содержанию хлоридных и сульфатных солей и это вызывало некоторые изменения в росте, развитии и формировании продуктивности сортов и гибридов картофеля. Как видно из данных таблицы 5.4.2, при низкой концентрации солей в почве ($Cl^- = 1.97$; $SO_4^{2-} = 2.35$) наблюдаются нормальные всходы и высота растений и их продуктивность на фоне жаркого климата Хуросонского района.

Таблица 5. 4. 2. - Влияние засоленности почвы на рост и продуктивность сортообразцов картофеля (при уровне засоленности $Cl^- = 1.97$; $SO_4^{2-} = 2.35$)

Сортообразцы	Высота растений, см	Продуктивность, г/растение
Файзабад (стандарт)	90.8	180
Мухаббат	96.1	235
Нилуфар	92.6	152
Таджикистан	100.9	350
Рашт	90.3	270
Клон – 27	84.0	237
АН - 1	92.7	305
Среднее	92.5	247.0
НСР₀₅	2.4	13.8

Как показали наши исследования низкая концентрация солей в почве незначительно влияет на рост и продуктивность сортообразцов картофеля (таблица 5.4.2). В таких условиях наиболее продуктивными оказались такие сортообразцы, как Таджикистан, Нилуфар и Мухаббат.

Однако с увеличением концентрации солей в почве наблюдается значительное снижение роста растений и продуктивности сортообразцов картофеля в условиях солевого стрессового фактора (таблица 5.4.3).

К высокой концентрации солей в почве наиболее устойчивыми оказались такие сортообразцы, как Таджикистан, Нилуфар и Мухаббат.

Однако, при увеличении концентрации солей в почве более чем в два раза ($Cl^- = 3.94$; $SO_4^{2-} = 4.70$) наблюдается отрицательное влияние солей на всходы, высоту и продуктивность растений картофеля.

Таблица 5. 4. 3. - Влияние засоленности почвы на рост, развития и продуктивность сортообразцов картофеля (при уровне засоленности почвы $I = 3.94$; $SO_4^{2-} = 4.70$)

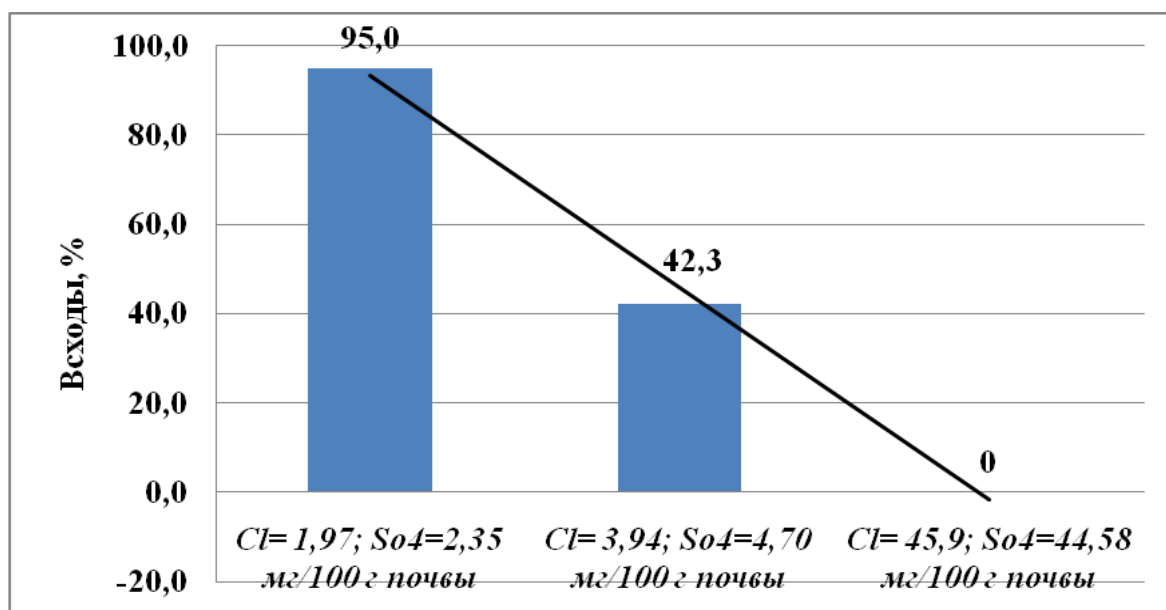
Сортообразцы	Высота растений, см	Продуктивность, г/растение
Файзабад (стандарт)	40.0	160
Мухаббат	45.0	201
Нилуфар	42.3	130
Таджикистан	50.1	330
Рашт	44.0	230
Клон – 27	43.0	170
АН - 1	41.0	186
Среднее	43.6	201.6
НСР₀₅	1.4	5.7

При высокой засоленности почвы ($Cl^- = 45.9$; $SO_4^{2-} = 44.58$) на фоне высокой среднесуточной температуры воздуха ($25-30^{\circ}C$ и более) наблюдается губительное действие засоленности почвы на всходы растений картофеля. Это привело к непрорастанию глазков клубней сортообразца картофеля, что видно из рисунка 5.4.3. и таблица 5.4.4.

Таблица 5. 4. 4. - Влияние засоленности почвы на рост, развития и продуктивность сортообразцов картофеля (в среднем из всех сортообразцов картофеля)

Засоление почвы, мг/100 г почвы	Всходы, %	Высота растений, см	Продуктивность, г/растение
$Cl^- = 1.97; SO_4^{2-} = 2.35$	95.0	92.5	247.0
$Cl^- = 3.94; SO_4^{2-} = 4.70$	42.3	43.6	201.6
$Cl^- = 45.9; SO_4^{2-} = 44.58$	0.0	0.0	0.0

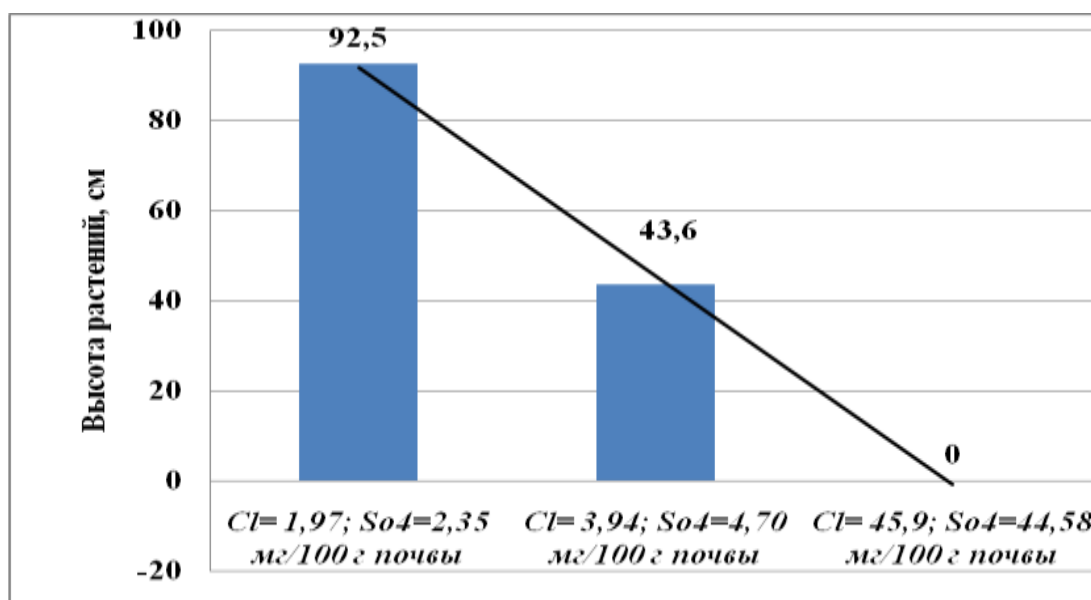
Как показывают данные рисунков 5.4.1 - 5.4.3, под влиянием засоленности почвы существенно уменьшаются такие показатели сортообразцов картофеля, как всходы, высота и продуктивность растений картофеля.



Примечание: температура воздуха 30 - 35°C

Рисунок 5. 4. 1. - Влияние содержания солей на всходы растений картофеля, %.

Также наблюдается отрицательное влияние засоления ($Cl^- = 45.9; SO_4^{2-} = 44.58$) почвы на высоту растений картофеля (рисунок 5.4.2.). Как видно из данных рисунка 5.4.2, по мере увеличения концентрации соли в почве наблюдается значительное уменьшение высоты растений картофеля в условиях жаркого климата.

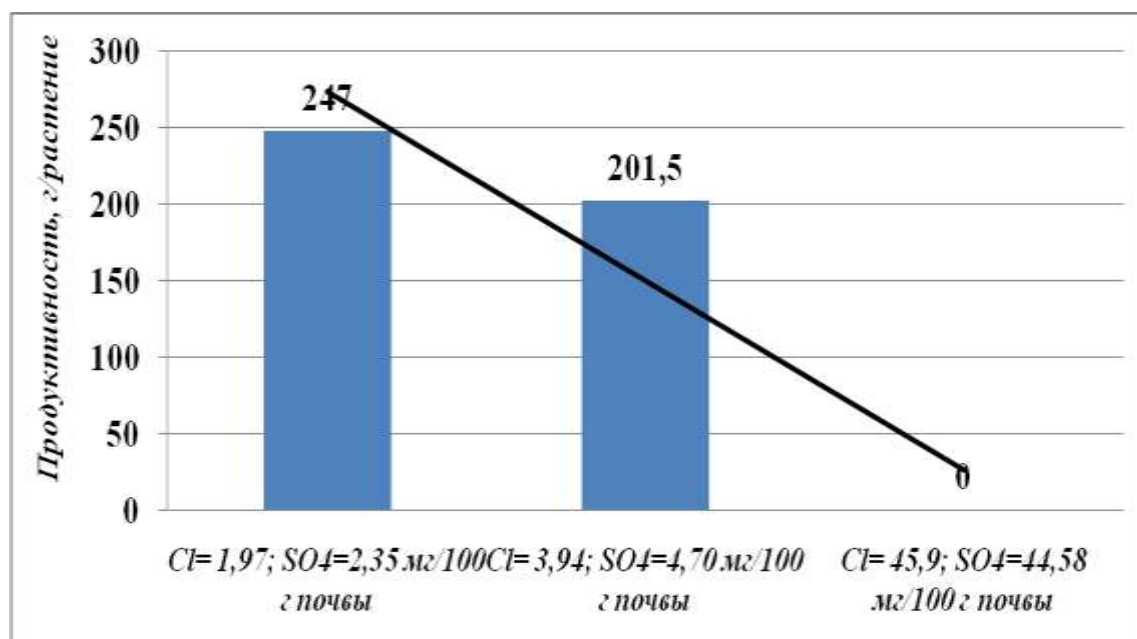


Примечание: температура воздуха 30-35°C

Рисунок 5. 4. 2. - Влияние содержания солей на высоту растений картофеля, см.

Высокая концентрация хлоридного и сульфатного засоления также вызывает уменьшение продуктивности растения картофеля (рисунок 5.4.3).

Таким образом, высокая концентрация соли ($Cl^- = 45.9$; $SO_4^{2-} = 44.58$) в почве губительно действует на всходы, на высоту и продуктивность растений картофеля в условиях Хуросонского района Таджикистана. Снижение роста развитие а также продуктивности растений картофеля связано с нарушением физиолого- биохимических процессов в клетках растений.



**Примечание: температура воздуха 30 - 35°C.*

Рисунок 5. 4. 3. - Влияние содержания солей на продуктивность растений картофеля, г/растение.

5. 5. Влияние высокой температуры на содержание фотосинтетических пигментов картофеля

К наиболее типичным стрессовым факторам можно отнести засуху, засоление и высокую температуру, при которых из-за недостаточной влагообеспеченности замедляются процессы метаболизма. Эти факторы оказывают существенное влияние на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных растений» [105]. Механизмы адаптации растений к биотическим и абиотическим факторам связано с изменением содержания фотосинтетических пигментов [105,42].

В условиях Хуросонского района в течение мая обычно наблюдается высокая дневная температура воздуха, достигающая иногда до 35⁰ С, что отрицательно влияет на фотосинтетическую продуктивность ряда растений, в том числе и картофеля. В этих условиях в будущем подбор сортообразцов, адаптивных к высокой температуре, приобретает особую актуальность в связи с глобальным потеплением климата.

В связи с этим, представляет интерес изучение возможности участия пластидных пигментов в механизмах и процессах адаптивных реакций фотосинтетического аппарата растений разных генотипов картофеля, с целью выявления продуктивных сортообразцов в условиях жаркого климата Хуросонского района Республики Таджикистан для их адресного районирования. Содержание пластидных пигментов зависит от многих факторов (условий питания, водного и светового режима и климатических факторов). Содержание хлорофиллов является одним из основных показателей функционирования фотосинтетического аппарата растений.

Поэтому нами было исследовано содержание пластидных пигментов в листьях некоторых сортообразцов картофеля, выращенных в условиях Хуросонского района.

Из данных табл. 5.5.1 видно, что высокое содержание хлорофилла *a* наблюдается в листьях растений картофеля сортообразцов Нилуфар и Файзабад, которое составляет соответственно 1.25 ± 0.03 и 1.33 ± 0.03 мг/г

сырой массы, что выше, чем у сорта Таджикистан на 0.08 - 0.10 мг/г сырой массы. А высокое содержание хлорофилла *b* отмечалось в листьях сорта Файзабад (0.50 ± 0.03 мг/г сырой массы), что выше, чем у сортообразцов Таджикистан (0.41 ± 0.08) и Нилуфар (0.48 ± 0.02). Сорт Файзабад характеризуется высоким содержанием суммы хлорофиллов ($a + b$) - 1.83 мг/г сырой массы, что превосходит суммарное содержание хлорофилла ($a + b$) у сортообразцов Таджикистан и Нилуфар.

Сорта Файзабад и Нилуфар по соотношению хлорофиллов a/b не отличаются, а высокий показатель по этому признаку наблюдается у сорта Таджикистан, который составляет 2.8 мг/г сырой массы. По содержанию каротиноидов сорт Нилуфар превосходит сорт Таджикистан в 0.8 раза и мало отличается от сорта Файзабад. Соотношение суммы хлорофиллов к сумме каротиноидов было выше у сорта Таджикистан.

Таблица 5. 5. 1. - Содержание пластидных пигментов в листьях сортообразцов картофеля, выращенных в условиях Хуросонского района

Сорт	Содержание пигментов в мг/г сыр. массы листьев картофеля:					
	хл. <i>a</i>	хл. <i>b</i>	хл. $a+b$	хл. a/x lb	сумма каротиноидов	Соотно- шение хл./кар.
Файзабад	1.33 ± 0.03	0.50 ± 0.03	1.83	2.6	0.48 ± 0.05	3.8
Таджикистан	1.15 ± 0.10	0.41 ± 0.08	1.56	2.8	0.37 ± 0.07	4.2
Нилуфар	1.25 ± 0.03	0.48 ± 0.02	1.73	2.6	0.45 ± 0.009	3.8

**Примечание: среднесуточная температура воздуха 20.2 - 22.7°С.*

По некоторым данным суммарное количество содержания хлорофиллов в листьях картофеля, выращенных в полевых условиях составляло 3.64 - 4.70 мг/г сырой массы, а каротиноидов – 1.44-2.03 мг/г сырой массы [51].

Таким образом, в условиях жаркого климата, суммарное содержание хлорофиллов составляет 1.56 – 1.83 мг/г сырой массы, а количество каротиноидов – 0.37 – 0.48 мг/г сырой массы, что в 2.3 - раза меньше, чем в оптимальных условиях выращивания.

Опыты показали, что процентное соотношение пластидных пигментов у сортов картофеля проявляется по - разному (таблица 5.5.2).

Как показывают данные табл. 5.5.2, генотипы картофеля отличались по содержанию хлорофиллов, суммарному количеству хлорофиллов и сумме каротиноидов. Например, процентное содержание хлорофилла *a* к общему его содержанию выше у сорта Таджикистан, а каротиноидов - у сорта Файзабад.

Таким образом, на основе полученных данных можно заключить, что жаркий климат района Хуросон в разной степени отрицательно повлиял на общее количество пластидных пигментов. У устойчивого сорта Таджикистан этот показатель был ниже, чем у среднеустойчивого к высокой температуре сорта Файзабад.

Таблица 5.5.2. - Соотношение пластидных пигментов в листьях сортов картофеля, выращенных в условиях Хуросонского района

Сорт	% от общего содержания пигментов:			
	хл <i>a</i>	хл <i>b</i>	хл (<i>a+b</i>)	сумма каротиноидов
Файзабад	67.10	8.60	75.70	24.20
Таджикистан	59.50	21.20	80.70	19.20
Нилуфар	57.30	22.00	79.30	20.60

При температурном стрессе содержание хлорофилла *a* снизилось в меньшей степени, чем хлорофилла *b*. Это согласуется с литературными данными (51). Таким образом, изученные генотипы картофеля отличались по содержанию хлорофиллов и по сумме каротиноидов, процентное содержание хлорофилла *a* к общему содержанию выше у сорта Таджикистан, а каротиноидов - у сорта Файзабад, что указывает на определенный вклад фотосинтетических пигментов в формирование адаптационного потенциала растений.

5.6. Интенсивность транспирации у сортообразцов картофеля

Водный обмен является особым процессом, объединяющим многие процессы, как поступление, передвижение, выделение и состояние воды в разных частях растений. Хотя к настоящему времени имеются большие успехи в изучении процесса водообмена у растений [19, 18].

В связи с этим, в последнее время в исследованиях физиологов, биохимиков и селекционеров, особое место занимает изучение процесса водообмена и транспирации у различных сельскохозяйственных культур в различных почвенно-климатических условиях Республики Таджикистан. Одной из задач исследования было изучение интенсивность транспирации (ИТ) как параметр водного гомеостаз у различных сортообразцов картофеля в условиях Хуросонского района Таджикистана.

Как показали исследования ИТ у разных сортов картофеля в разные фазы развития растений и в течение дня колебалась в зависимости от генотипа картофеля и от температуры воздуха (рисунки 5.6.1 - 5.6.3).

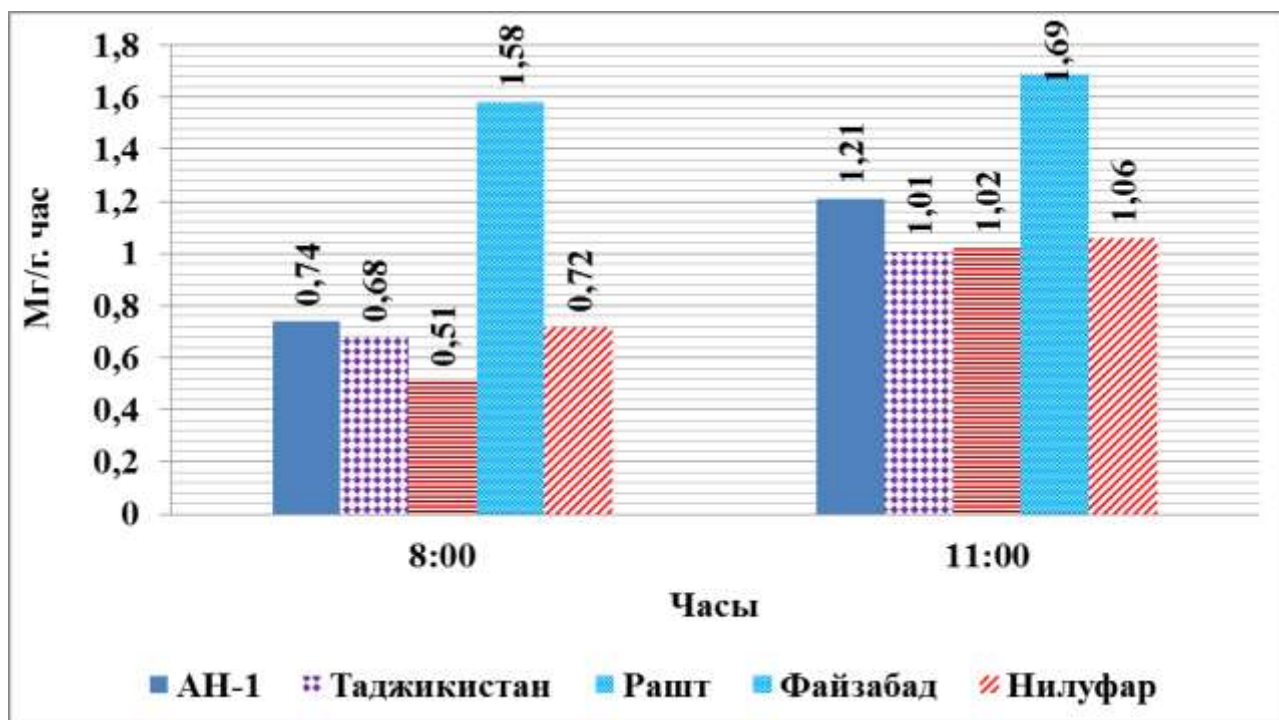


Рисунок 5. 6. 1. - Интенсивность транспирации сортообразцов картофеля в фазе бутонизации, мг/г.сырой массы в час.

Как вытекает из рисунка 5.6.1, в утренние часы по интенсивности транспирации сорта картофеля в фазе бутонизации отличаются между собой ,

т.е. в 8:00 ч. утра этот показатель колеблется от 0.51 до 1.58 мг/г сырой массы в ч. Самый высокий показатель наблюдается у сорта картофеля – Файзабад, у которого этот показатель составляет 1,58 мг/г сырой массы в ч., а низкий показатель интенсивности транспирации отмечен у сорта Рашт (0,51 мг/г сырой массы в час.

Однако, в период от 8:00 до 11:00 ч. наблюдается постепенное увеличение ИТ у всех сортообразцов картофеля. Например, если в 8:00 час ИТ колеблется в пределах 0.51 - 1.58, то в 11:00 ч. составляет соответственно 1.01 - 1.69 мг/г. сырой массы в ч. В это время нами установлено, что более высокий показатель ИТ наблюдается у сорта Файзабад (1.69 мг/г. сырой массы в ч.), а самый низкий показатель у сорта Таджикистан (1.01 мг/г. сырой массы в ч.).

Таким образом, ИТ в утренние часы у разных сортообразцов картофеля в зависимости от их генотипической особенности в фазе бутонизации имеет разные показатели.

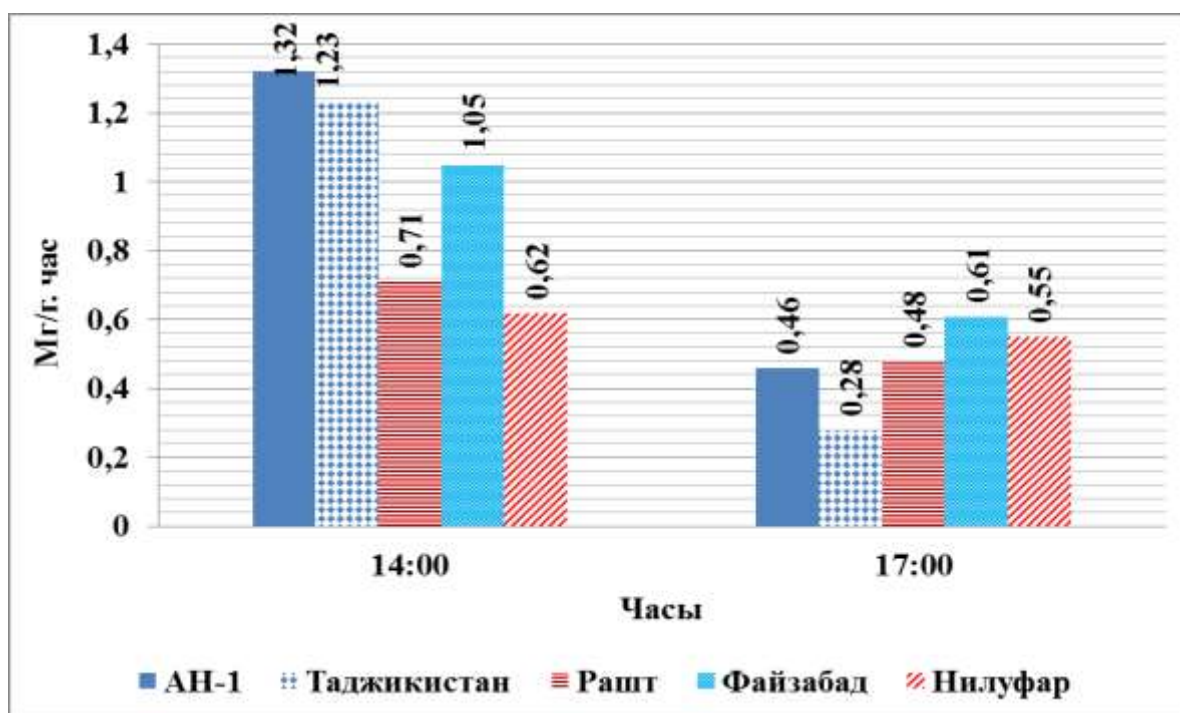


Рисунок 5. 6. 2. - Интенсивность транспирации сортов картофеля в фазе бутонизации, мг/г. сырой массы час.

Однако, в 14:00 час (в полдень) по ИТ в фазе бутонизации наблюдается иная картина. В это время по всем сортообразцам картофеля наблюдается

повышение интенсивности транспирации, достигающее до пика данного признака (рисунок 5.6.2).

Как видно из рисунка 5.6.2, в 14:00 час дня самый высокий показатель по ИТ наблюдается у сорта АН-1 (1.32 мг/г. сырой массы в ч.), а сравнительно низкий показатель у сорта Нилуфар (0.62 мг/г. сырой массы в ч.). Такие сорта картофеля, как Таджикистан и АН-1 имеют почти одинаковую интенсивность транспирации (1.32 и 1.23 мг/г. сырой массы в ч.).

Однако, к концу дня (17:00 ч.) отмечается снижение интенсивности транспирации у всех сортообразцов картофеля. В частности, в это время самый высокий показатель по данному признаку наблюдается у сорта Рашт (0.61 мг/г. сырой массы в час), а самый низкий - у сорта Таджикистан (0.28 мг/г. сырой массы в ч.). Однако, утренний (8:00 час) уровень транспирации у всех сортообразцов картофеля выше, чем в вечерние часы (17:00 ч).

Таким образом, самая высокая интенсивность транспирации у сортообразцов картофеля в фазе бутонизации наблюдается в 14:00 ч., а самая низкая – в 17:00 ч.

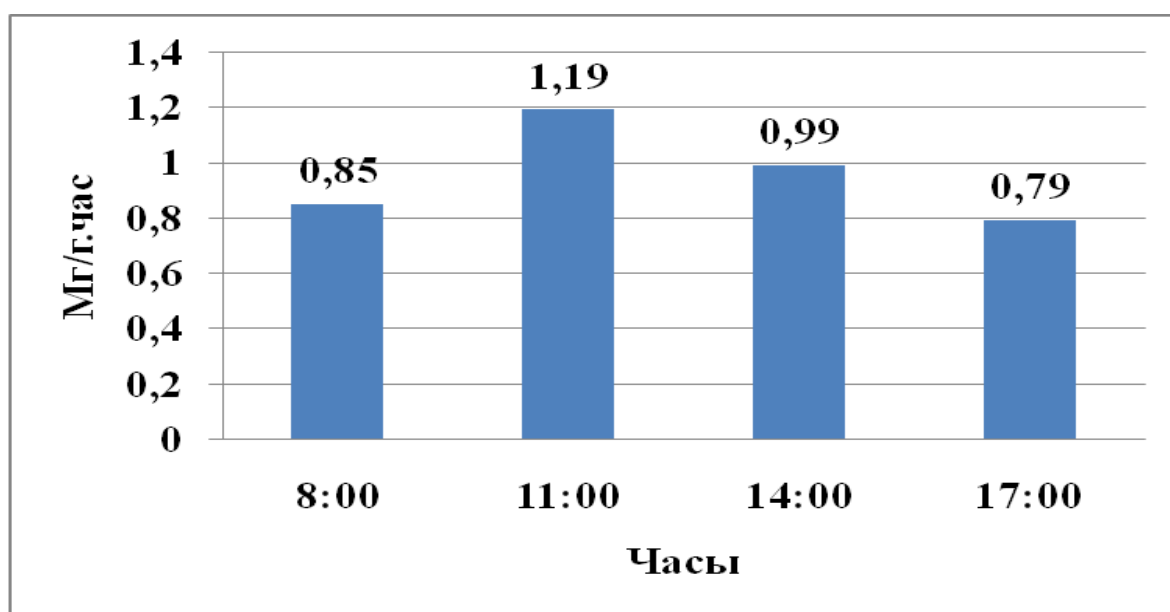


Рисунок 5. 6. 3. - Среднее значение интенсивности транспирации разных сортообразцов картофеля в фазе бутонизации, мг/г. сырой массы ч.

Наблюдения показали, что интенсивность транспирации в среднем у всех сортообразцов картофеля меняется в течение дня, и имел координированный характер (рисунок 5.6.3).

Самый высокий показатель интенсивности транспирации в среднем у всех сортов наблюдается в самый жаркий период дня (от 11:00 час по 14:00 ч.), а самый низкий – в вечернее время (17:00 ч.).

Если в процентном отношении показатель степени интенсивности транспирации в 8:00 утра составляет 100%, то этот показатель к 11:00 час. составляет 140%; в 14:00 ч. - 116,5%, в 17:00 ч. - 92% по отношению интенсивности транспирации к 8: 00 ч. утра (рисунок 5.6.4).

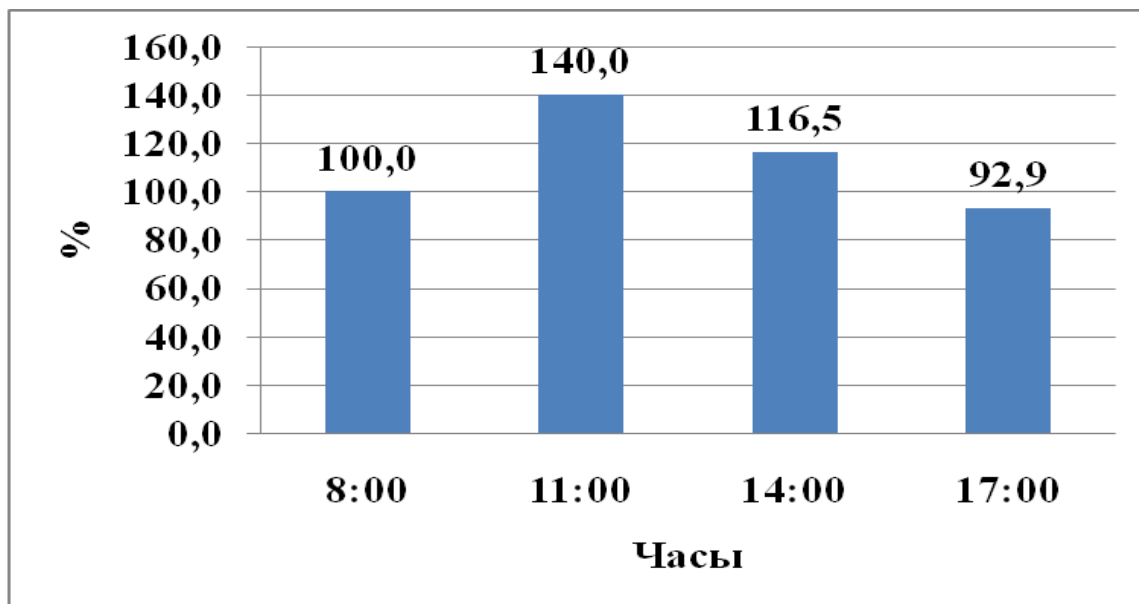


Рисунок 5. 6. 4. - Интенсивность транспирации в течение дня в среднем из пяти сортообразцов картофеля в фазе бутонизации, %.

Таким образом, ход интенсивности транспирации сортообразцов картофеля в зависимости от изменения температуры воздуха меняется. Ссамый высокий показатель данного признака наблюдается в жаркий период дня (14:00 час - 1.77 мг/г. сырой массы в ч.), а самый низкий – в вечернее время (17:00 ч. - 0.66 мг/г. сырой массы в ч.).

Наши исследования по изучению интенсивности транспирации у сортообразцов картофеля в фазе цветения показали, что в течение дня в

зависимости от изменения дневной температуры воздуха и генотипической особенности сортообразцов картофеля ИТ изменяется (рисунки 5.6.5 - 5.6.6).

Как видно из рисунка 5.6.5, в утренние часы по интенсивности транспирации сортообразцы картофеля в фазе цветения особенно не отличаются между собой и этот показатель в 8:00 час утра колеблется от 0.53 до 0.80 мг/г. сырой массы в час.

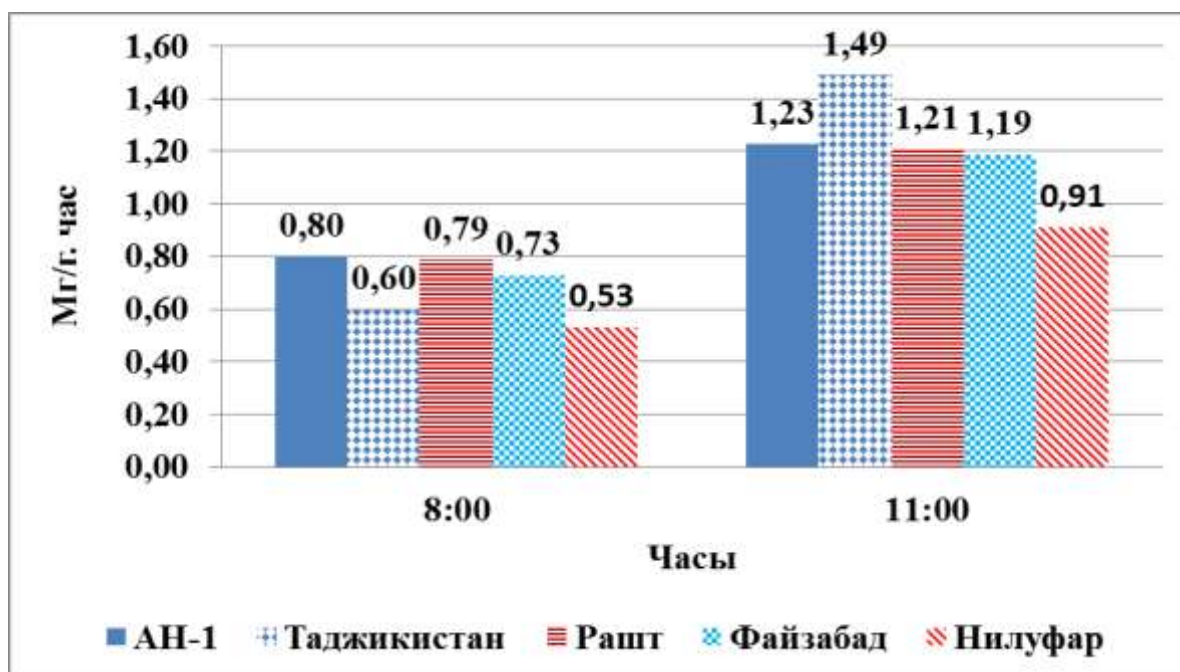


Рисунок 5. 6. 5. - ИТ сортообразцов картофеля в фазе цветения, мг/г. сырой массы час.

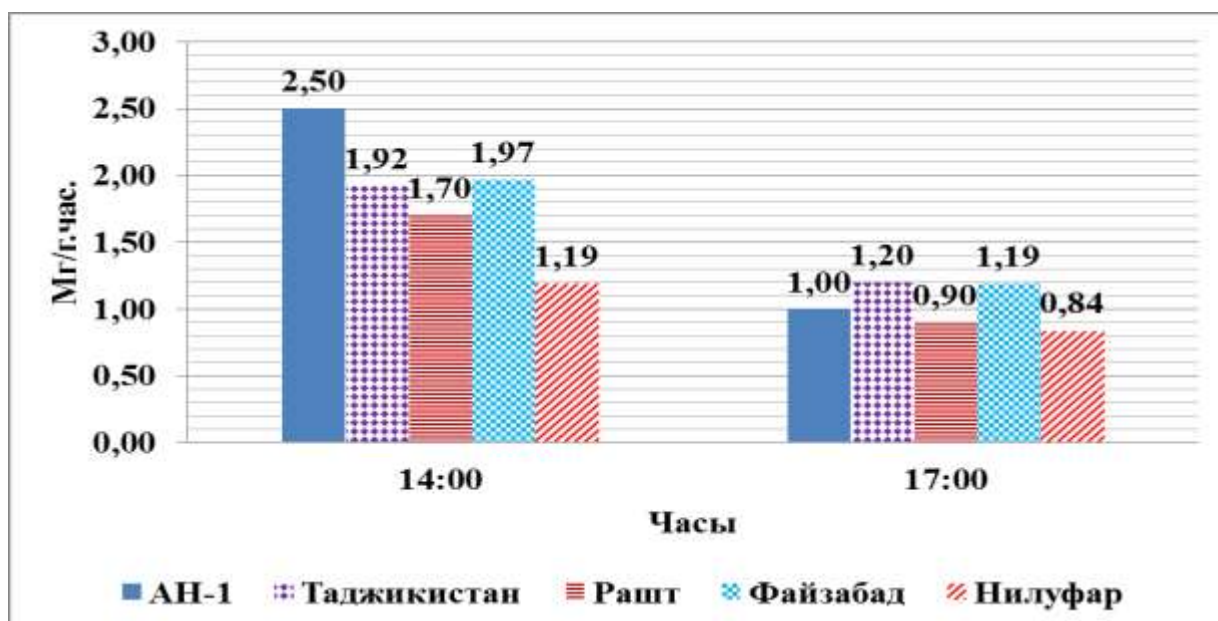


Рисунок 5. 6. 6. - ИТ сортообразцов картофеля в фазе цветения, мг/г. сырой массы в час.

Однако, по мере истечения времени от 8:00 до 14:00 наблюдается постепенное увеличение интенсивности транспирации у сортообразцов картофеля, а в 17:00 час. отмечается, наоборот, снижение интенсивности транспирации (рисунок 5.6.6).

Если анализировать ход транспирации у сортообразцов картофеля в 11:00 ч, то самый высокий показатель наблюдается в этой фазе у сорта Таджикистан (1.49 мг/г. сырой массы в ч.), а самый низкий - у сорта Нилуфар (0,91 мг/г.ч.). Данный показатель у сортообразцов Файзабад, Рашт и АН - 1 был на одном уровне (соответственно 1.19, 1.21 и 1.23 мг/г. сырой массы в ч.).

Однако, интенсивности транспирации в 14:00 ч. в фазе цветения наблюдается иная картина. В это время, в частности, самая высокая интенсивность транспирации наблюдается у сорта АН-1 (2,50 мг/г.ч.), сравнительно низкая - у сорта Нилуфар (1.19 мг/г. сырой массы в ч.). Такие сорта картофеля, как Таджикистан и Файзабад имеют почти одинаковую интенсивность транспирации (1.92 и 1.97 мг/г. сырой массы в ч.). К концу дня (17:00 ч.) наблюдается снижение интенсивности транспирации у всех сортообразцов картофеля. Однако, вечерний уровень транспирации у всех сортообразцов картофеля выше, чем в утренние часы.

Следует отметить, что самый высокий показатель по интенсивности транспирации наблюдается к вечеру у сортообразцов Файзабад и Таджикистан (1.19; 1.20 мг/г. сырой массы час), а самый низкий показатель - у сорта Нилуфар (0.84 мг/г. сырой массы в ч.). Наблюдения показали, что сортообразцы картофеля по среднему значению интенсивности транспирации различаются между собой в течение дня (рисунок 5.6.7).

Как показывают данные рисунка 5.6.7, интенсивность транспирации, начиная от 8:00 ч. утра до 14:00 ч. постепенно увеличивается, а к 17:00 ч. снижается. Максимальный пик интенсивности транспирации приходится на 14:00 ч.

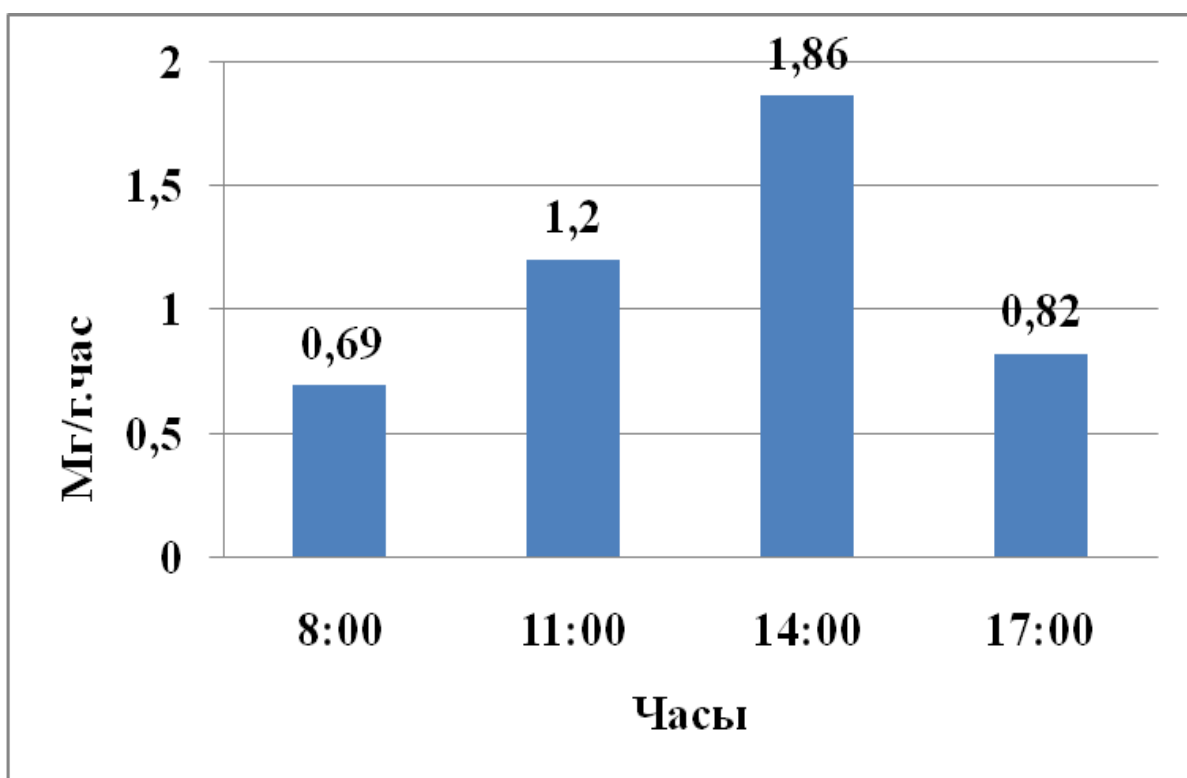


Рисунок 5. 6. 7. - Среднее значение ИТ разных сортов картофеля в фазе цветения, мг/г. сырой массы в час.

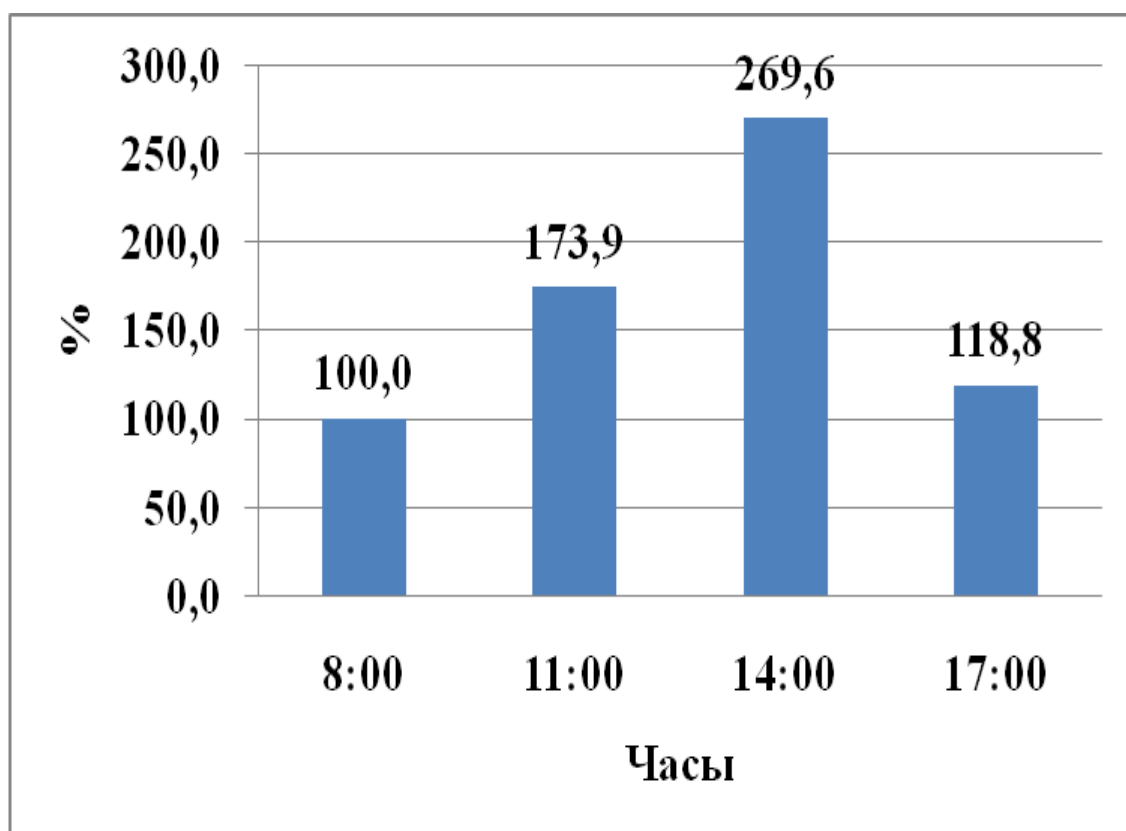


Рисунок 5. 6. 8. – Интенсивность транспирации в течение дня в фазе цветения.

Если в процентном отношении процесс интенсивности транспирации в 8:00 утра брать как 100 %, то этот показатель к 11:00 ч. составляет 174 %, в 14:00 ч. -269.6 %, а к 17:00 ч.- составляет 118.3 % по отношению к 8:00 ч.утра (рисунок 5. 6. 8).

Таким образом, можно отметить, что в фазе цветения у сортообразцов картофеля интенсивность транспирации в течение дня динамично изменяется в зависимости от температуры воздуха. Высокий уровень транспирации наблюдается в середине дня - между 12:00 и 16:00 ч. Интенсивность транспирации, как физиологический процесс в основном зависит от особенности сортообразцов картофеля и от температуры воздуха в течение дня.

Как видно из рисунка 5. 6. 9, в утренние часы по интенсивности транспирации сортообразцы картофеля в фазах клубнеобразования отличаются между собой, и в 8:00 ч. утра ИТ колеблется от 0.65 до 1.09 мг/г. сырой массы час. Самый высокий показатель наблюдается у сортообразца картофеля – Таджикистан, и составляет 1.09 мг/г. сырой массы в ч., а наиболее низкая интенсивность транспирации отмечается у сорта Рашт – 0.51 мг/г. сырой массы в ч.

Однако, от 8:00 до 11:00 часов наблюдается постепенное увеличение интенсивности транспирации у всех сортообразцов картофеля. Например, если в 8:00 ч. интенсивность транспирации колеблется в пределах 0.65 - 1.09, то в 11:00 ч. это составляет соответственно 1.01 - 1.65 мг/г. сырой массы в ч. В это время наиболее высокий показатель наблюдается по данному признаку у сорта Файзабад (1.65 мг/г. сырой массы в час), а самый низкий показатель у сорта АН-1 (1.01 мг/г. сырой массы в ч.).

Таким образом, в фазе клубнеобразования в утренние часы у сортообразцов картофеля в зависимости от изменения дневной температуры воздуха и их генотипических свойств ИТ имеет разные показатели.

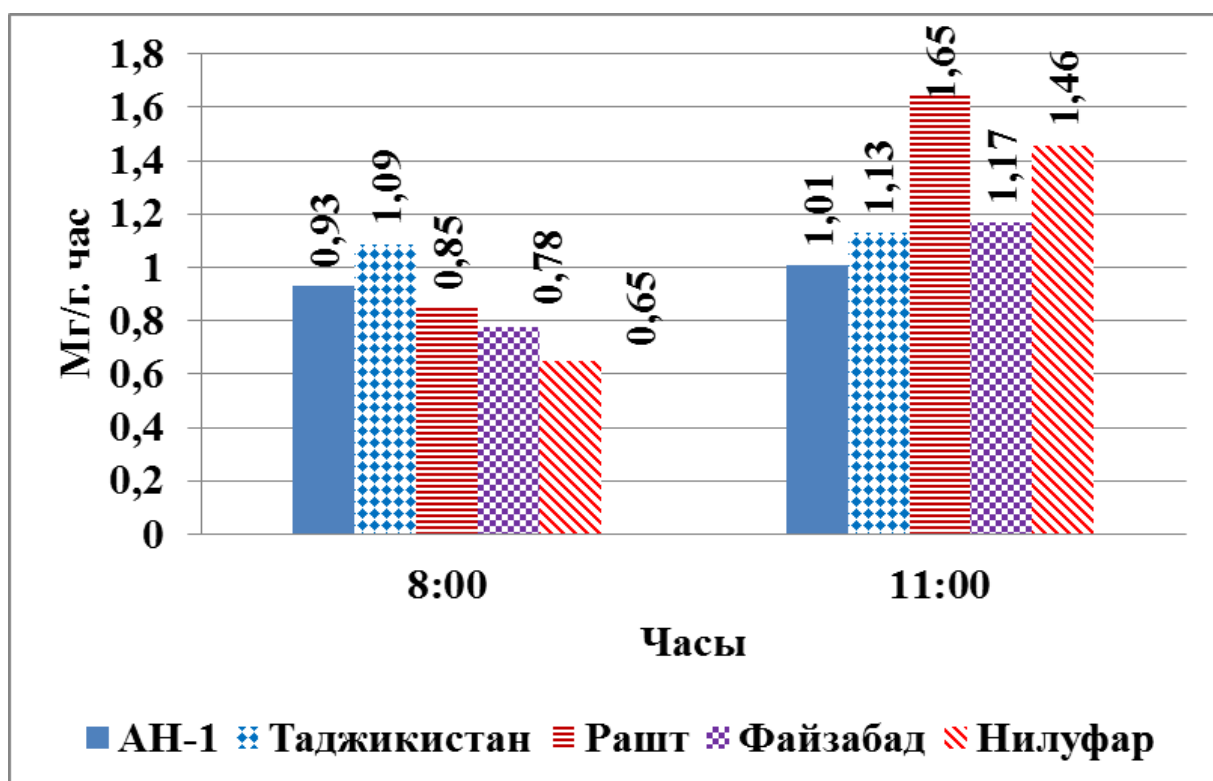


Рисунок 5. 6. 9. - ИТ сортообразцов картофеля в фазе клубнеобразования, мг/г сырой массы час.

Однако, в 14:00 ч. (в полдень) в этой фазе наблюдается увеличение ИТ, достигающее до пика (рисунок 5.6.10). Как видно из рисунка 5.6.10, в 14:00 ч. дня самый высокий показатель интенсивности транспирации наблюдается у сорта Файзабад (2.33 мг/г. сырой массы в ч.), а сравнительно низкий - у сорта АН-1 (1.24 мг/г. сырой массы в ч.). Такие сорта картофеля, как Таджикистан и Файзабад имеют одинаковую интенсивность транспирации (2.03 и 2.3 мг/г. сырой массы в ч.).

Однако, к концу дня (17:00 час) наблюдается снижение интенсивности транспирации у всех сортообразцов картофеля. В частности, в это время самый высокий показатель по данному признаку наблюдается у сорта Рашт (0.97 мг/г. сырой массы ч.), а самый низкий - у сорта Нилуфар (0.48 мг/г. сырой массы в ч.). Однако, утренняя (8:00 ч.) интенсивность транспирации у всех сортообразцов картофеля выше, чем в вечерние часы (17:00 ч.).

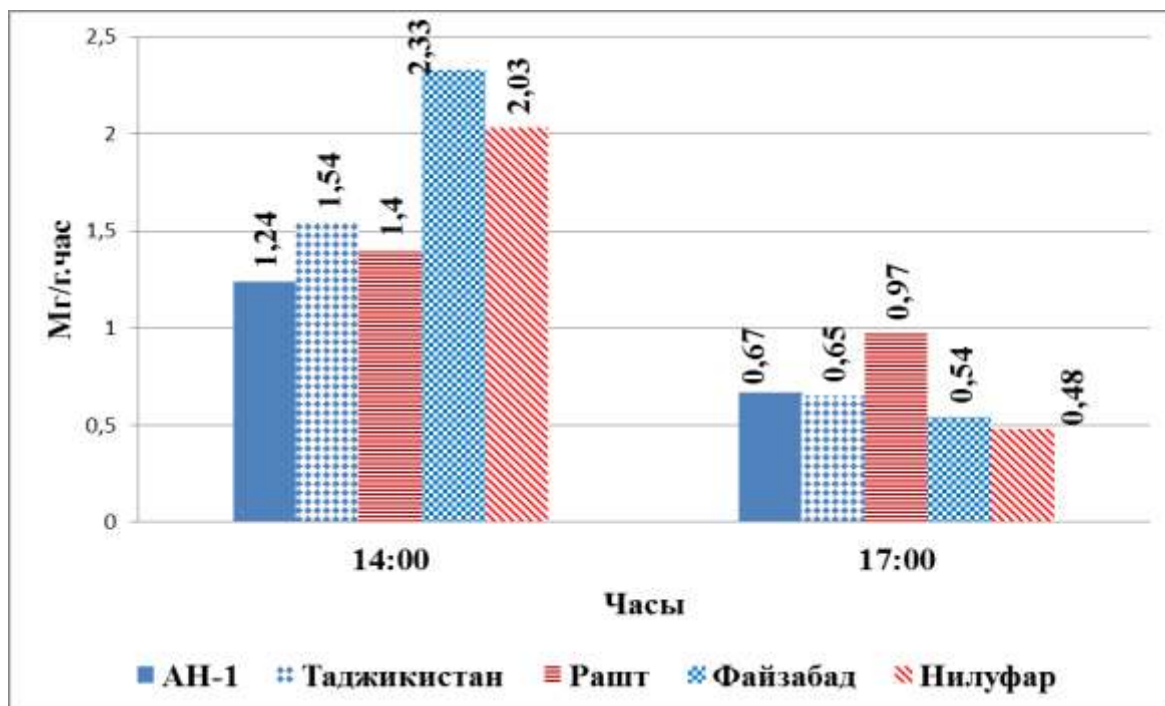


Рисунок 5. 6. 10. - ИТ сортообразцов картофеля в фазе клубнеобразования, мг/г. сырой массы час.

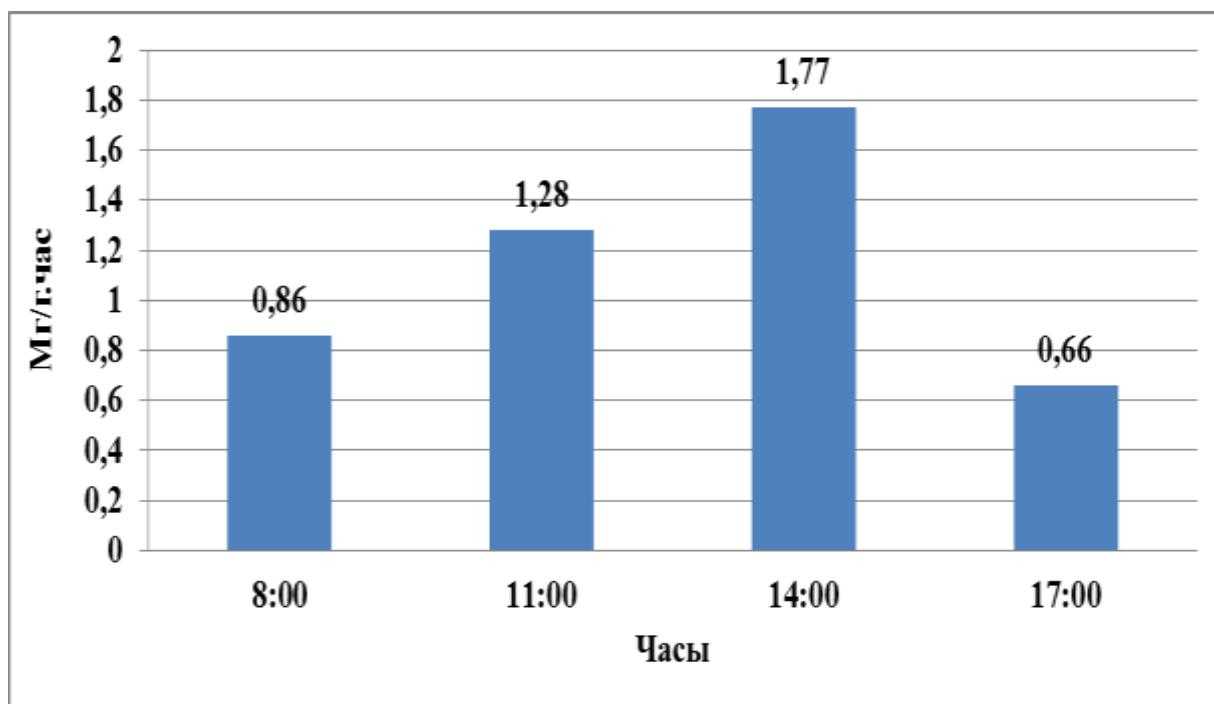


Рисунок 5. 6. 11. - Среднее значение ИТ разных сортообразцов картофеля в фазе клубнеобразования, мг/г. сырой массы в час.

Таким образом, самый высокий показатель интенсивности транспирации у сортообразцов картофеля в фазе клубнеобразования наблюдается в 14:00 ч., а самый низкий – в 17:00 ч.

Наблюдения показали, что интенсивность транспирации в среднем у всех сортообразцов картофеля изменяется в течении дня (рисунок 5. 6.11).

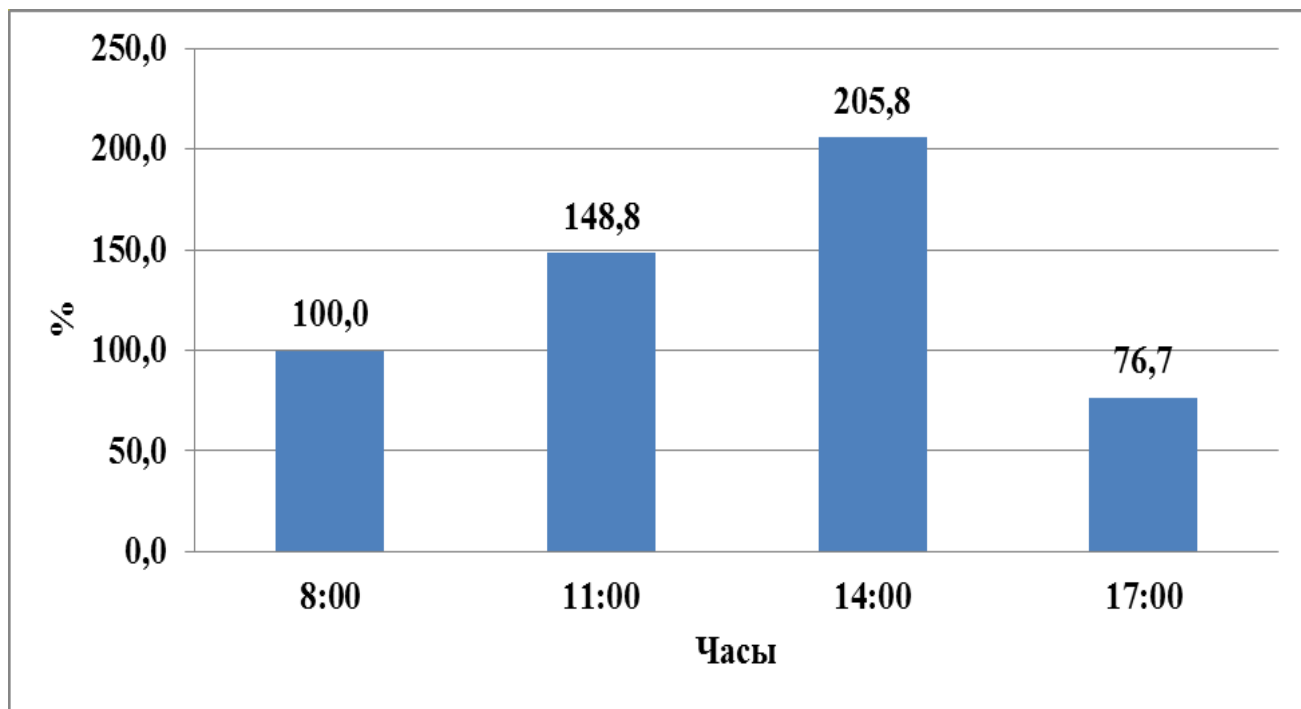


Рисунок 5. 6. 12. - ИТ в течение дня у сортообразцов картофеля в фазе клубнеобразования, %.

Самый высокий показатель интенсивности транспирации в среднем у всех сортов наблюдается в самый жаркий период дня (14:00 ч.), а самый низкий – в вечернее время (17:00 ч.).

В процентном отношении интенсивность транспирации в 8:00 утра составляет 100 %, а к 11:00 ч. составляет 148.8 %; к 14:00 ч.- 205.8 %, в 17:00 ч. - 76.7 % (рисунок 5. 6. 12).

Таким образом, ход интенсивности транспирации сортообразцов картофеля в зависимости от изменения температуры воздуха изменяется в течение дня. Самая высокая интенсивность транспирации наблюдается в жаркий период дня (14:00 ч. - 1.77 мг/г. сырой массы в ч.), а самая низкая – в вечернее время (17:00 ч. - 0.66 мг/г. сырой массы в ч.). Следует отметить, что интенсивность транспирации в течение вегетации картофеля особенно

сильно протекает в середине дня - между 12:00 и 16:00 ч. Интенсивность транспирации, как физиологический параметр, зависит от морфологических и физиологических особенностей сортообразцов картофеля.

5.7. Влияние удаления листьев на морфо – физиологические параметры и продуктивности картофеля в условиях стресса

Сорта картофеля, рекомендуемые для производства, наряду с урожайностью и качеством продукции, должны обладать устойчивостью к экстремальным факторам среды, вредителям и болезням.

Урожайность картофеля во многом зависит от экологических факторов среды и от физиологических и биохимических параметров сортообразцов. Лист картофеля, как основной орган протекания процесса фотосинтеза, играет важную роль в синтезе органических веществ и формировании продуктивности растений [33, 106, 152].

В литературе имеются данные о том, что при удалении части плодоземелентов и прицветников у хлопчатника в фазе массового раскрытия коробочек наблюдается изменение ряда морфо - биологических признаков у растений. Частичное удаление плодоземелентов влияло на элементы фотосинтетической деятельности растений хлопчатника и при этом листья растений утолщались, становились темно-зелеными, а содержание хлорофиллов в листьях и удельная поверхностная плотность (УППЛ) листа увеличивались, что привело к усилению фотосинтетической деятельности растений [42].

Удаление листьев хлопчатника в фазе цветения вызывает увеличение УППЛ оставшихся листьев верхнего яруса, а в нижних листьях наоборот наблюдается уменьшение удельной поверхностной плотности листа. В вариантах опыта с 75 и 100 % - ным удалением листьев хлопчатника величина показателя УПП листа в сравнении с контролем (без удаления листьев) увеличивалась на 69 и 67 % соответственно. Эти данные

свидетельствуют о проявлении адаптивных реакции и «самонастройки» фотосинтетического аппарата высших растений [96].

Наряду с этим в литературе встречаются информации о том, что при изменении климата, изменяются такие факторы среды, как температуры воздуха, количество осадков, засоленность почвы, которые могут оказать сильное воздействие на продуктивность агрофитоценозов [152]. Под влиянием этих стрессовых климатических факторов происходит нарушение метаболических процессов у растений, в частности распад белков, изменение коллоидно – химического состояния цитоплазмы, осмотический шок и в конечном итоге снижение количества и качества запасаемого растениями органических веществ [53, 165, 152]. В Таджикистане, где встречается континентальный климат, изменение климатических факторов имеет свою специфику и особое значение для роста и развития растений картофеля [152].

Под воздействием биотических и абиотических факторов среды растение могут подвергаться повреждению и опадению листьев, особенно нижний ярусов. Как правило, в таких случаях возникает вопрос ликвидации посадок картофеля или целесообразности продолжение агротехнических мероприятий для получения возможного урожая.

В связи с этим, было изучено влияние искусственного удаления листьев различных сортов картофеля в фазе массового цветения на рост, развитие и продуктивность растений на фоне высокой температуры воздуха в условиях жаркого климата Хуросонского района Хатлонской области Республики Таджикистан.

С другой стороны эти исследования направлены на прогнозирование урожая в случае повреждения листьев растений картофеля под влиянием каких-то экстремальных факторов среды, например биотических, таких как заболевания растений фитофторозом, макроспориозом, антракнозом и повреждения растений вредителями, такими как колорадский жук, тли, паутинный клещ и др, а также абиотических воздействий (нехватка влаги,

град, бури, высокая температура и т.д.) в производственных жарких климатических условиях республики.

Как показали исследования, при удалении листьев растений в фазе массового цветения у сортообразцов картофеля происходит изменения ряда морфологических признаков (рисунки 5.7.1 - 5.7.4).

Как видно из рисунка 5.7.1, под влиянием удаления листьев наблюдается уменьшение массы стеблей. В частности, удаление листьев у генотипов Файзабад, АН -1 и Таджикистан привело к уменьшению массы стеблей от 2.0 до 3.8 раза, а у сортообразцов Рашт, Мухаббат и Нилуфар - от 1.3 до 1.7 раза по сравнению с контролем. В среднем у всех сортообразцов уменьшение признака масса стеблей составляет 2.1 раза.

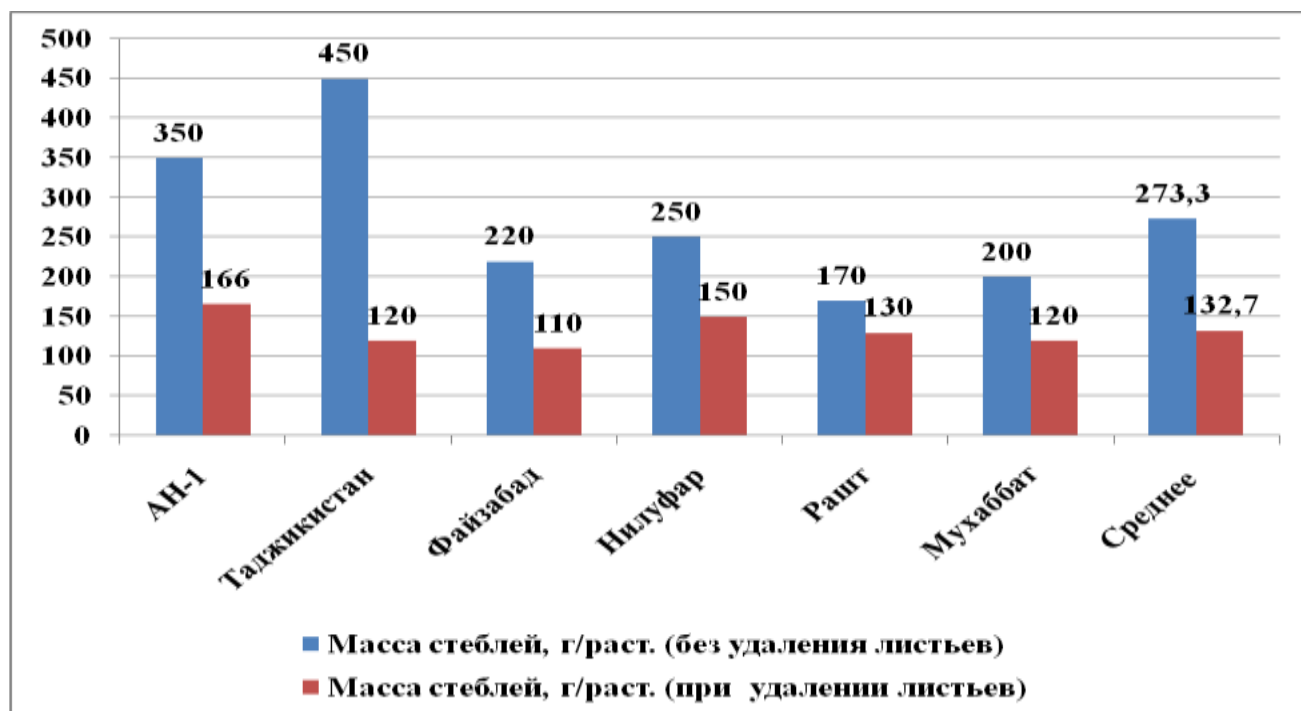


Рис. 5. 7. 1 - Влияние удаления листьев на массу стеблей у сортообразцов картофеля.

Также под влиянием удаления листьев наблюдается уменьшение количества листьев и массы листьев у сортообразцов картофеля по сравнению с контролем (рисунки 5.7.2 - 5.7.4).

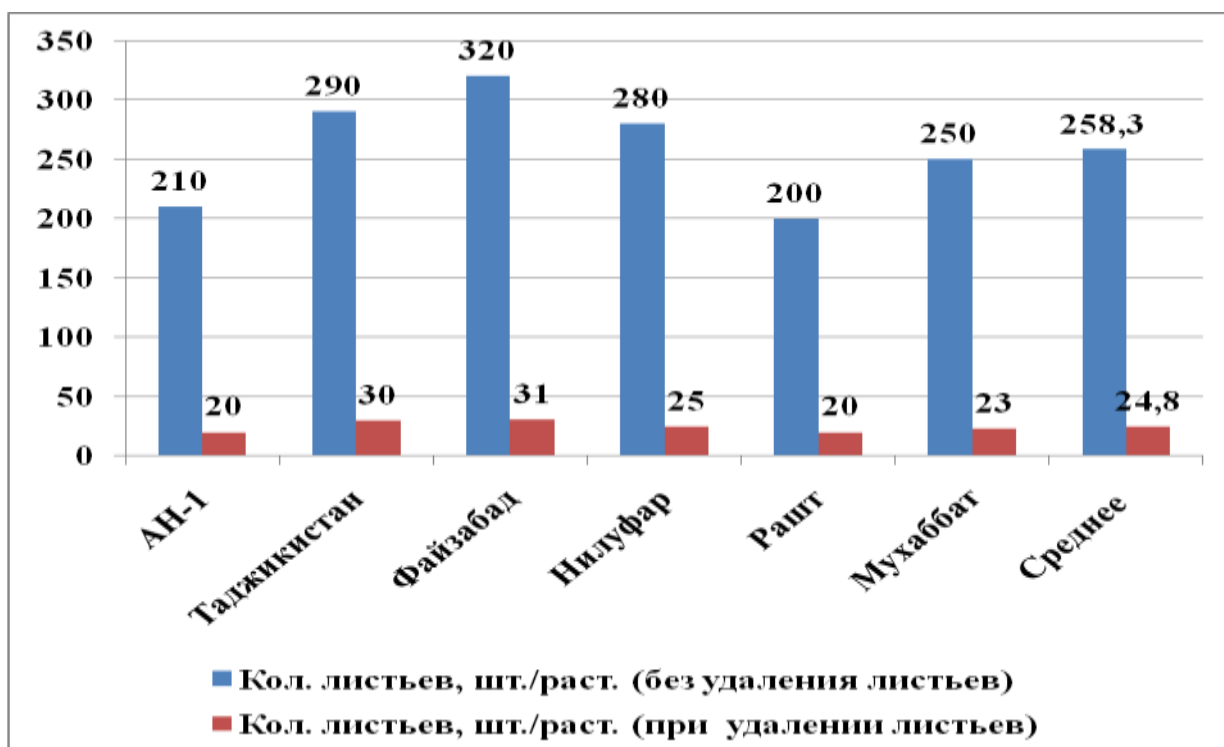


Рис. 5. 7. 2 - Влияние удаления листьев на количество листьев у сортообразцов картофеля.

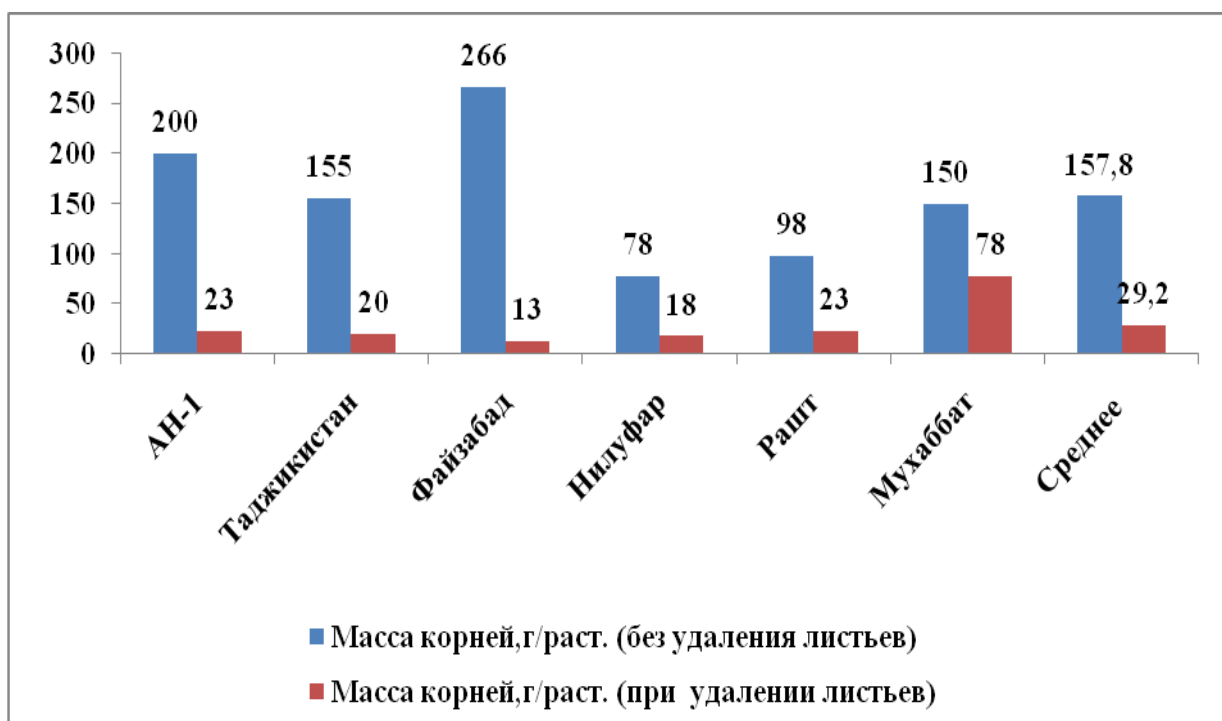


Рис. 5. 7. 3 - Влияние удаления листьев на изменение массы листьев у сортообразцов картофеля.

Эти изменения у разных сортообразцов происходит по разному, в частности, при удалении листьев наблюдается уменьшение их количества у генотипов АН-1, Таджикистан, Файзабад, Нилуфар и Рашт более 10 раз по сравнению с контролем. В среднем этот показатель у всех генотипов уменьшается в 10.4 раза.

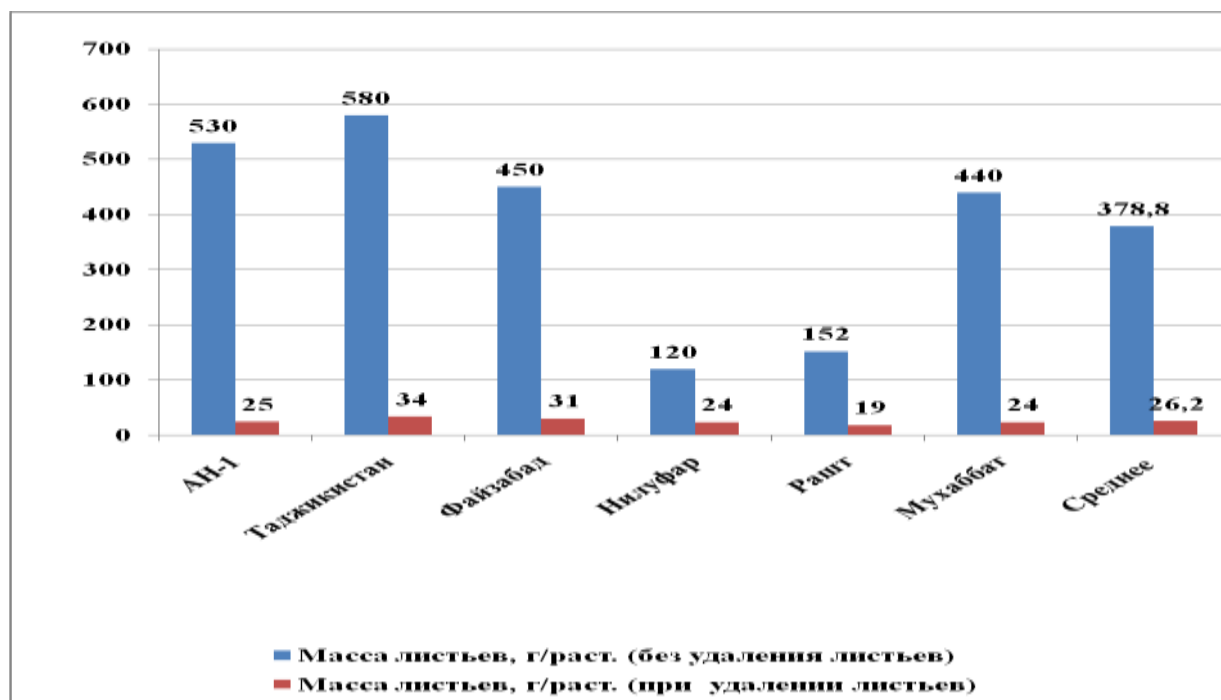


Рис.5.7.4 - Влияние удаления листьев на массу корней у сортообразцов картофеля.

Удаление листьев также отрицательно влияет на массу корней у сортообразцов картофеля (рисунок 5.7.4). Под влиянием удаления листьев у разных сортообразцов картофеля наблюдается уменьшение массы корней от 4.3 до 20.4 раза, чем в контроле. В среднем у всех сортообразцов уменьшение этого морфологического признака составляет 5.4 раза по сравнению с контролем.

Под влиянием удаления листьев наблюдается уменьшения продукционных показателей сортообразцов картофеля по такими признаками, как количество клубней, масса клубней, общая биомасса, урожайность и соотношение урожая клубней к общей биомассы растений (рисунки 5.7.5 - 5.7.10).

Удаление листьев особенно отрицательно повлияет на формирование количества клубней на растение (рисунок 5.7.5).

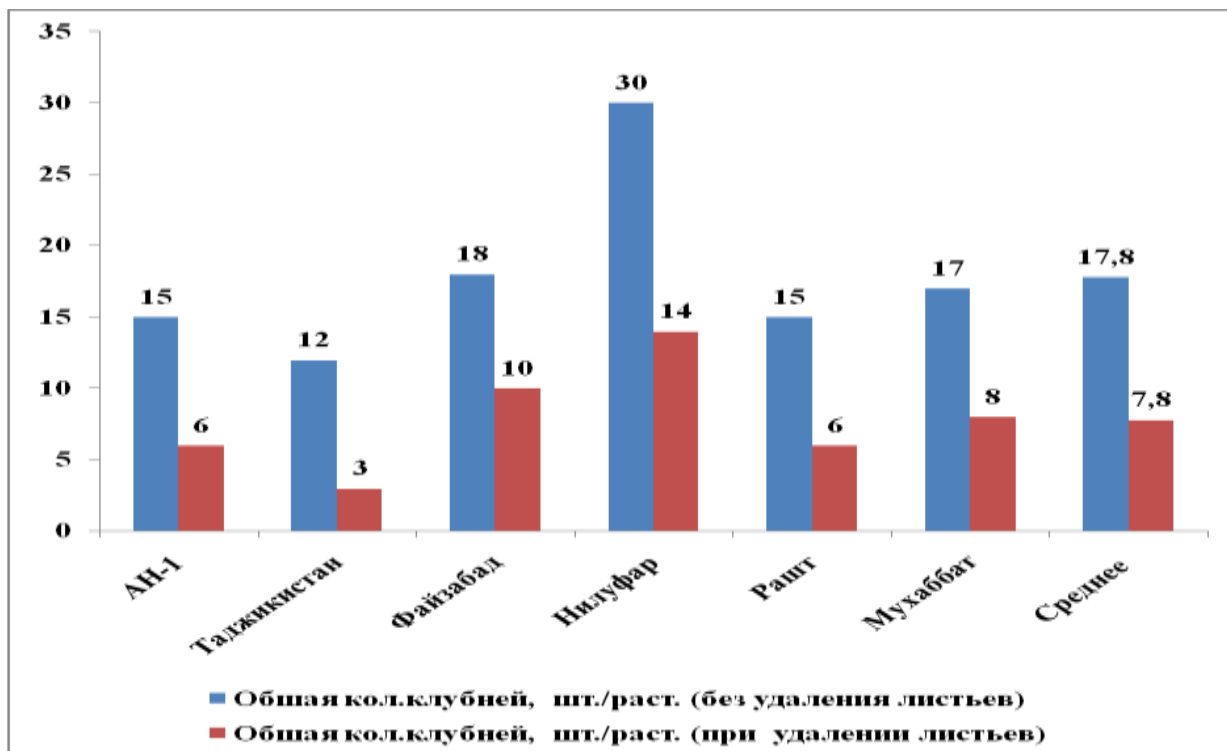


Рис. 5. 7. 5. - Влияние удаления листьев на количество клубней у сортообразцов картофеля.

Как видно из рисунки 5.7.5, под влиянием удаления листьев уменьшается количество клубней у разных сортообразцов картофеля от 1.8 до 2.1 раза, в частности по геноипам: АН-1-2.5; Таджикистан - 4; Файзабад-1,8; Нилуфар - 2,1; Рашт-2,5; и Мухабат - 2,1 раз по сравнению с контролем.

В среднем наблюдается уменьшение количества листьев в 2.3 раза. Необходимо отметить, что наиболее отрицательное действие удаления листьев наблюдалось у генотипов АН - 1 и Рашт.

Также под влиянием удаления листьев происходит уменьшение массы клубней у разных генотипов картофеля по-разному в сравнении с контролем (рисунок 5.7.6).

В частности, масса клубней у сортообразцов АН - 1, Мухаббат и Таджикистан уменьшается от 3.1 до 4.3 раза, а у сортообразцов Нилуфар, Рашт и Файзабад этот показатель составляет от 1.6 до 2.1 раза. В среднем у всех сортообразцов этот показатель уменьшается в 2.2 раза.

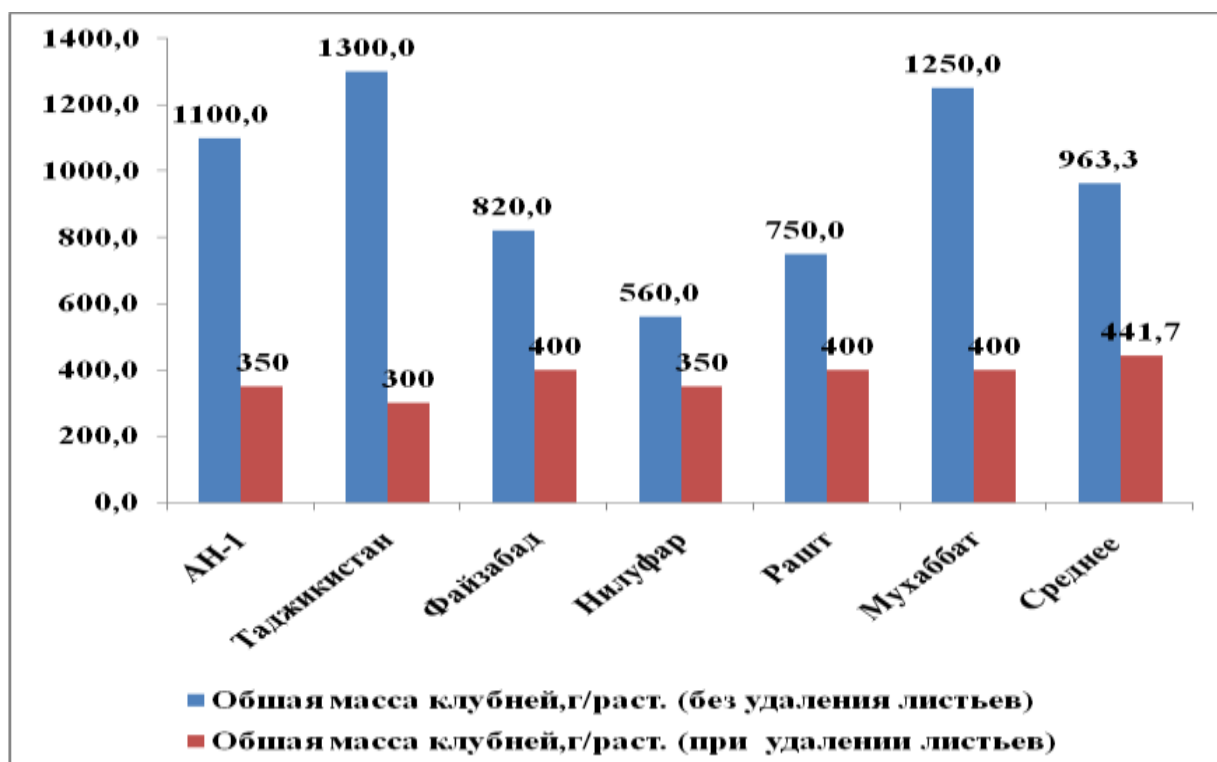


Рис. 5.7.6. - Влияние удаления листьев на массу клубней у сортообразцов картофеля.

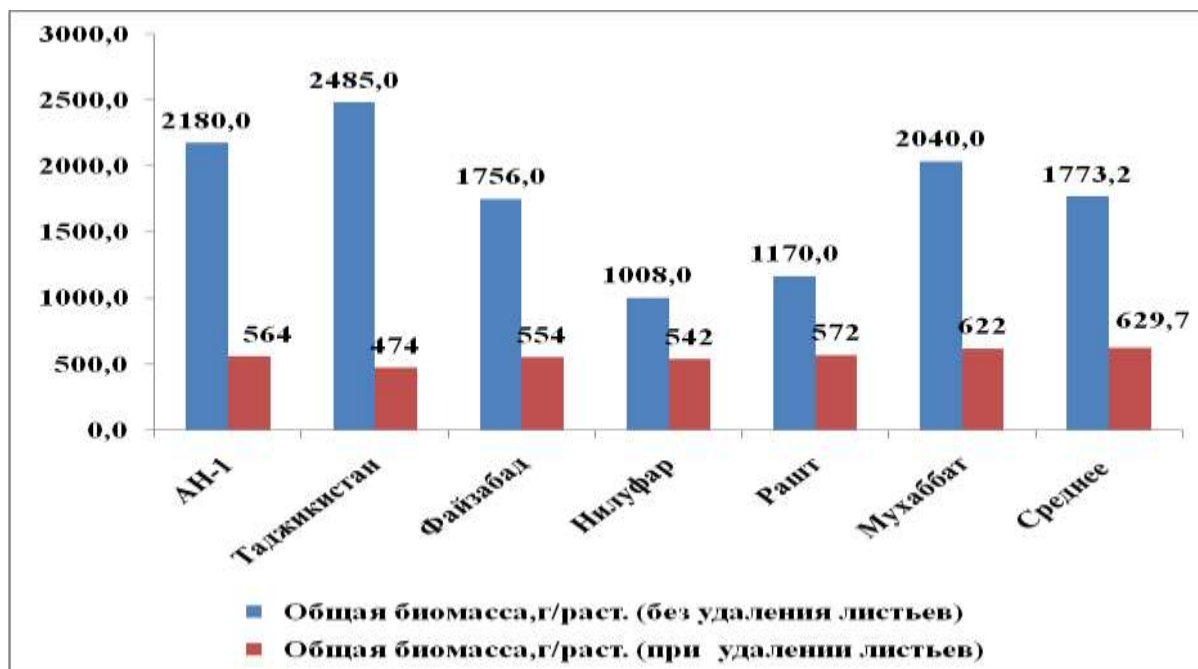


Рис. 5.7.7.-Влияние удаления листьев на общую биомассу сортообразцов картофеля.

Основной признак у картофеля в течение вегетационного периода это общая биомасса растений и данный показатель также снижается под влиянием удаления листьев по сравнению с контролем (рисунок 5.7.7).

Как видно из рисунка 5.7.7, происходит снижение общей биомассы растений картофеля по разному по сравнению с контролем и этот показатель варьирует от 1.9 раза (сорт Нилуфар) до 5.2 раза (сорт Таджикистан). В среднем у всех сортообразцов данный показатель уменьшается 2.8 раза.

Как показали наши исследования удаление листьев во время массового цветения растений приводит к существенному уменьшению урожая у сортообразцов картофеля.

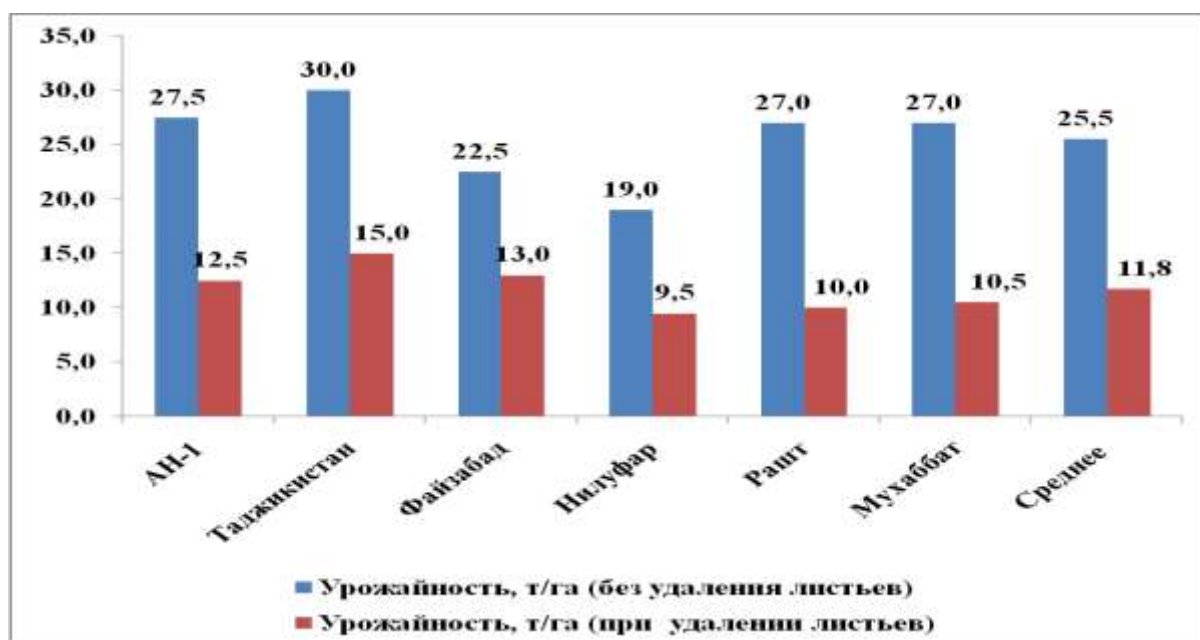


Рис 5.7. 8. - Влияние удаления листьев на урожайность сортообразцов картофеля.

Как видно из рисунки 5.7.8 под влиянием удаления листьев происходит уменьшение урожайности сортообразцов Мухаббат, Рашт, АН - 1, Таджикистан от 2.0 до 2.7 раза или от 100 до 170 %. У сортообразцов Файзабад и Нилуфар и это составляет от 1.7 до 2.0 раза или от 73 до 99.7 %. В среднем данный показатель у изученных сортообразцов картофеля составляет 2.1 раза или 116.1 %.

Таким образом, в среднем у всех сортообразцов картофеля под влиянием удаления листьев наблюдается уменьшение следующих продукционных признаков: масса клубней в 2.2 раза; общая биомасса в 2.8 раза и урожайность в 2.1 раза в сравнении с контролем.



Рис. 5. 7. 9 - Влияние удаления листьев на урожайность сортообразцов картофеля.

Как видно из рисунка 5.7.9, под влиянием удаления листьев у сортообразцов картофеля происходит уменьшение урожайности от 37.5 % до 76.92 %, а в среднем этот показатель составляет 54.15 % по сравнению с контролем.

Анализ показывает, что у разных генотипов при удалении листьев наблюдается уменьшение урожайности, но в разной степени. Так у сортообразцов АН – 1 - 68.18%; Таджикистан - 76.92 %; Файзабад - 51.22 %; Нилуфар - 37.50 %; Рашт - 46.67 %; Мухаббат - 68.0 %.

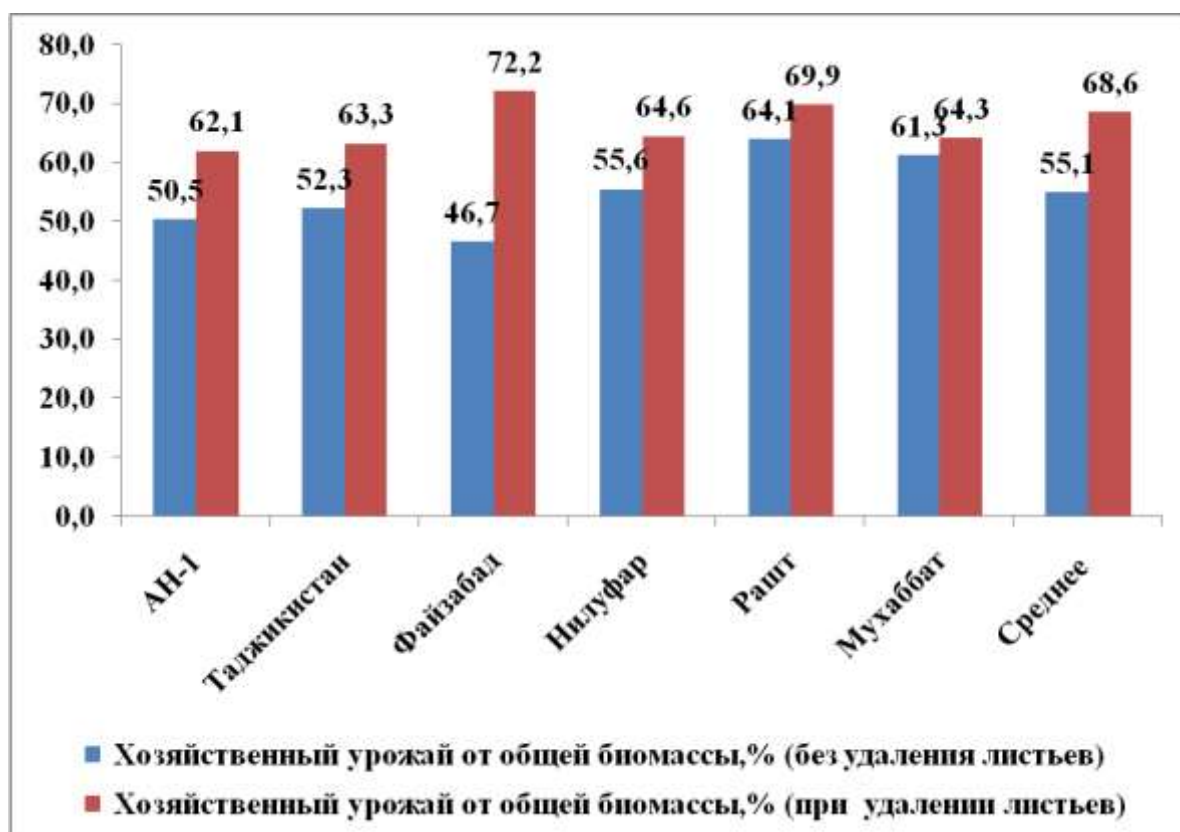


Рис. 5.7.10. - Влияние удаления листьев на соотношение хозяйственного урожая от общей биомассы у сортообразцов картофеля.

Однако, под влиянием удаления листьев наблюдается увеличение соотношения хозяйственного урожая к общей биомассе у сортообразцов картофеля, чем в контроле (рисунок 5.7.10).

Как видно из рисунка 5.7.10, при удалении листьев наблюдается увеличение соотношения хозяйственного урожая к общей биомассе у всех сортообразцов в среднем в 1.25 раза или 19.7 % по сравнению с контролем.

Это свидетельствует об изменении структуры общей биомассы у растений под влиянием удаления листьев в опытном варианте. Основная причина такого явления это уменьшение количества и общей массы листьев в растениях при их удалении в фазе массового цветения.

Такие изменения морфологических и хозяйственно ценных признаков картофеля под влиянием удаления листьев в фазе массового цветения свидетельствует об уменьшении фотосинтетического потенциала растений во время вегетации. Следовательно, лист как основной фотосинтезирующий орган у растений, при удалении способствует снижению физиолого-

биохимических процессов, что приводит к снижению фотосинтетической деятельности и следовательно, продуктивности растений, что подтверждается данными других авторов [165].

Таким образом, при удалении листьев у сортообразцов картофеля происходит значительное уменьшение изученных нами морфологических и хозяйственно полезных признаков картофеля в условиях жаркого климата Хуросонского района Таджикистана. Данные исследования могут способствовать прогнозированию адаптивной способности различных генотипов картофеля к стрессовым факторам среды. Те сорта картофеля, которые при удалении листьев обладают восстанавливающим механизмом и обеспечивают высокую продуктивность в условиях высокой температуры воздуха во время вегетации и формирования клубней. К сортам с высокой адаптивной реакцией можно отнести следующие сортообразцы картофеля: Файзабад, Рашт и Мухаббат, которые обеспечивали получение наиболее высокого урожая, чем другие сорта (на 14.3 - 33.3 %).

Показано, что при удалении листьев в фазе массового цветения происходят существенные изменения таких морфологических признаков, как масса стеблей, количество листьев, масса листьев, масса корней, а также изменение хозяйственно полезных признаков: количество клубней, масса клубней, общая биомасса и соотношение урожая клубней к общей массе.

Установлено, что под влиянием удаления листьев наблюдается уменьшение признаков в среднем: массы стеблей от 1.3 до 1.7 раз; массы корней от 4.3 до 20.4 раза; масса стеблей – 2.1 раза; количество листьев - 10.4 раза; масса листьев – 14.5 раза и масса корней – 5.4 раза по сравнению с контролем.

Кроме того, при удалении листьев уменьшается количество клубней у разных сортообразцов в среднем в 2.3 раза. Под влиянием удаления листьев признак масса клубней у сортообразцов АН - 1, Мухаббат и Таджикистан уменьшается от 3.1 до 4.3 раза, а у сортообразцов Нилуфар, Рашт и Файзабад

этот показатель составляет от 1.6 до 2.1 раза. В среднем у всех сортообразцов этот показатель снижается в 2.2 раза.

В целом, при удалении листьев происходит существенное уменьшение урожайности сортообразцов Файзабад, Мухаббат, АН - 1, Таджикистан от 2.1 до 4.3 раза или от 52.22 до 76.92 % , а у сортообразцов Нилуфар и Рашт это составляет от 1.6 до 1.9 раза или от 37.5 до 46.67 %. В среднем данный показатель снижается у всех сортообразцов картофеля в 2.2 раза или в 54.2%.

Однако, при удалении листьев наблюдается увеличение соотношения хозяйственного урожая к общей биомассе у всех сортообразцов в среднем в 1.25 раза или 19.7 % по сравнению с контролем. Это свидетельствует об изменении структуры общей биомассы у растений под влиянием удаления листьев в опытных вариантах. Основная причина этого явления уменьшение количества и общей массы листьев в растениях при их удалении в фазе массового цветения.

Известно, что лист основной фотосинтезирующий орган у растений и удаление вызывает снижение фотосинтетической активности у растений, что приводит к дисбалансу физиолого-биохимических процессов и подавлению синтеза органических веществ, и продуктивности растений.

5.8. Водоудерживающая способность (ВУС) листьев у сортообразцов картофеля

Водоудерживающая способность листьев картофеля считается одним из главных параметров водного обмена в процессе вегетации растений. Согласно сообщениям ряда авторов, этот признак тесно связан с продуктивностью фотосинтеза и устойчивостью растений к воздействию неблагоприятных факторов среды. Почвенная засуха вызывает увеличение водоудерживающей способности листьев от 5 до 15 % в течение вегетации растений [38, 165].

Анализ данных таблицы 5.8.1 показывает, что в фазе бутонизации в 8:00 часов утра у всех сортов водоудерживающая способность выше по сравнению с 11:00 и 14:00 ч.

Таблица 5.8.1. - ВУС листьев у сортообразцов картофеля в фазе бутонизации, %

Сортообразцы	8:00 ч.	11:00 ч.	14:00 ч.	17:00 ч.
АН-1	65.88±4.4	59.74±2.4	64.65±3.94	69.95±0.70
Таджикистан	74.01,±2.44	37.01±2.46	71.73±4.16	79.10±2.31
Рашт	70.09±1.0	38.34±1.52	64.0±3.1	64,86±3.31
Файзабад	63.42±2.11	44.78±2.62	61.14±6.5	84.66±7.65
Нилуфар	65.78±1.08	52.56±7.28	61.10±5.8	74.43±4.51
Среднее	67.8	46.5	64.5	74.6

Однако, этот параметр у всех сортообразцов картофеля (кроме сорта Файзабад) в 17:00 ч. выше, чем в 8:00; 11:00 и 14:00 ч. Это указывает на то, что в условиях высокой температуры воздуха в вечерние часы усиливается водоудерживающая способность сортообразцов картофеля, как физиологический параметр. Это явление во многом связано с влиянием высокой температуры воздуха в течение дня и генотипической особенностью сортообразцов картофеля.

Проявление ВУС листьев в фазе бутонизации в зависимости от физиолого - генотипической особенности того или иного сорта картофеля в течение дня существенно изменяется. В частности, в 8:00 ч. утра самый высокий показатель по данному параметру наблюдается у сорта Таджикистан (74.01 %), а самый низкий - у сорта Файзабад (63.42 %). В 11:00 ч. высокий показатель по данному физиологическому процессу наблюдается у сорта АН - 1 (59.74 %), а сравнительно низкий - у сорта Таджикистан (37.01 %). В 14:00 ч. дня самая высокая водоудерживающая способность у сорта Таджикистан (74.73 %), а низкая – у сортообразца Нилуфар (61.10 %). В конце дня в 17:00 ч. высокая водоудерживающая способность листьев наблюдается у сорта Файзабад (84.66 %), а низкая - у сорта Рашт (84.66 %).

Таким образом, под воздействием высокой дневной температуры воздуха в фазе бутонизации у листьев сортообразцов картофеля к концу дня повышается водоудерживающая способность и изменение данного параметра зависит от влияния температуры воздуха в течение дня.

Как показали наши опыты, в фазе цветения так же, как и в фазе бутонизации наблюдается изменение водоудерживающей способности у сортообразцов картофеля в течение дня (таблица 5.8.2).

Данные таблицы 5.8.2 показывают, что в фазе цветения в 8:00 часов утра у всех сортов наблюдается высокая водоудерживающая способность листьев картофеля, чем в 11:00 и 14:00 часов.

Таблица 5.8.2.- ВУС листьев у сортообразцов картофеля в фазе цветения, %

Сортообразцы	8:00 ч.	11:00 ч.	14:00 ч.	17:00 ч.
АН-1	73.26±3,5	25.38±4.4	49.11±3.2	79.4±4.07
Таджикистан	68.81±2,3	33.39±6.2	53.82±1,63	74,70±1.65
Рашт	71.03±3.3	31.53±2.5	49.82±2.24	76.95±1.25
Файзабад	67.4±1.8	32.66±4.1	38.05±4.0	64.7±9.7
Нилуфар	73.46±1.7	40.14±2.34	55.81±10.3	77.07±3.84
Среднее	70.81	32.62	49.32	74.56

**Примечание: температура воздуха составляет 30-35⁰С.*

Наряду с этим, к концу дня в 17:00 у всех сортов картофеля (кроме сорта Файзабад) наблюдается значительное повышение водоудерживающей способности листьев картофеля, по сравнению с 8:00; 11:00 и 14:00 ч. По нашему мнению, это связано с влиянием высокой температуры воздуха на данный физиологический параметр в конце дня и указывает усиление на его увеличение в вечерние часы.

Следует отметить, что водоудерживающая способность листьев сортообразцов картофеля, как параметр водообмена изменяется под воздействием высокой температуры воздуха в течение дня. ВУС листьев сильно усиливается в конце дня и в зависимости от особенности сортообразцов картофеля выражается по - разному. Однако, у сорта картофеля Файзабад водоудерживающая способность, начиная с 8:00 ч. утра

до 17:00 дня, постепенно уменьшается, с перва с 11:00 ч. до 14:00 ч., а в 17:00 ч. повышается.

Характер формирования водоудерживающей способности листьев в фазе цветения в зависимости от особенностей сортообразцов картофеля в течение дня значительно изменяется. В 8:00 ч. утра самый высокий показатель по данному параметру наблюдается у сорта Нилуфар (73.46%), а самый низкий у сорта Файзабад (67.4 %), а в 11:00 час. высокий показатель по данному параметру наблюдается у сортообразца Нилуфар (40.74 %), а сравнительно низкий- у сорта АН-1 (25.38 %). В 14:00 ч. дня самую высокую водоудерживающую способность имеет сортообразец Нилуфар (55.81 %), а низкую - сорт АН-1 (49.11 %). В конце дня в 17:00 час. высокая водоудерживающая способность листьев наблюдается у сорта АН-1 (79.4 %), а низкая у сорта Файзабад (64.7 %).

Таким образом, изменение дневной температуры воздуха в фазе цветения к концу дня приводит к повышению водоудерживающей способности листьев сортообразцов картофеля, по сравнению с первой половиной дня (от 8:00 до 14:00 ч.).

По-видимому, это связано с влиянием высокой температуры воздуха на сортообразцы картофеля. Как показали проведенные исследования, в фазе клубнеобразования так же, как в фазах бутонизации и цветения наблюдается изменение водоудерживающей способности листьев сортообразцов картофеля в течение дня (таблица 5.8.3).

Таким образом из данных таблицы 5.8.3 вытекает, что в фазе клубнеобразования в 8:00 часов утра у всех сортообразцов наблюдается высокая водоудерживающая способность листьев картофеля, чем в 11:00 и 14:00 часов. Наряду с этим установлено, что к концу дня в 17:00 у всех сортов картофеля наблюдается значительное повышение водоудерживающей способности листьев по сравнению с 8:00; 11:00 и 14:00 ч. Можно отметить, что ВУС листьев, как физиологический показатель изменяется в течение дня.

Таблица 5.8.3. - ВУС листьев сортообразцов картофеля в фазе клубнеобразования, %

Сортообразцы	8:00 ч.	11:00 ч.	14:00 ч.	17:00 ч.
АН-1	55.1±2.6	23.78±3.75	29.46±5.5	75.43±2.1
Таджикистан	57.97±5.9	25.44±3.6	19,66±3.7	69,15±5.26
Рашт	57.16±3.85	21.81±2.05	21.99±10.6	75.73±1.46
Файзабад	48.18±5.85	23.81±0.32	20.88±3.5	56.49±6.7
Нилуфар	54.74±2.3	30.89±1.75	27.28±4.53	69.77±4.34
Среднее	54.6	25.15	23.79	69.31

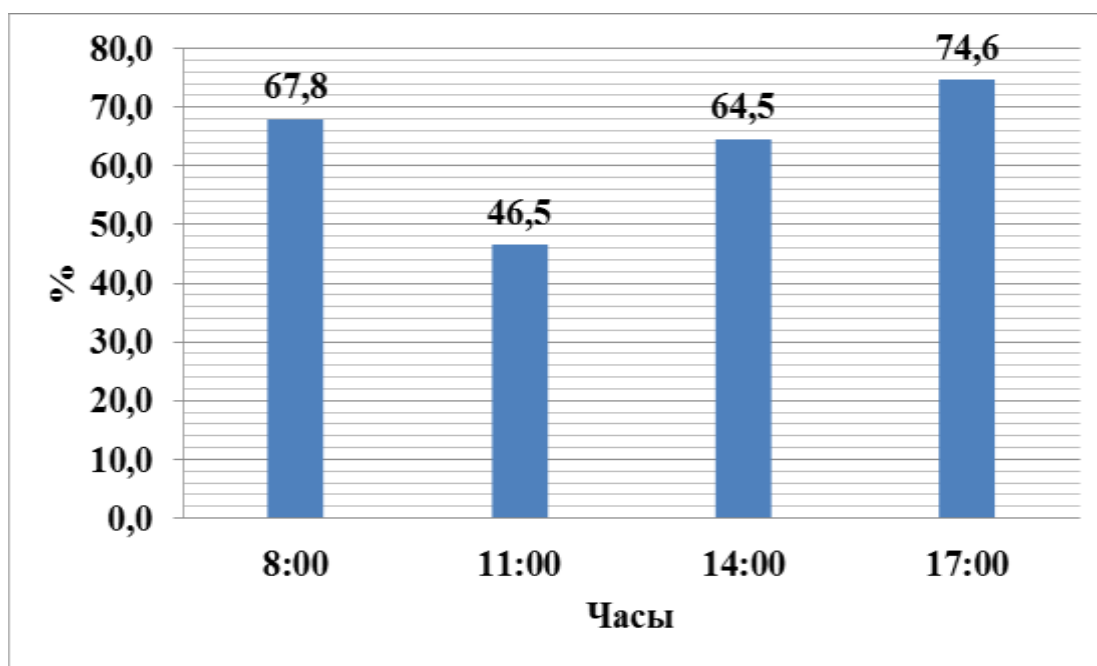
**Примечание: температура воздуха составляет 30 - 35⁰С*

ВУС в фазе созревания клубней в зависимости от влияния температуры воздуха и особенности сортообразцов картофеля значительно изменяется в течение дня (таблица 5.8.3).

В 8:00 ч. утра самый высокий показатель по данному параметру наблюдается у сорта Таджикистан (57.97%), а сравнительно низкий - у сорта Файзабад (48.18%), а в 11:00 ч. высокий уровень по этому параметру наблюдается у сортообразца Нилуфар (30.89%), а сравнительно низкий - у сорта Рашт (21.81%). В 14:00 ч. дня самую высокую водоудерживающую способность имеет сорт АН - 1 (29.46%), а низкую - сорт Таджикистан (19.66%). Однако, в конце дня, в 17:00 час. высокая водоудерживающая способность листьев наблюдается у сорта Рашт (75.73%), а низкая - сорта Файзабад (56.49%).

Можно отметить, что под воздействием высокой дневной температуры воздуха в фазе клубнеобразования, также как в фазах бутонизации и цветения, у сортообразцов картофеля наблюдается повышение водоудерживающей способности листьев растений к 17:00 ч. по сравнению с периодом от 8:00 до 14:00 ч. дня.

Рисунок 5.8.1



.. - Среднедневные показатели водоудерживающей способности листьев картофеля в фазе бутонизации в условиях Хурсонского района, %.

Как показали наши исследования, ВУС листьев у сортообразцов картофеля, также меняется в зависимости от фазы развития в среднем у сортообразцов картофеля (рисунок 5.8.1).

Как видно из данных рисунка 5.8.1, самая высокая ВУС листьев в среднем у сортообразцов картофеля в фазе бутонизации наблюдается в конце дня, в 17:00 час., которая составляет 74.6 %, а самая низкая наблюдается в 11:00 ч. дня (46.5 %).

Показатели данного параметра у сортообразцов картофеля утром (8:00 ч.) и в полдень (14:00 час.) почти одинаковые и, соответственно, составляют 67,8 и 64.5 %. Следовательно, ВУС листьев в период с 8:00 ч. до 11:00 ч. резко уменьшается (на 21.3%), а начиная с 11:00 ч. до 14:00 увеличивается на 18.0 %, а до 17:00 ч. - на 28.1 %. Таким образом, ВУС листьев у сортообразцов картофеля начиная с 8:00 ч. утра до 11:00 ч. уменьшается, а с 11:00 ч. наблюдается увеличение до 17:00 ч.

Как видно из данных рисунка 5.8.2, самый высокий показатель ВУС листьев сортообразцов картофеля в фазе цветения наблюдается в конце дня, в

17:00 час., который составляет 74.56 %, а самый низкий наблюдается в 11:00 час дня (32.62 %).

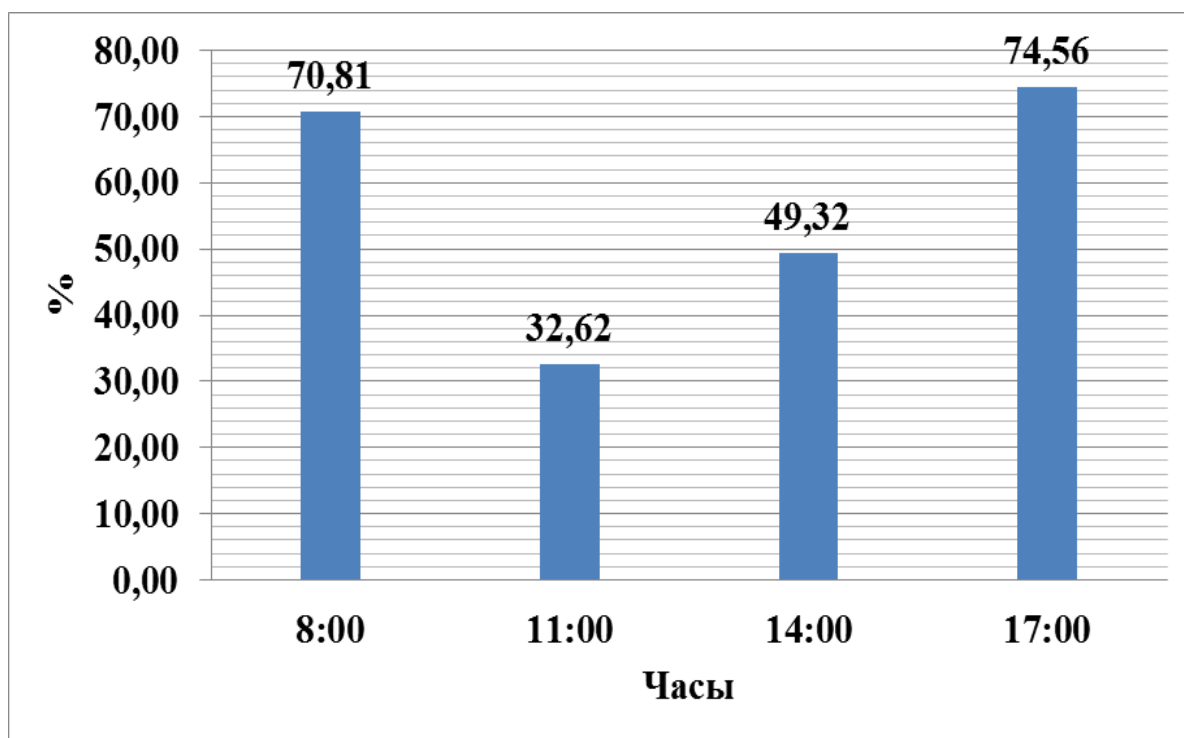


Рисунок 5.8.2. - Среднедневные показатели ВУС листьев картофеля в фазе цветения, %.

Показатели ВУС листьев у сортообразцов картофеля утром (8:00 ч.) и в конце дня (17:00 ч.) почти одинаковые и, соответственно, составляют 70.81 и 74.56%.

Следовательно, в период с 8:00 ч. до 11:00 ч. резко уменьшается (на 38.19%) ВУС листьев, а начиная с 11:00 ч. до 14:00 увеличивается на 16.7 %, а до 17:00 ч. - на 41.94 %. Таким образом, водоудерживающая способность листьев у сортообразцов картофеля начиная с 8:00 час. утра до 11:00 ч. уменьшается, а с 11:00 ч. наблюдается увеличение до 17:00 ч. дня.

Как видно из данных рисунка 5.8.3, самая высокая ВУС листьев сортообразцов картофеля в фазе клубнеобразования наблюдается в конце дня - в 17:00 ч., которая составляет 69.31 %, а самая низкая - в 11:00 час дня (25.5 %).

Показатели данного параметра у сортообразцов картофеля в 11:00 ч. и в полдень 14:00 ч. почти одинаковые и соответственно составляют 25.15 и 23.79 %.

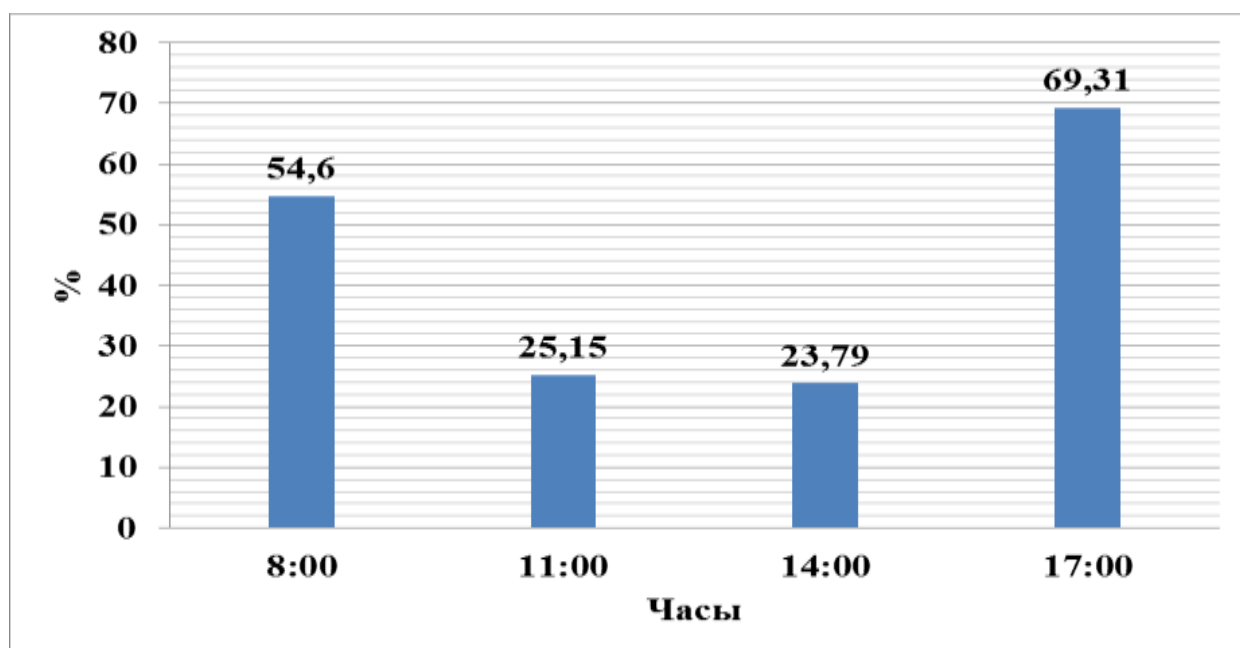


Рисунок 5.8.3. - Среднедневные показатели ВУС листьев картофеля в фазе клубнеобразования, %.

Как видим, ВУС листьев у сортообразцов картофеля в период с 8:00 ч. до 11:00 ч. значительно уменьшается (на 29.45 %), а начиная с 11:00 ч. до 17:00 повышается (на 44.16 %).

Таким образом, водоудерживающая способность листьев у сортообразцов картофеля, как физиологический параметр, изменяется в период от 8:00 до 17:00 ч. Водоудерживающая способность в период от 8:00 ч. до 11:00 ч. у всех сортообразцов уменьшается, а начиная от 11:00 ч. до 17:00 ч. увеличивается. Величина изменения данного параметра в течение дня зависит от температуры воздуха, и от генотипической изменчивости сортообразцов картофеля.

Исследования показали, что в течение вегетации ВУС листьев картофеля имеет тенденцию к уменьшению, начиная от фазы бутонизации до фазы клубнеобразования (рисунок 5.7.4).

Как видно из рисунка 5.8.4 наибольшая ВУС листьев картофеля наблюдается в фазе бутонизации (63.35 %), а наименьшая в фазе клубнеобразования картофеля (48.21 %). Это свидетельствует о том, что в фазах бутонизации и цветения, когда листья растений молодые, наблюдается высокая водоудерживающая способность. Однако, по мере старения растений, в фазе клубнеобразования ослабляется ВУС листьев сортообразцов картофеля.

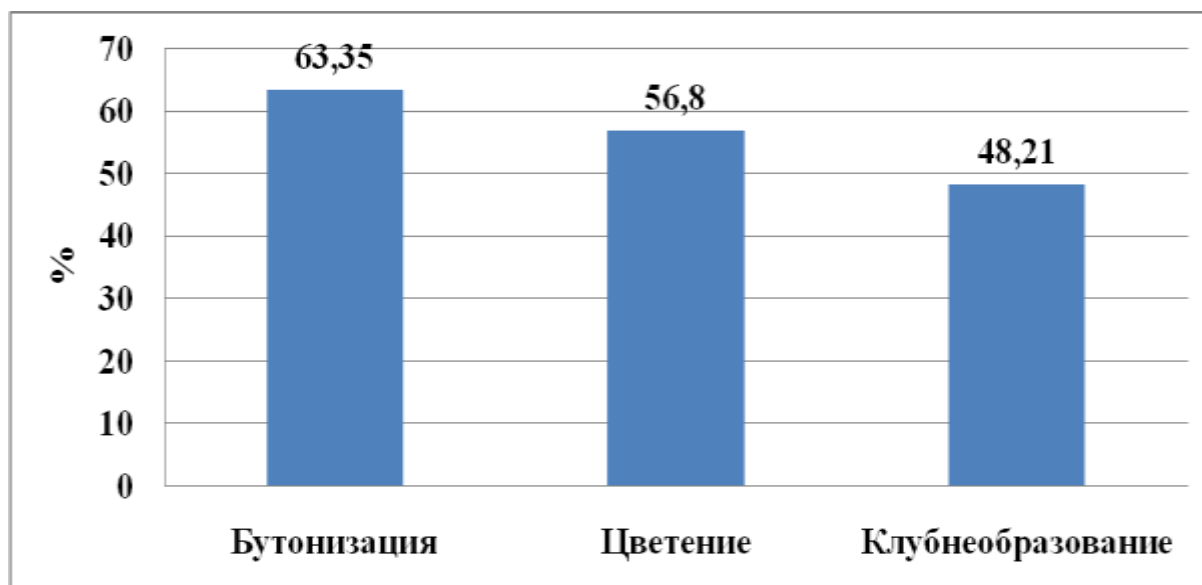
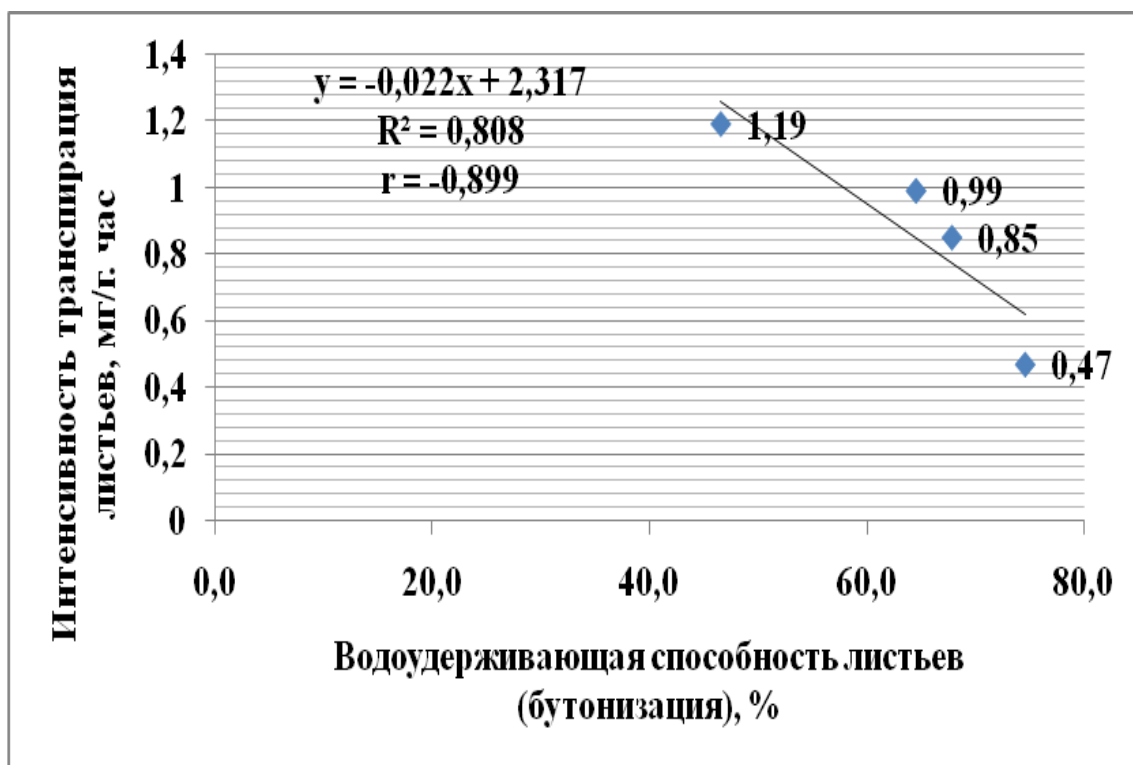


Рисунок 5.8.4. - Водоудерживающая способность листьев картофеля в разные фазы развития картофеля.

Как показали наши опыты, в условиях юга Таджикистана наблюдается определенная корреляция между физиологическими параметрами, как интенсивность транспирации и водоудерживающая способность листьев сортообразцов картофеля (рисунок 5.8.5).

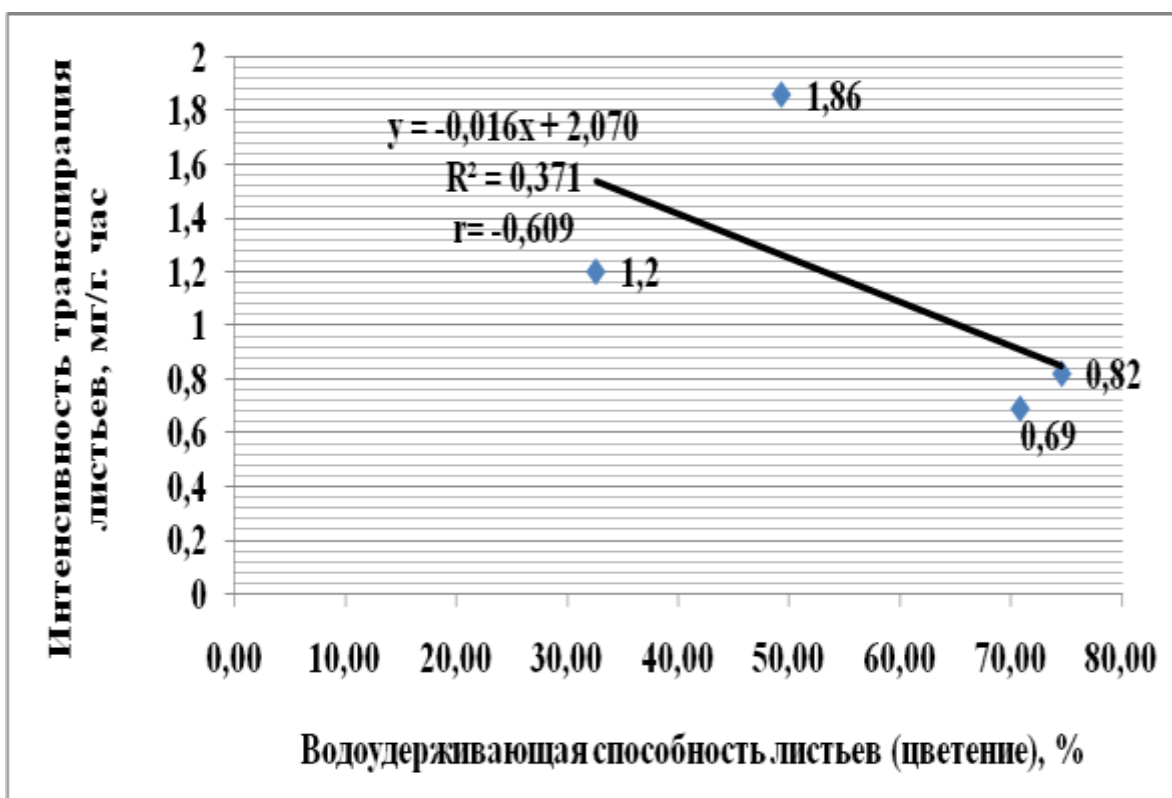
Как видно из рисунка 5.8.5, между такими параметрами водообмена, как интенсивность транспирации и водоудерживающая способность листьев картофеля в условиях юга Таджикистана наблюдается отрицательная связь ($r = - 0.899$) .



**Примечание: температура воздуха 20-25⁰С*

Рисунок 5.8.5. – Корреляционная связь между ИТ и ВУС сортообразцов картофеля в фазе бутонизации в условиях юга Таджикистана.

Это свидетельствует о том, что по мере увеличения водоудерживающей способности листьев картофеля пропорционально уменьшается другой параметр - интенсивность транспирации в фазах развития растений. Следует отметить, что такая высокая обратная связь показывает высокую адаптационную способность сортообразцов картофеля на фоне высокой температуры воздуха (25 - 30⁰С) во время вегетации. Данные рисунка 5.8.6 показывают, что в фазе цветения как и в фазе бутонизации наблюдается отрицательная корреляция ($r = -0.609$) между интенсивностью транспирации и водоудерживающей способностью листьев картофеля, то есть при увеличении ИТ происходит уменьшение ВУС листьев у картофеля.



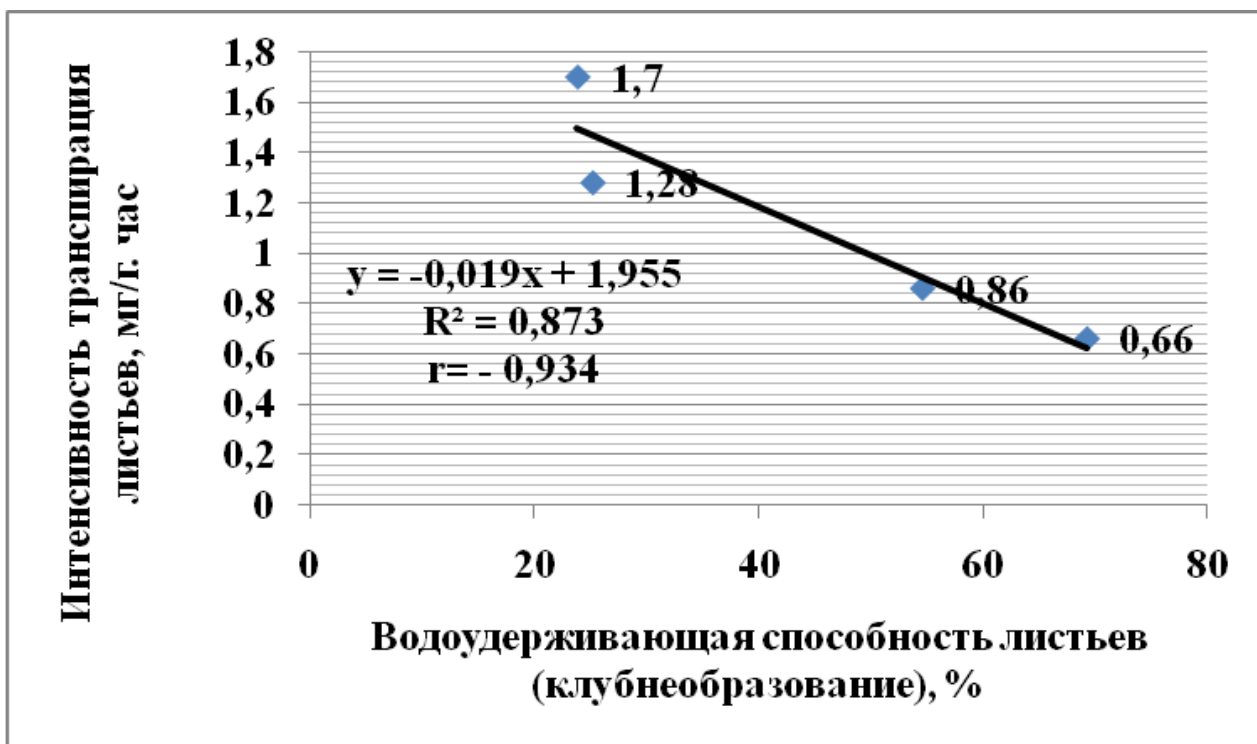
**Примечание: температура воздуха 28-32⁰С*

Рисунок 5.8.6. – Корреляция между ИТи ВУС листьев сортообразцов картофеля в фазе цветения в условиях юга Таджикистана.

Из рисунка 5.8.7 вытекает, что эти два важных показателя - интенсивность транспирации и водоудерживающая способность листьев в фазе клубнеобразования, как в фазах бутонизации и цветения имеют сильную обратную отрицательную корреляцию ($r = - 0.934$).

Это показывает, что между этими двумя физиологическими параметрами наблюдается высокая отрицательная корреляция, что свидетельствует о высокой адаптивной способности генотипов картофеля на влияние высокой температуры воздуха (30 - 35⁰ С) в течение вегетации сортов картофеля.

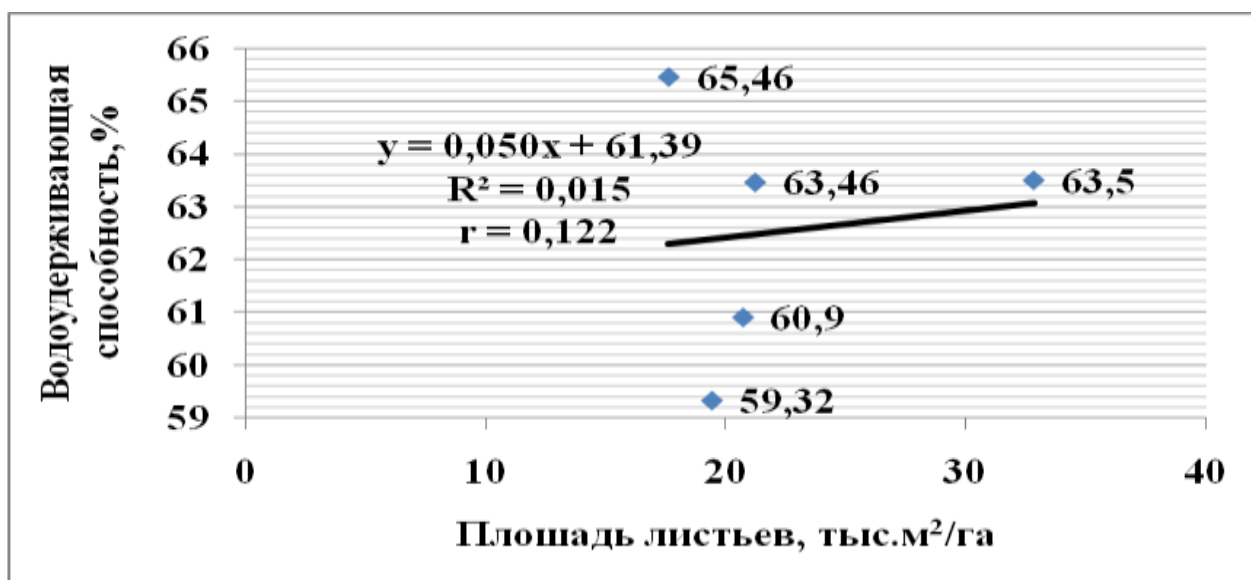
Таким образом, можно отметить, что в условиях юга Таджикистана наблюдается определенная связь между такими важными физиологическими параметрами, как интенсивность транспирации и водоудерживающая способность листьев картофеля.



**Примечание: температура воздуха 30-35⁰С*

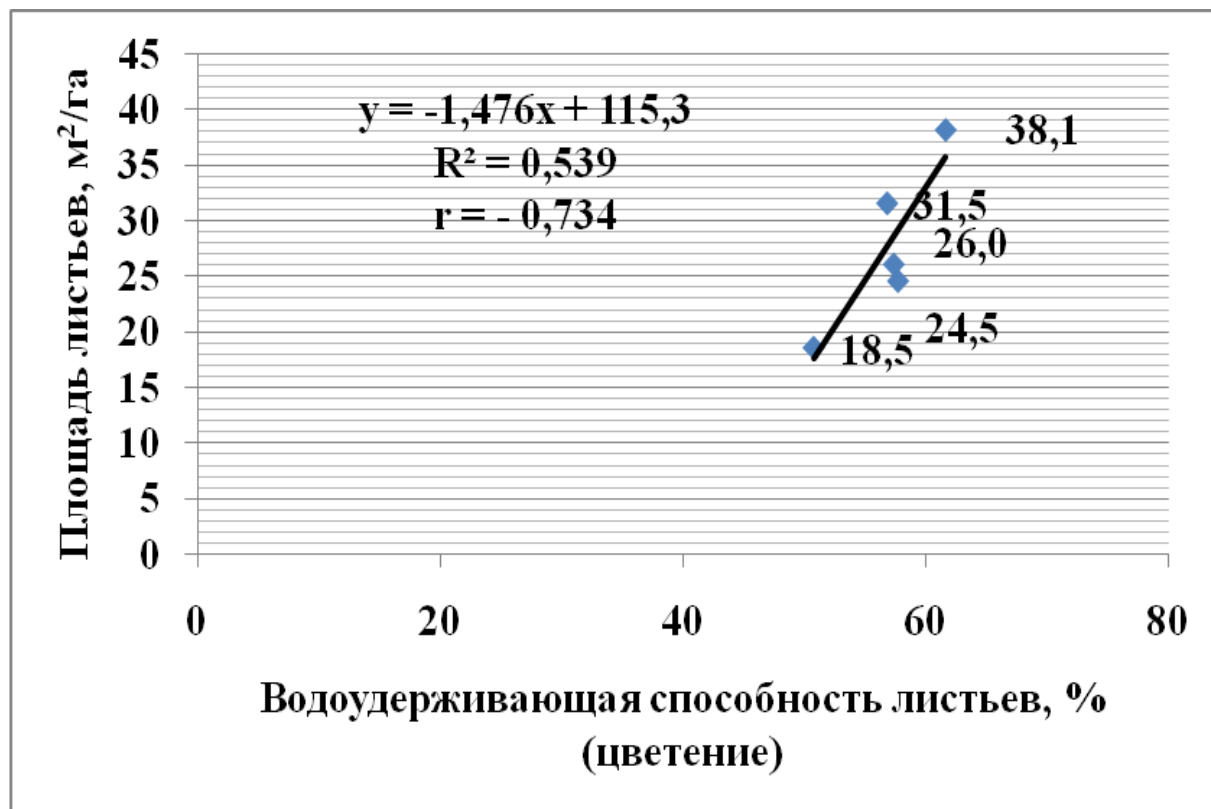
Рисунок 5.8.7. – Корреляционная связь между ИТ и ВУС листьев сортов картофеля в фазе клубнеобразования в условиях юга Таджикистана.

В фазах бутонизации и клубнеобразования отмечается сильная обратная связь (соответственно $r = -0.899$ и $r = -0.934$), а в фазе цветения - средняя обратная связь ($r = -0.609$).



**Примечание: температура воздуха 20-25⁰С*

Рисунок 5.8.8. – Корреляционная связь между площадью листьев и ВУС листьев сортов картофеля в фазе бутонизации.



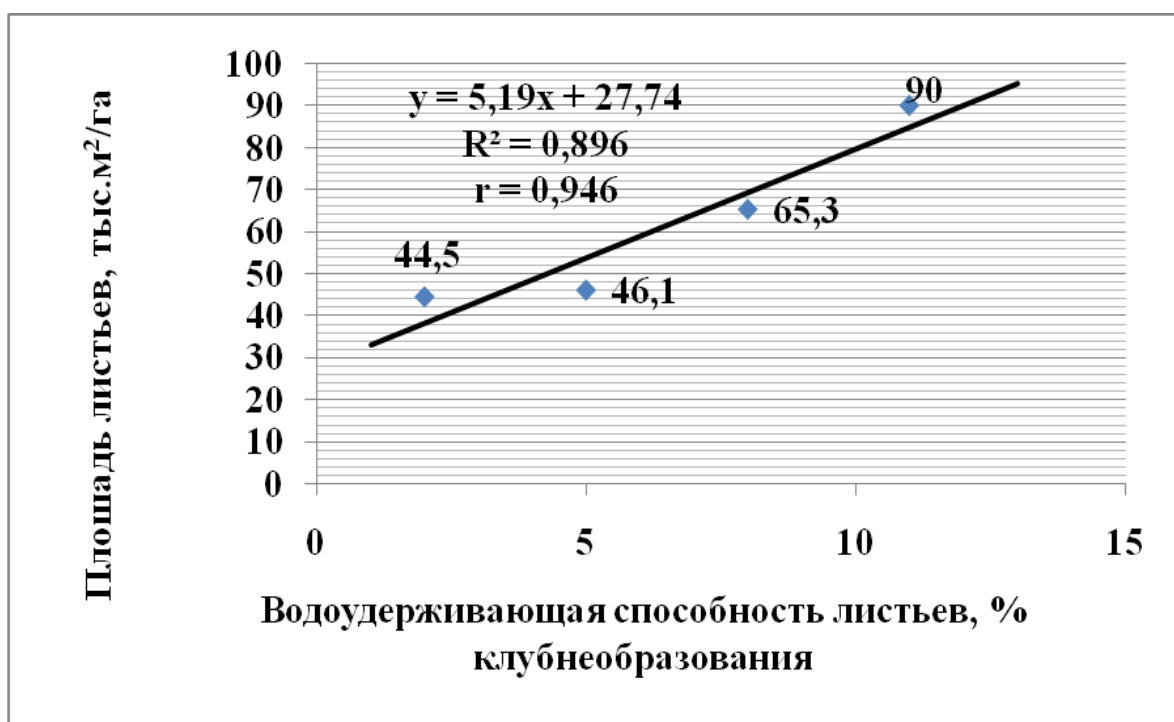
**Примечание: температура воздуха 28-33⁰С*

Рисунок 5.8.9. – Корреляционная связь между площадью листьев и ВУС листьев сортообразцов картофеля в фазе цветения

Наши исследования показали, что между водоудерживающей способностью листьев и площадью листьев сортообразцов картофеля существуют разные корреляции в зависимости от генетической особенности и от фазы развития растения (рисунки 5.8.8 - 5.8.10).

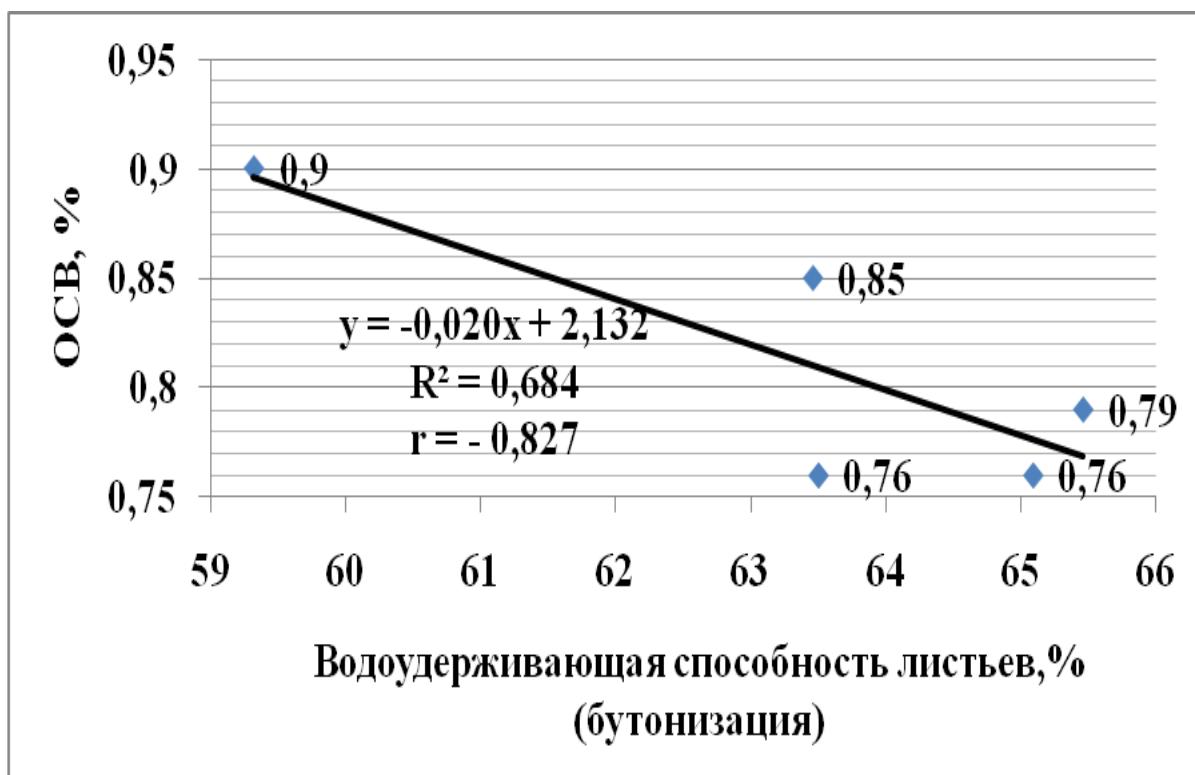
Данные рисунка 5.7.8 показывают, что в фазе бутонизации между водоудерживающей способностью листьев и площадью листьев сортообразцов картофеля имеется слабая положительная корреляция ($r = 0.122$), а в фазе цветения (рисунок 4.3.9) между этими параметрами наблюдается средняя отрицательная связь ($r = -0.734$).

Однако в фазе клубнеобразования (рисунок 5.7.10) наблюдается высокая положительная корреляция ($r = 0.946$) между водоудерживающей способностью листьев и площадью листьев сортообразцов картофеля.



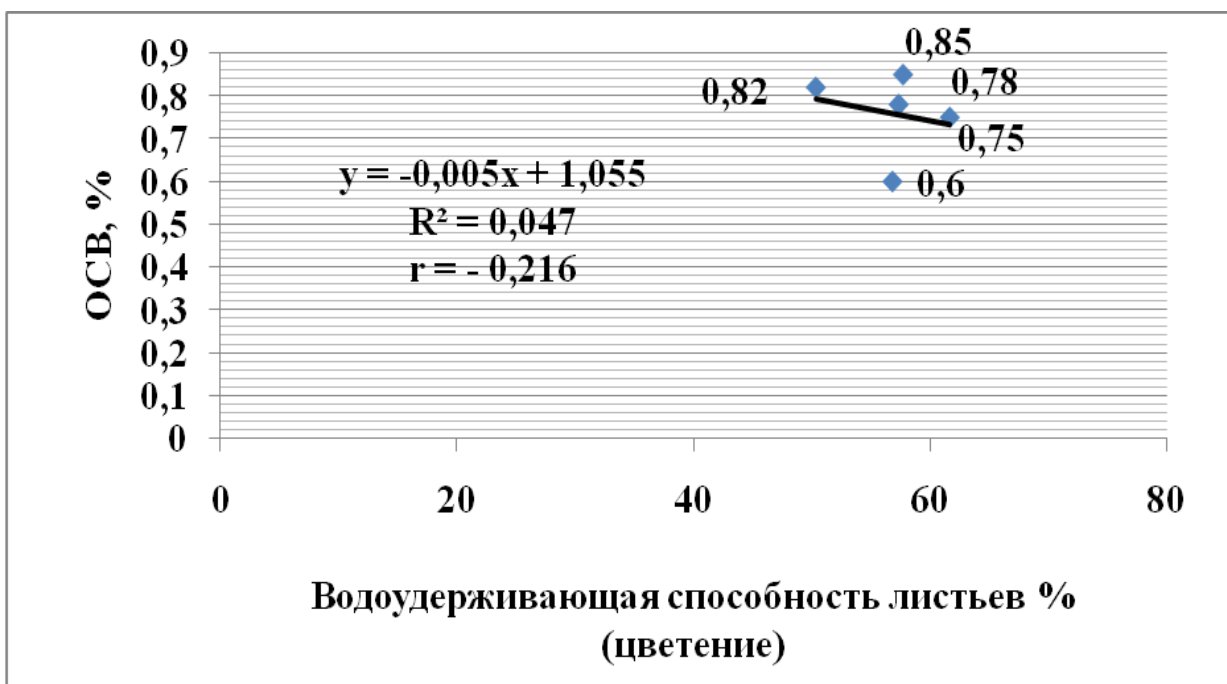
**Примечание: среднесуточная температура воздуха 20.2-22.7⁰С*

Рисунок 5.8.10. – Корреляционная связь между площадью листьев и ВУС листьев сортообразцов картофеля в фазе клубнеобразования.



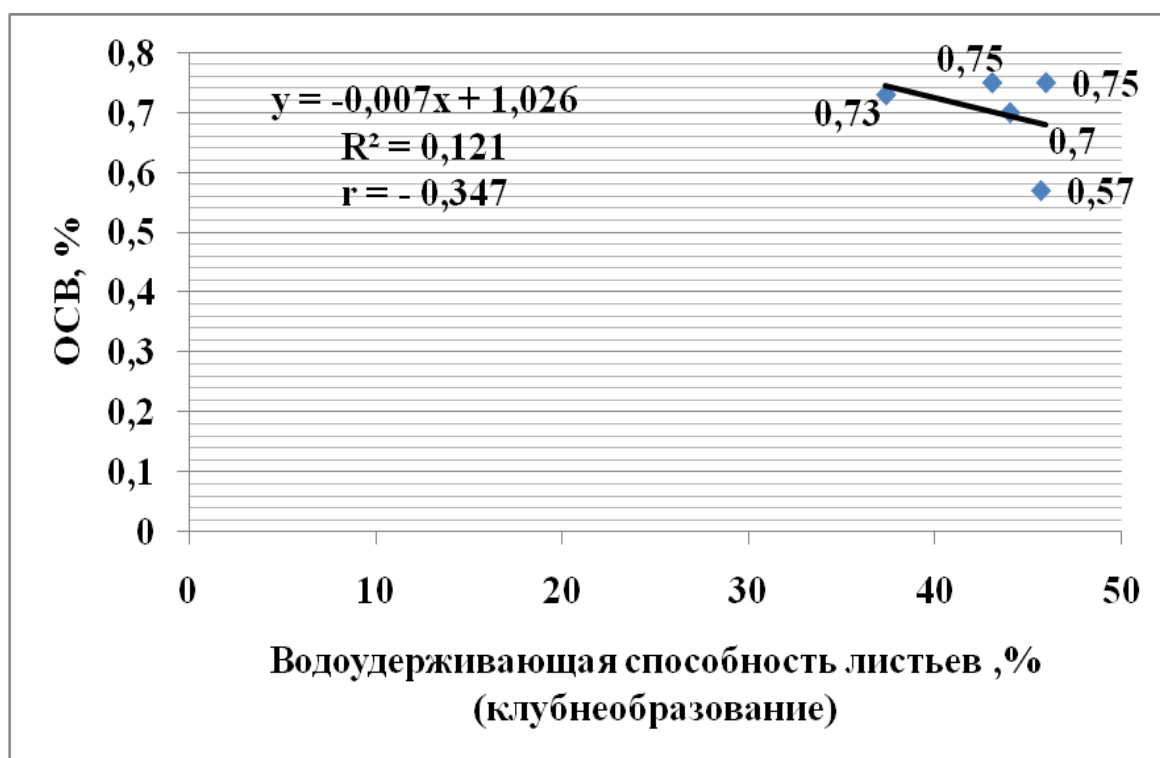
**Примечание: температура воздуха 20-25⁰С*

Рисунок 5.8.11. – Корреляционная связь между ОСВ и ВУС листьев сортообразцов картофеля в фазе бутонизации



**Примечание: температура воздуха 28-32⁰С.*

Рисунок 5.8.12. – Корреляционная связь между ОСВ и ВУС листьев сортообразцов картофеля в фазе цветения.



**Примечание: температура воздуха 30-35⁰С*

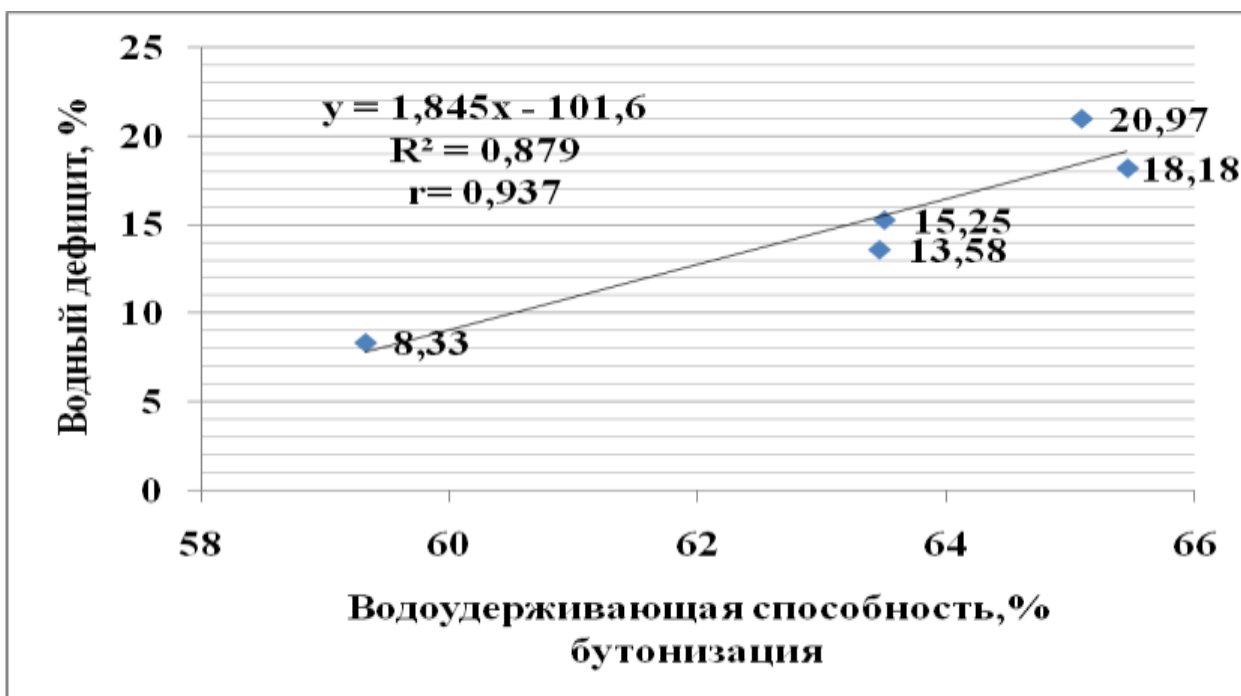
Рисунок 5.8.13. – Корреляционная связь между ОСВ и ВУС листьев сортообразцов картофеля в фазе клубнеобразования (температура воздуха 30-35⁰С).

По-видимому, имеющийся такой колебательный характер корреляции между этими признаками сортообразцов картофеля связан с изменением климатических факторов в разных фазах развития растений.

Как видно из данных рисунков 5.7.11 - 5.7.13, наблюдается отрицательная высокая корреляция между ОСВ и ВУС листьев сортообразцов картофеля в условиях высокой температуры воздуха в процессе развития растений.

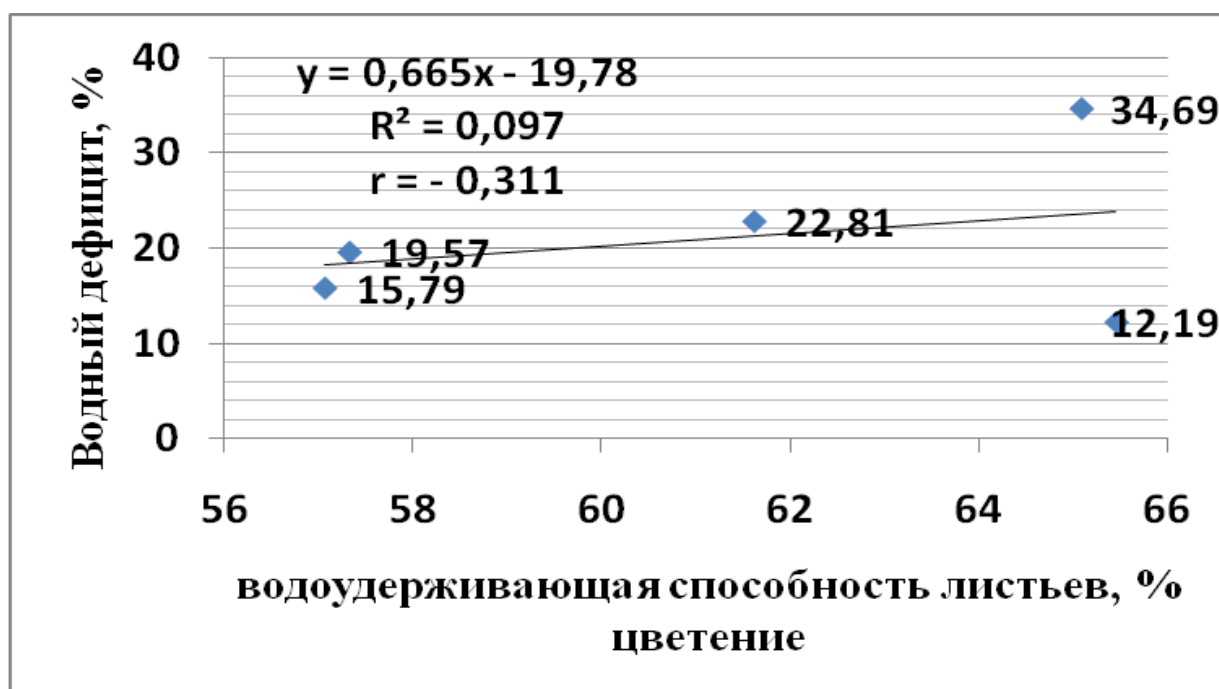
Данные рисунка 5.7.11 показывает, что между ОСВ и водоудерживающей способностью листьев в фазе бутонизации у сортообразцов картофеля имеется сильная отрицательная корреляция ($r = -0.827$).

Однако в фазе цветения и клубнеобразования между этими физиологическими признаками наблюдается соответственно слабая отрицательная корреляционная связь ($r = -0.216$, $r = -0.347$) (рисунки 5.8.12 и 5.8.13). Это объясняется тем, что, когда снижается водоудерживающая способность листьев, наблюдается снижение концентрации ОСВ.



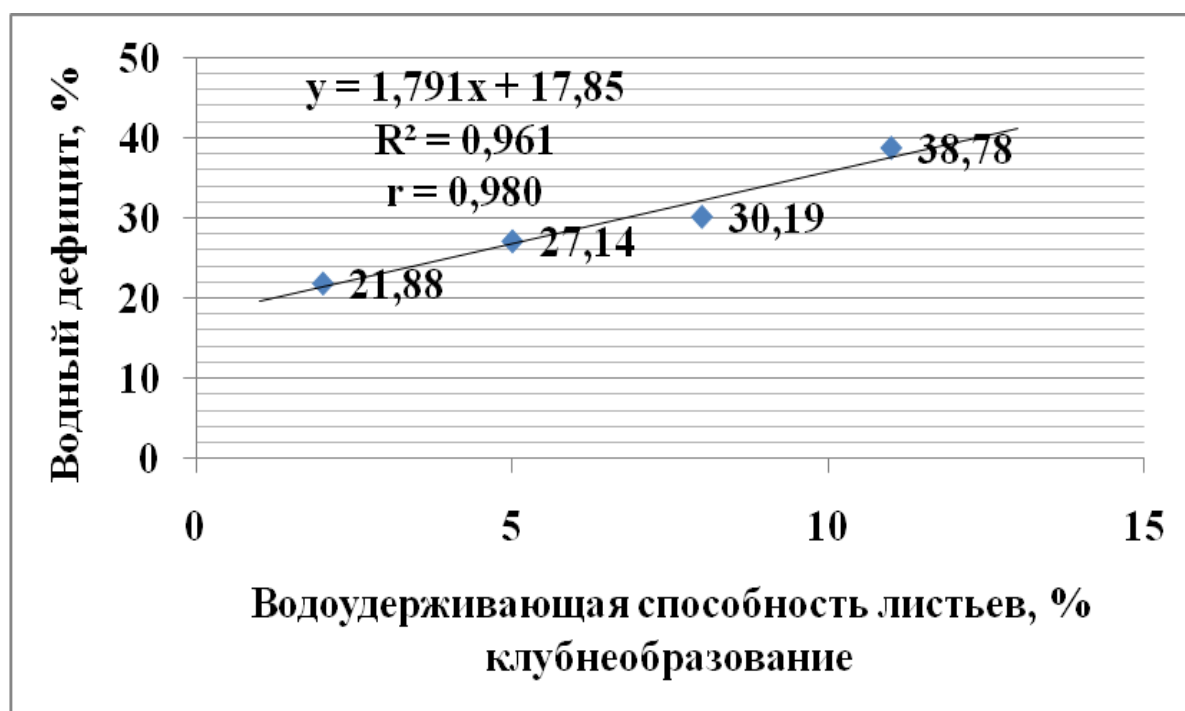
**Примечание: температура воздуха 20-25⁰С*

Рисунок 5.8.14. – Корреляционная связь между ВД и ВУС листьев сортообразцов картофеля в фазе бутонизации (температура воздуха 20-25⁰ С).



**Примечание: среднесуточная температура воздуха 20.2-22.7⁰C*

Рисунок 5.8.15. – Корреляционная связь между признаками водный дефицит и водоудерживающая способность листьев сортообразцов картофеля в фазе цветения.



**Примечание: температура воздуха 30-35⁰C*

Рисунок 5.8.16. – Корреляционная связь между признаками водный дефицит и водоудерживающая способность листьев сортообразцов картофеля в фазе клубнеобразования.

Данные рисунков (5.8.14 - 5.8.16) свидетельствует о том, что между ВД и ВУС листьев сортообразцов картофеля существует положительная корреляция в фазах развития растения. Однако в фазах бутонизации и клубнеобразования отмечается сильная положительная связь (рисунки 5.8.14 и 5.8.16) ($r = 0.937$), ($r = 0.980$), а в фазе цветения (рисунок 5.8.15) наблюдается слабая положительная связь ($r = 0.311$). Следует отметить, что в фазах бутонизации и клубнеобразования более высокая ВУС листьев сортообразцов картофеля, чем в фазе цветения в жарких климатических условиях.

Как видно из данных рисунка 5.7.16, наблюдается сильная положительная корреляция между ВД и ВУС листьев сортообразцов картофеля в фазе клубнеобразования ($r = 0.980$). Из рисунков 5.7.17 и 5.7.18 видно, что между признаками температура воздуха и ВУС листьев сортообразцов картофеля в фазах развития растений имеется сильная обратная корреляция. Это объясняется тем, что при повышении температуры воздуха снижается ВУС листьев растений и, наоборот, в процессе вегетации растений.

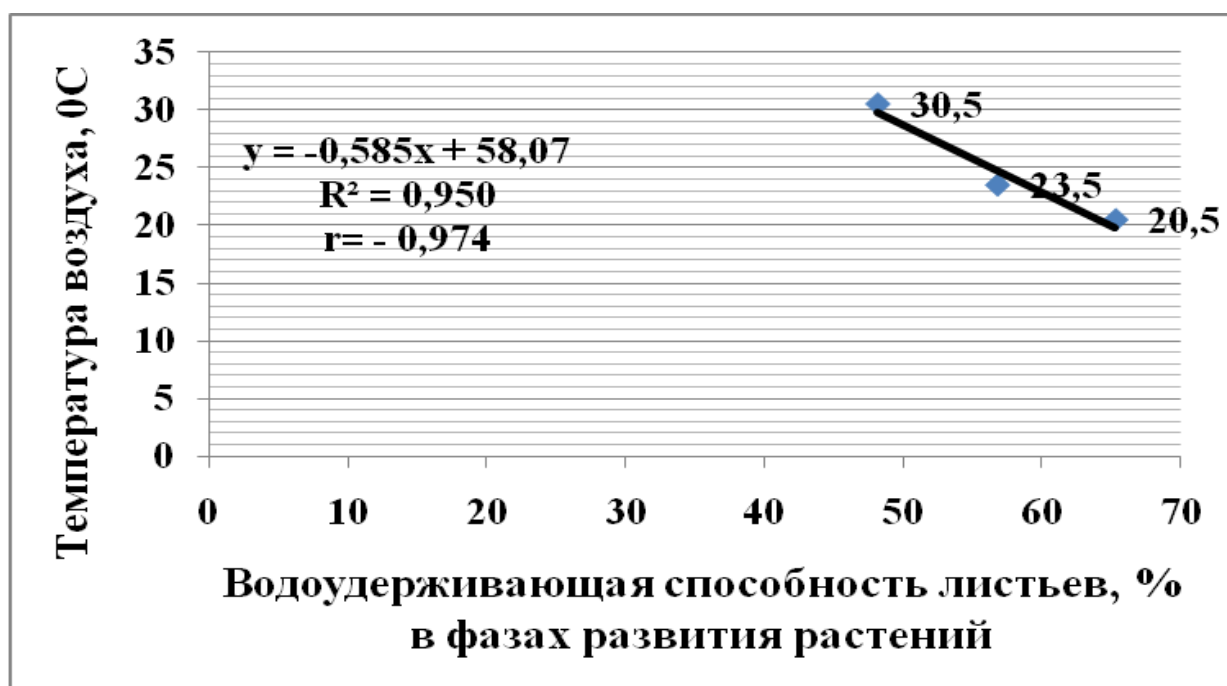


Рисунок 5.8.17.–Корреляционная связь между температурой воздуха и ВУС листьев сортообразцов картофеля в фазах развития растений.

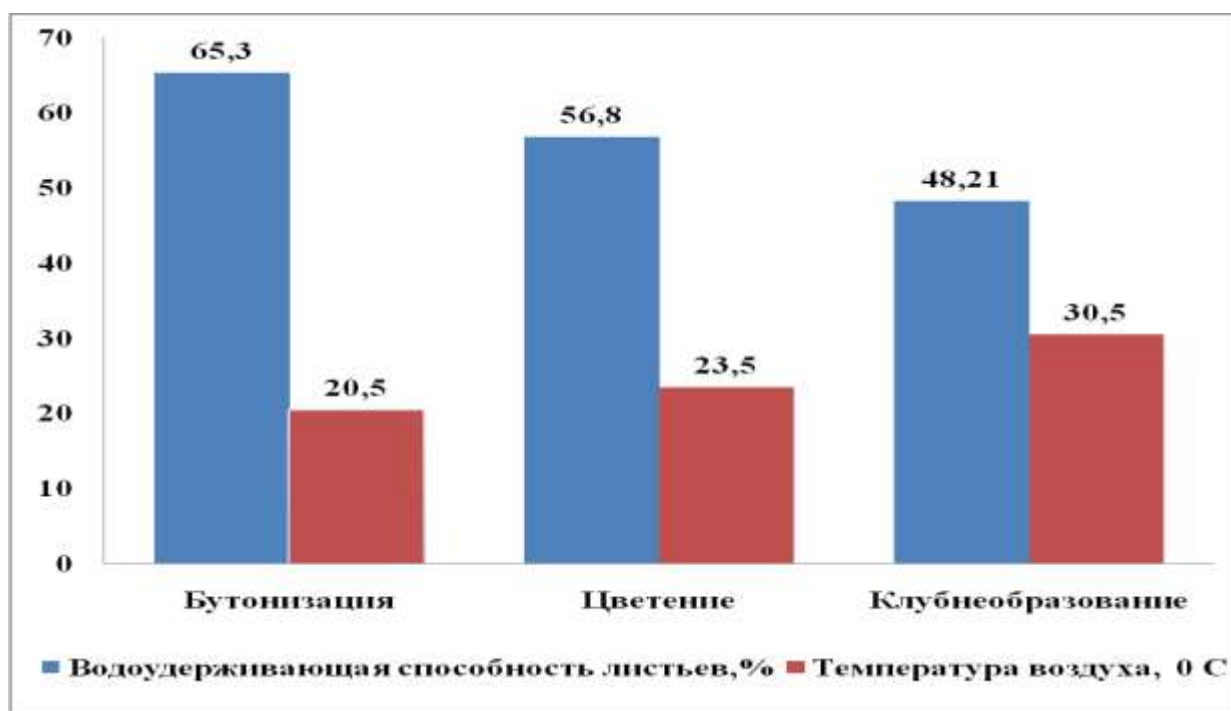


Рисунок 5.8.18. –Зависимость ВУС листьев сортообразцов картофеля в фазах развития растений от температуры воздуха.

Как видно из рисунка 5.8.18 в фазах развития растений (бутонизации, цветения и клубнеобразования) температура воздуха существенно влияет на ВУС листьев картофеля. По мере повышения температуры воздуха происходит снижение ВУС листьев картофеля, что повлечет за собой снижение продуктивности растений. Разность в повышении температуры воздуха между фазами бутонизации и цветения составляет 3⁰С. Это вызывает снижение ВУС листьев на 8.5 %. Такая тенденция наблюдается между фазами цветения и клубнеобразования, соответственно 7⁰ С и 8.6 %. Если эти данные анализировать в течение всей вегетации картофеля (бутонизации и клубнеобразования), то эти показатели соответственно составляют 10⁰ С и 17.1 %. Эти изменения зависят не только от температуры воздуха, а также от фазы развития растений.

Резюме

Водный гомеостаз растений играет ключевую роль в приспособлении растений к стрессовым факторам среды. Водобмен растений является

важным процессом для поддержания водного гомеостаза от которого зависит продуктивность растений.

Необходимо отметить, что изучение процессов водообмена выявило корреляционную зависимость между ОСВ и ВД в условиях температурного стресса, который наблюдается в южных регионах Республики Таджикистан.

В ходе исследования выявлено отрицательная корреляция ($r = - 0.955$) между признаками ОСВ и ВД у сортообразцов картофеля. Зависимость водного дефицита листьев сортообразцов картофеля в различных фазах развития растений от температуры воздуха показывает, что по мере повышения температуры воздуха увеличивается водный дефицит у сортов картофеля.

Признак «листовая поверхность» у разных генотипов картофеля в условиях Хуросонского района в процессе роста и развития растений увеличивается от фазы бутонизации до фазы клубнеобразования. Величина площади листьев между фазами развития имеет разные показатели в динамике нарастания. В частности, увеличение площади листьев от фазы бутонизации до цветения составляет 37.4 %, от фазы бутонизации до клубнеобразования - 159.1 % и от фазы цветения до клубнеобразования - 88.9 %.

Таким образом, у различных генотипов картофеля наблюдается увеличение листовой поверхности растений картофеля от фазы бутонизации до наступления фазы цветения и далее клубнеобразования.

Исследования показали положительную корреляцию между такими разными параметрами генотипов картофеля, как «количество листьев», «площадь листьев», масса листьев» и «общая биомасса», что свидетельствует о том, что увеличение любого из этих параметров ведет к усилению продукционного потенциала сортообразцов картофеля.

Исследование так же показало, что высокая концентрация соли в почве отрицательно действует на всходы, на высоту и продуктивность растений в условиях жаркого климата Хуросонского района Таджикистана.

Также, в ходе исследования выявлено, что по содержанию хлорофиллов и сумме каротиноидов, процентное содержание хлорофилла *a* к общему содержанию выше у сорта Таджикистан, а каротиноидов - у сорта Файзабад, что доказывает участие фотосинтетических пигментов в формирование адаптационного потенциала растений.

Эксперименты показали, что самая высокая интенсивность транспирации наблюдается в жаркий период дня (14:00 ч. -1.77 мг/г. сырой массы в ч.), а самая низкая – в вечернее время (17:00 ч.- 0.66 мг/г. сырой массы в ч.). Интенсивность транспирации в течение вегетации картофеля особенно сильно наблюдается в середине дня - между 12:00 и 16:00 ч., что указывает на зависимость интенсивности транспирации, от морфологических и физиологических особенностей генотипов картофеля.

Влияние удаления листьев в фазе массового цветения приводит к существенным изменениям таких морфологических признаков как масса стеблей, количество листьев, масса листьев, масса корней, а также изменению хозяйственно полезных признаков: количество клубней, масса клубней, общая биомасса и соотношение урожая клубней к общей массе.

Влияние удаления листьев приводит к уменьшению признаков в среднем: массы стеблей от 1.3 до 1.7 раз; массы корней от 4.3 до 20.4 раза; масса стеблей – 2.1 раза; количество листьев - 10.4 раза; масса листьев – 14.5 раза и масса корней – 5.4 раза, количество клубней в 2.3 раза по сравнению с контролем. При удалении листьев, признак масса клубней у генотипов АН-1, Мухаббат и Таджикистан уменьшается от 3.1 до 4.3 раза, а у сортообразцов Нилуфар, Рашт и Файзабад этот показатель составляет от 1.6 до 2,1 раза. В среднем у всех сортообразцов этот показатель снижается в 2.2 раза. В целом, при удалении листьев происходит существенное уменьшение урожайности сортообразцов Файзабад, Мухаббат, АН-1, Таджикистан от 2.1 до 4.3 раза или от 52.22 до 76.92 % , а у сортообразцов Нилуфар и Рашт это составляет от 1.6 до 1.9 раза или от 37.5 до 46.67 %. В среднем данный показатель снижается у все сортообразцов картофеля в 2.2 раза, что составляет 54.2 %.

Наряду с этим, при удалении листьев наблюдается увеличение соотношения хозяйственного урожая к общей биомассе у всех генотипов в среднем в 1.25 раза или 19.7 % по сравнению с контролем. Основная причина этого явления - уменьшение количества и общей массы листьев в растениях в фазе массового цветения.

Таким образом, удаление листьев у сортообразцов картофеля в условиях жаркого климата Таджикистана приводит к существенному уменьшению ряда морфологических признаков, таких как масса стеблей, листьев, корней, клубней и общая биомасса растений, также количество стеблей, листьев и клубней. Эти изменения приводят к изменению физиологических параметров, таких как транспирация, водоудерживающая способность листьев, относительное содержание воды и количество фотосинтетических пигментов что, по видимому, вызывает ингибирующее действие на продуктивность картофеля.

Однако, наши наблюдения показали, что некоторые устойчивые сорта картофеля в силу благодаря адаптационной способности образование на главных стеблях новые молодые листья. Благодаря этому процессу происходит так называемое омаложение листьев, что ведет к развитию растений, активации фотосинтеза и формированию урожая.

Таким образом, данный феномен можно исследовать в качестве индуктора для прогнозирования урожайности картофеля при сильных воздействиях биотических и абиотических факторов.

Наши исследования показывают, что в производственных условиях на посадках картофеля подвергшихся отрицательным воздействиям биотических и абиотических факторов (вредителей, высокая температура воздуха, сильные дожди грады, пыльная буря и т.д.) целесообразно продолжать проводить агротехнологические мероприятия для получения урожая и уменьшения расходов при выращивании картофеля в условиях жаркого климата Таджикистана.

Проведенные исследования показали, что в условиях юга Таджикистана (Хуросонский район) в вечерние часы водоудерживающая способность (ВУС) листьев сортообразцов картофеля, как физиологический параметр, усиливается и это явление во многом связано с влиянием высокой температуры воздуха в течение дня и генотипической особенностью сортообразцов картофеля. Под воздействием высокой дневной температуры воздуха в фазе цветения у листьев сортообразцов картофеля к концу дня наблюдается тенденция к повышению ВУС листьев, по сравнению с периодом от 8:00 до 14:00 ч, что, по-видимому, связано с генотипической особенностью сортообразцов картофеля. Следует отметить, что под воздействием высокой дневной температуры воздуха в фазе клубнеобразования, также как в фазах бутонизации и цветения у сортообразцов картофеля наблюдается повышение водоудерживающей способности листьев растений к 17:00 ч. по сравнению с периодом от 8:00 до 14:00 ч. дня.

Таким образом, ВУС листьев у сортообразцов картофеля, начиная с 8:00 ч. утра до 11:00 ч. уменьшается, а с 11:00 ч. наблюдается плавное увеличение признака до 17:00 ч. Следовательно, данный параметр в период с 8:00 ч. до 11:00 ч. уменьшается (на 38.19 %), а начиная с 11:00 ч. до 14:00 увеличивается на 16.7 %, а до 17:00 ч. на 41.94%.

Наибольший показатель водоудерживающей способности у листьев картофеля наблюдается в фазе бутонизации (63.35 %), а наименьший - в фазе клубнеобразования картофеля (48.21 %). Это свидетельствует о том, что в фазах бутонизации и цветения, когда листья растений молодые, наблюдается высокая водоудерживающая способность. Однако, по мере увеличения температуры воздуха и старения листьев растений, в фазе клубнеобразования наблюдается снижение ВУС листьев у сортообразцов картофеля.

Также установлено, что в условиях юга Таджикистана наблюдается определенная обратная связь между такими важными физиологическими параметрами, как интенсивность транспирации и водоудерживающая

способность листьев картофеля. Такая связь в фазах бутонизации и клубнеобразования представляется, как сильная обратная связь (соответственно $r = -0.899$ и $r = -0.934$), а в фазе цветения - средняя обратная связь ($r = -0.609$). Это свидетельствует о том, что по мере увеличения ВУС листьев картофеля пропорционально уменьшается другой параметр – интенсивность транспирации (ИТ) в фазах развития растений. Эти данные тесно связаны с существенным влиянием стрессорного фактора – высокой температуры воздуха на генотип сортообразцов картофеля. Такая сильная обратная корреляция свидетельствует об устойчивости разных сортообразцов картофеля к стрессорному фактору - высокой температуры воздуха ($30-35^{\circ}\text{C}$) в течение вегетации растений.

Между такими физиологическими параметрами, как ВУС листьев и площадь листьев сортообразцов картофеля существуют разные корреляции в зависимости от генетической особенности и от фазы развития растений в условиях жаркого климата юга Таджикистана.

В фазе бутонизации между признаками - водоудерживающая способность листьев и площадь листьев сортообразцов картофеля имеется слабая положительная корреляционная связь ($r = 0.122$), а в фазе цветения наблюдается средняя отрицательная связь ($r = -0.734$). Однако в фазе клубнеобразования наблюдается положительная корреляционная связь ($r = 0.946$) между признаками - водоудерживающая способность листьев и площадь листьев сортообразцов картофеля. Изменчивый характер корреляции между этими признаками сортообразцов картофеля связан с изменением климатических факторов в разных фазах развития растений.

Между признаками ОСВ и ВУС листьев в фазе бутонизации у сортообразцов картофеля наблюдается сильная отрицательная связь ($r = -0.827$). Однако, в фазах цветения и клубнеобразования между этими физиологическими признаками наблюдается соответственно слабая отрицательная корреляция ($r = -0.216$, $r = -0.347$).

Между ВД и ВУС листьев сортообразцов картофеля существует положительная корреляция в фазах развития растений. В частности, в фазах бутонизации и клубнеобразования отмечается сильная положительная корреляция ($r = 0.937$), ($r = 0.980$), а в фазе цветения наоборот наблюдается слабая положительная корреляция ($r = 0.311$). Следует отметить, что в фазах бутонизации и клубнеобразования наблюдается более высокая ВУС листьев у сортообразцов картофеля.

В течение вегетации картофеля температура воздуха отрицательно влияет на водоудерживающую способность листьев. То есть, по мере повышения температуры воздуха наблюдается снижение водоудерживающей способности листьев картофеля, что отрицательно влияет на продуктивность сортообразцов картофеля.

Таким образом, показатели водного обмена (ОСВ, ВД, ИТ и ВУС) листьев можно использовать в качестве тест-признаков для определения устойчивости и продуктивности генотипов картофеля в стрессовых условиях юга Таджикистана с целью возможности прогнозирования урожайности.

ГЛАВА 6. ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ КАРТОФЕЛЯ

Стрессорные природные факторы, такие как высокая температура, засуха, засоление почвы вызывает образование свободных радикала и активных форм кислорода (АФК), как проявление окислительного стресса в клетках растений [136].

Для защиты от воздействия свободных радикалов в клетках растений функционируют антиокислительные системы, которые стабилизируют уровень активных форм кислорода в тканях.

Перекись водорода является одним из видов АФК, роль которого при стрессе двойственна: во-первых, может способствовать активации биосинтеза специфических белков, во – вторых, может выполнять сигнальную функцию [147].

На изменения условий среды растительные организмы реагируют по-разному и на различных уровнях. Например под воздействием высокой температуры воздуха корневая система растений тормозит утилизацию кислорода и рационально использует уменьшение количества O_2 для поддержания жизнедеятельности всех органов растений при стрессе [64, 253, 24, 129].

Температурный фактор имеет особое значение для гомеостаза в клетках растений [253]. При водном дефиците под влиянием антиоксидантных систем у растений синтезируются специфические белки, способствующие удержанию внутриклеточной воды и участвующие в трансмембранном переносе молекул воды, активирующие антиоксидантные системы и препятствующие развитию окислительного стресса [24].

Активность антиоксидантных систем в растениях способствует постоянному синтезу белков - ферментов, которые, в свою очередь, повышают толерантность и устойчивость к постоянно меняющимся

условиям внешней среды и воздействию стрессовых факторов среды в течение вегетационного периода растений [253, 24].

Наиболее важным из них является супероксиддисмутаза (СОД), которая участвует в дисмутации (O_2^-) с образованием перекиси водорода. Далее в процесс детоксикации включаются каталаза (КАТ) и пероксидаза (ПО), которые расщепляют H_2O_2 на воду и молекулярный кислород [148].

6.1. Активность антиокислительных ферментов (супероксиддисмутаза, аскорбатпероксидаза, каталаза) у растений картофеля в условиях стресса

В настоящее время в связи с глобальным изменением климата, изучение физиолого-биохимических основ устойчивости растений к стрессовым факторам среды является весьма актуальным. Ряд стрессовых факторов, таких как засуха и высокая температура воздуха вызывают снижение продукционного потенциала в производственных условиях [136, 147]. Как было показано ранее, в детоксификации АФК участвуют антиоксидантные ферменты: супероксиддисмутаза (СОД), каталаза (КАТ), аскорбатпероксидаза (АПО), а также ряд низкомолекулярных соединений [64, 253, 129]. Обеззараживание H_2O_2 осуществляется в реакциях аскорбат/глутатионового цикла с участием фермента аскорбатпероксидазы и каталазы, в результате происходит разложение перекиси водорода с образованием H_2O и O_2 . Показано, что активность этих ферментов имеет генотипический характер и может варьировать в онтогенезе растений, но усиливается при воздействии стрессорных факторов среды [24, 148].

Нами изучена активность антиоксидантных ферментов (КАТ и АПО), которые нейтрализуют отрицательное влияние перекиси водорода в листьях сортообразцов картофеля в условиях юга Таджикистана.

Результаты изучения активности антиоксидантного фермента КАТ в листьях различных сортообразцов картофеля показало, что активность

данного фермента варьируется в зависимости от фазы развития растений у разных генотипов картофеля.

Повышение активности каталазы наблюдалось в фазе бутонизации у сорта Рашт и у сортообразца Бунафша и составляло 84.3 – 104.0 ммоль/г сырой массы соответственно. Значительное падение активности фермента было у сортов Файзабад (61.4 ммоль/г сырой массы), АН-1 (64.8 ммоль/г сырой массы), Нилуфар (64.4 ммоль/г сырой массы), Таджикистан (64.5 ммоль/г сырой массы) что в среднем соответствовало 63.5 - 64.8 ммоль/г сырой массы (табл.6.1.1).

Таблица 6.1.1. - Активность каталазы в листьях картофеля в разных фазах развития растений (ммоль/г сыр массы мин)

№	Сортообразцы	Бутонизация	Цветение	Клубнеобразование
1.	АН-1	64.8 ± 0.04	52.4 ± 0.02	45.5 ± 0.04
2.	Бунафша	104 ± 0.05	44.2 ± 0.03	47.6 ± 0.06
3.	Нилуфар	64.4 ± 0.03	33.2 ± 0.08	42.0 ± 0.09
4.	Рашт	84.3 ± 0.02	42.4 ± 0.03	67.7 ± 0.07
5.	Таджикистан	63.5 ± 0.04	64.2 ± 0.06	94.5 ± 0.05
6.	Файзабад	61.4 ± 0.09	43.2 ± 0.06	39.6 ± 0.07
	Среднее	73.7	46.6	56.1
	НСР₀₅	0.17	0.12	0.22

В фазе цветения активность каталазы сильно различалась у изученных генотипов. В этой фазе самая высокая активность наблюдалась у сорта Таджикистан (64.2 ммоль/г сырой массы), а самая низкая активность наблюдалась у сорта Нилуфар (33.2 ммоль/г сырой массы).

В фазе клубнеобразования у сорта АН-1 и Файзабад наблюдалось уменьшение активность КАТ, у остальных сортов имело место повышение активность КАТ, Особенно сильно различались данную по содержанию КАТ у сорта Таджикистан от 63.5 ммоль/г сырой массы в фазу бутонизации до 94.5 ммоль/г сырой массы в фазе клубнеобразования. Таким образом, в этой

фазе наибольший показатель активности фермента имел сорт Таджикистан, а наименьшую активность сорт Файзабад.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что повышение активности каталазы в условиях высокой температуры генетически детерминировано и высокий уровень активности каталазы наблюдался у устойчивого к высокой температуре сорта Таджикистан.

Полученные данные также показывают, что в зависимости от степени устойчивости к стрессорному фактору наблюдаются различия по активности этого фермента.

Изменение активности фермента аскорбатпероксидазы (АПО) также варьирует и зависит от генотипа в условиях температурного стресса. Как видно из данных таблицы 6.1.2, активность АПО по сравнению с каталазой в онтогенезе растений отличается. Усиление активности фермента АПО у всех сортообразцов картофеля наблюдались в фазе цветения, а падение активности фермента наблюдалось в фазе клубнеобразования.

В фазе бутонизации высокую активность АПО имел сорт Файзабад (3.083 ммоль/г сырой массы), несколько меньше у сортов Рашт и Таджикистан (2,520 и 2,578 ммоль/г сырой массы), а самую низкую активность имели сорта Нилуфар и Бунафша (0.112 и 0.397 ммоль/г сырой массы). В фазе цветения активность АПО повышалась у разных сортообразцов по-разному. Самая высокая активность АПО в фазе цветения наблюдалась у сортообразцов Файзабад и Рашт и составляла от 4.183 – 4.876 ммоль/г сырой массы, а самая низкая активность у сорта Нилуфар (1.035 ммоль/г сырой массы). Другие сорта в этой фазе имели активность 2.307 – 2.810 ммоль/г сырой массы.

В фазе клубнеобразования у всех сортообразцов картофеля наблюдалось снижение активности этого фермента. В фазе клубнеобразования наибольшее снижение активности аскорбатпероксидазы наблюдалось у сорта Бунафша (0.255 ммоль/г сырой массы). Самая высокая активность АПО было у сорта Файзабад (2.723 ммоль/г сырой массы), а

несколько меньше активность наблюдалось у сортов Таджикистан и АН-1 (1.651 - 1.040 ммоль/г сырой массы).

В ходе исследования выявлено, что наибольший синтез антиоксидантного фермента АПО наблюдался в фазе цветения по сравнению с другим ферментом КАТ.

Таблица 6.1.2. - Активность аскорбатпероксидазы (АПО) в листьях картофеля в зависимости от фазы развития (ммоль/г сырой массы в мин)

№	Сортообразцы	Бутионизация	Цветение	Клубнеобразование
1.	АН-1	1.255 ± 0.009	2.785 ± 0.003	1.040 ± 0.006
2.	Бунафша	0.397 ± 0.004	2.307 ± 0.005	0.255 ± 0.002
3.	Нилуфар	0.112 ± 0.002	1.035 ± 0.007	0.619 ± 0.007
4.	Рашт	2.520 ± 0.006	4.183 ± 0.008	0.732 ± 0.002
5.	Таджикистан	2.578 ± 0.005	2.810 ± 0.004	1.651 ± 0.008
6.	Файзабад	3.083 ± 0.010	4.876 ± 0.003	2.723 ± 0.012
	Среднее	1.65	2.99	1.17
	НСР₀₅	0.10	1.13	0.10

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что роль ферментов АПО и КАТ при длительном действии высокой температуры воздуха имеет взаимодополняющий характер, который связан с генотипом растений.

Полученные результаты указывают на колебательный характер изменения активности антиоксидантных ферментов в онтогенезе растений, что дает возможность предположить, что сорта картофеля, устойчивые к высокой температуре, обладают механизмом лабильно-восстанавливающих систем защиты и, следовательно, проявляют большую устойчивость к воздействию стресса.

Изменение активности антиоксидантных ферментов, таких как СОД, КАТ и АПО в условиях стрессорного воздействия приведены на рисунках 6.1.1, 6.1.2 и 6.1.3.

Ключевым антиоксидантным ферментом, который участвует в процессе детоксикации активных форм кислорода, является СОД. На рисунке 6.1.1 представлена активность фермента СОД у различных сортообразцов картофеля в условиях высокой температуры воздуха.

Результаты исследования показали, что высокая температура воздуха по-разному влияет на активность антиоксидантного фермента СОД. Высокая активность СОД наблюдалась у устойчивого сорта Таджикистан (238 мкмоль/мг сырой массы), а у сорта Файзабад наблюдался средний показатель этого фермента (137.2 мкмоль/мг сырой массы). Сравнительно низкий показатель этого фермента в этих условиях наблюдался у сорта Нилуфар (34.6 мкмоль/мг сырой массы).

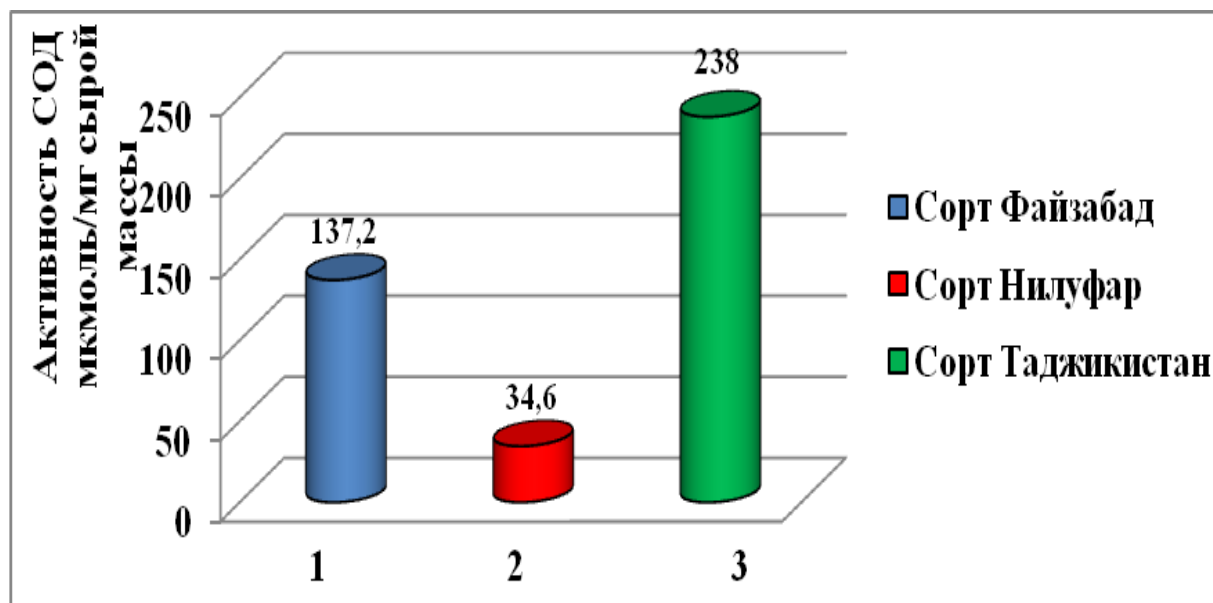


Рисунок 6.1.1. - Активность фермента супероксиддисмутазы у генотипов картофеля в условиях высокой температуры (фаза цветения).

Такая же закономерность наблюдалась по активности фермента КАТ под воздействием высокой температуры воздуха.

Антиоксидантные ферменты взаимосвязаны друг с другом, и активность ферментов КАТ и АПО, участвующих в превращении перекиси водорода до воды и молекулярного кислорода, связана с активностью фермента СОД, который участвует в образовании перекиси водорода [281].

При этом повышение активности ферментов антиоксидантной системы может быть связано и с избыточным накоплением АФК в клетках растений, находящихся в условиях стресса [199]. В работе [248] отмечено, что активность антиоксидантных ферментов зависит от степени устойчивости растений к стрессовому воздействию.

Так, в клетках более устойчивых генотипов картофеля в условиях стрессорного воздействия активность антиоксидантных ферментов - супероксиддисмутазы и каталазы была выше, чем у неустойчивых растений [47].

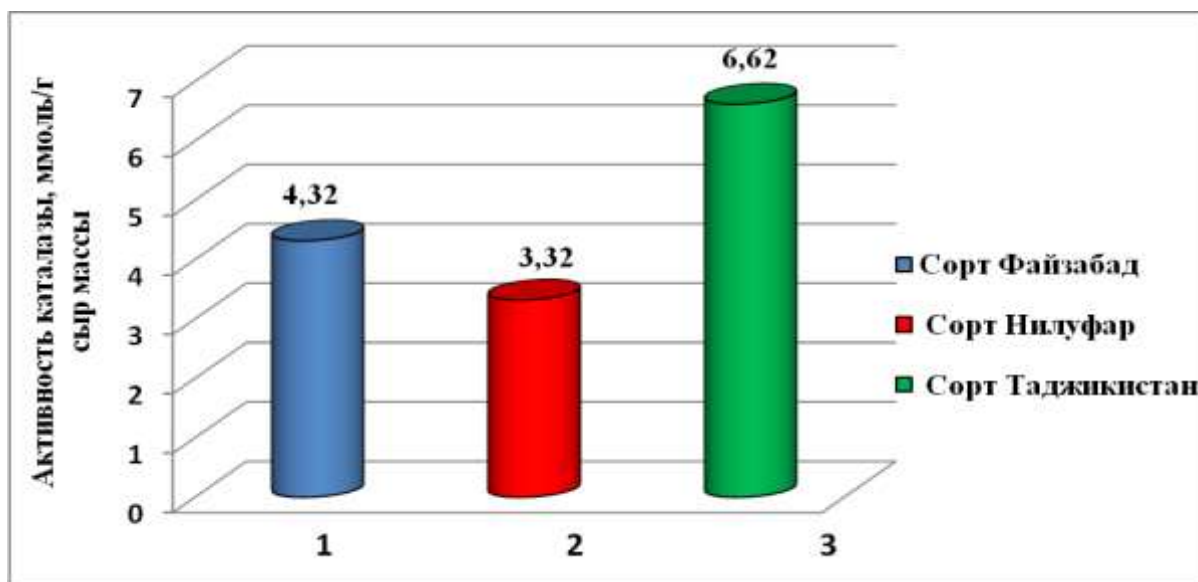


Рисунок 6.1.2.-Активность фермента каталазы у генотипов картофеля в условиях высокой температуры (фаза цветения).

Сравнительный анализ активности КАТ у изученных сортов картофеля показывает, что более высокая активность этого фермента наблюдается у устойчивого сорта Таджикистан. Исследование показали, что при высокой температуре воздуха активность фермента КАТ у устойчивого сорта Таджикистан была 6.62 ммоль/г сыр массы, а у других генотипов - Файзабад и Нилуфар была гораздо ниже и составляла 4.32 - 3.32 ммоль/г сыр массы соответственно (рисунок 6.1.2). Однако иная закономерность наблюдалась при изучении активности фермента аскорбатпероксидазы (АПО) в условиях высокой температуры воздуха, что также подтверждает генотипическую

зависимость (рис. 6.1.3) то есть фермент АПО вносит определенный вклад в формировании устойчивости растений в ходе окислительного стресса, который был спровоцирован высокой температурой воздуха, но зависит от генотипа.

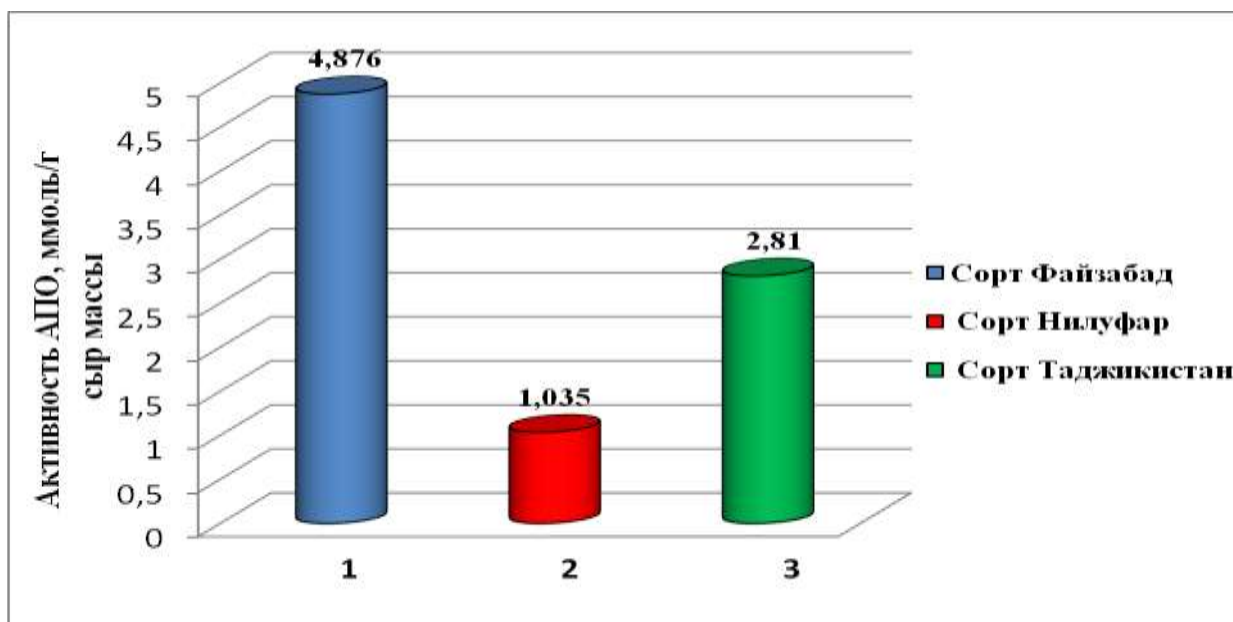


Рисунок 6.1.3. - Активность фермента аскорбатпероксидазы (АПО) у генотипов картофеля в условиях высокой температуры (фаза цветения).

При этом по мере повышения температуры воздуха у растений наблюдается снижение активности АПО у устойчивого сорта картофеля Таджикистан. Следует отметить, что в листьях растений сорта Файзабад активность АПО по сравнению с другими сортами была максимальная (4.876 ммоль/г сыр массы). При действии стресса у сортов Нилуфар и Таджикистан значение активности фермента АПО было минимальные (1.035 - 2.81 ммоль/г сырой массы). По всей вероятности высокая температура воздуха усиливает синтез *de novo* других антиоксидантных ферментов, которые способствуют снижению концентрации H_2O_2 и, следовательно, защите клетки от окислительного стресса (рис.6.1.3).

Как было показано в главе 5.1, высокая температура воздуха вызывает водный дефицит у растений. Высокий показатель водного дефицита наблюдался у сорта Нилуфар (25.06%), а у сортов картофеля Файзабад и

Таджикистан, наоборот, водный дефицит был сравнительно ниже (20.41 - 17.65% соответственно), что свидетельствует о большей устойчивости этих генотипов к воздействию высокой температуры.

Таким образом, из полученных нами результатов можно заключить, что высокая температура воздуха вызывает повышение активности всех трех антиоксидантных ферментов СОД, КАТ и АПО у изученных генотипов картофеля, но имеются различия в зависимости от степени устойчивости к стрессу. У устойчивого сорта Таджикистан наблюдался высокий показатель активности фермента СОД, КАТ и низкий показатель активности другого фермента АПО. Снижение активности этого фермента у устойчивого сорта Таджикистан может быть связано с тем, что фермент АПО высокоспецифичен к аскорбату и быстро теряет активность, и в этих условиях высокая устойчивость этих сортообразцов связана с высокой активностью каталазы, которая, в первую очередь, участвует при детоксикации активных форм кислорода.

6.2. Связь между физиологическими параметрами и активностью антиоксидантных ферментов у картофеля

Как показали наши исследования, между водным дефицитом (ВД) и активностью антиоксидантных ферментов наблюдается корреляционная связь (рисунок 6.2.1).

Как видно из рисунка 6.2.1, связь между активностью антиоксидантного фермента СОД и ВД у сортообразцов картофеля является отрицательной ($r = - 0.960$). То есть с увеличением активности антиоксидантного фермента СОД у растений картофеля наблюдается снижение ВД в условиях высокой температуры воздуха.

Видимо, такое явление у сортообразцов картофеля связано с повышением уровня активных форм кислорода в клетках листьев растений, что приводит к повышению активности СОД. Как было определено,

корреляция между ВД и активностью КАТ и ВД, и активностью АПО отрицательная, и равна $r = -0.780$ и $r = -0.117$ (рисунки 6.2.2 и 6.2.3).

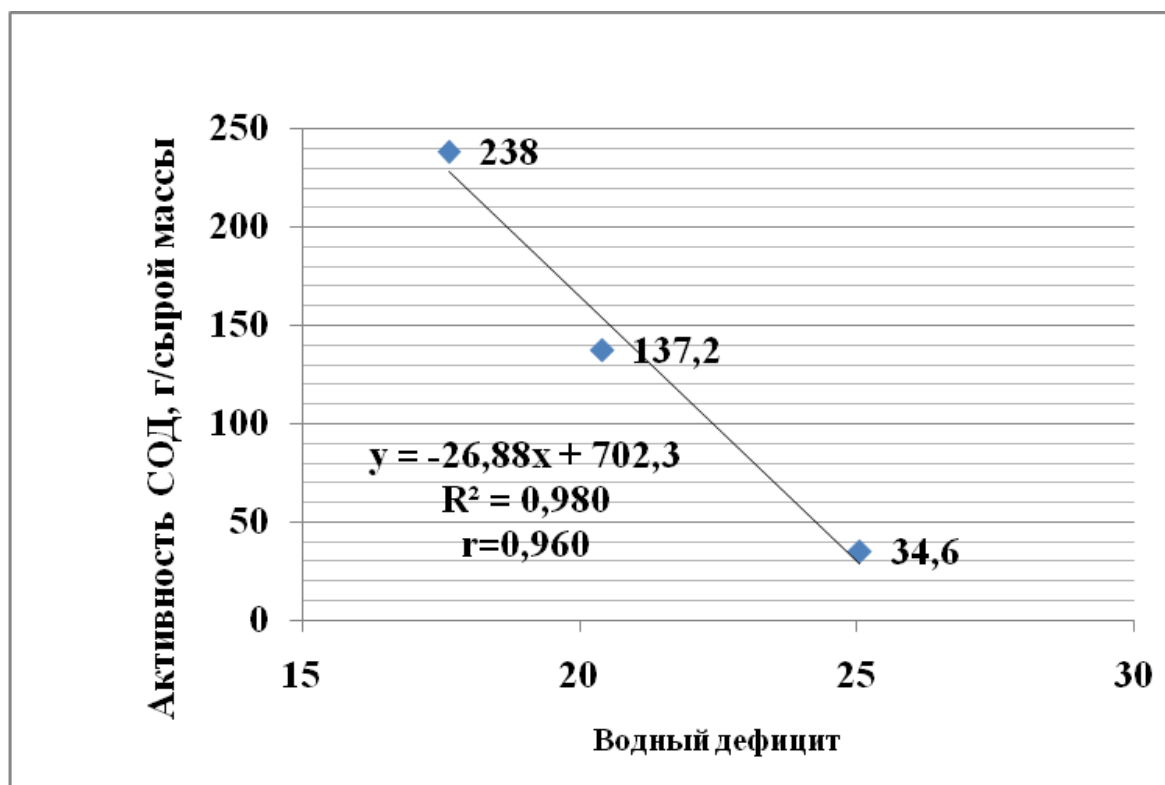


Рисунок 6.2.1 .- Корреляционная связь между активностью фермента СОД и ВД у разных сортообразцов картофеля.

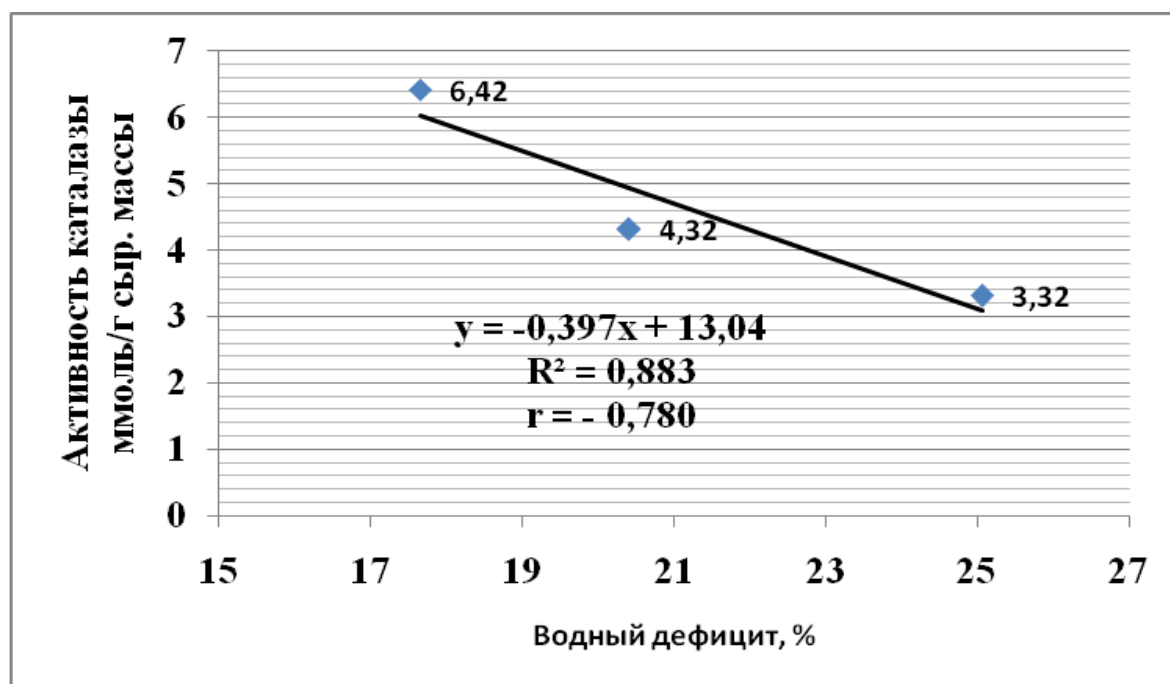


Рисунок 6.2.2. - Корреляция между активностью фермента каталазы и ВД у разных сортообразцов картофеля.

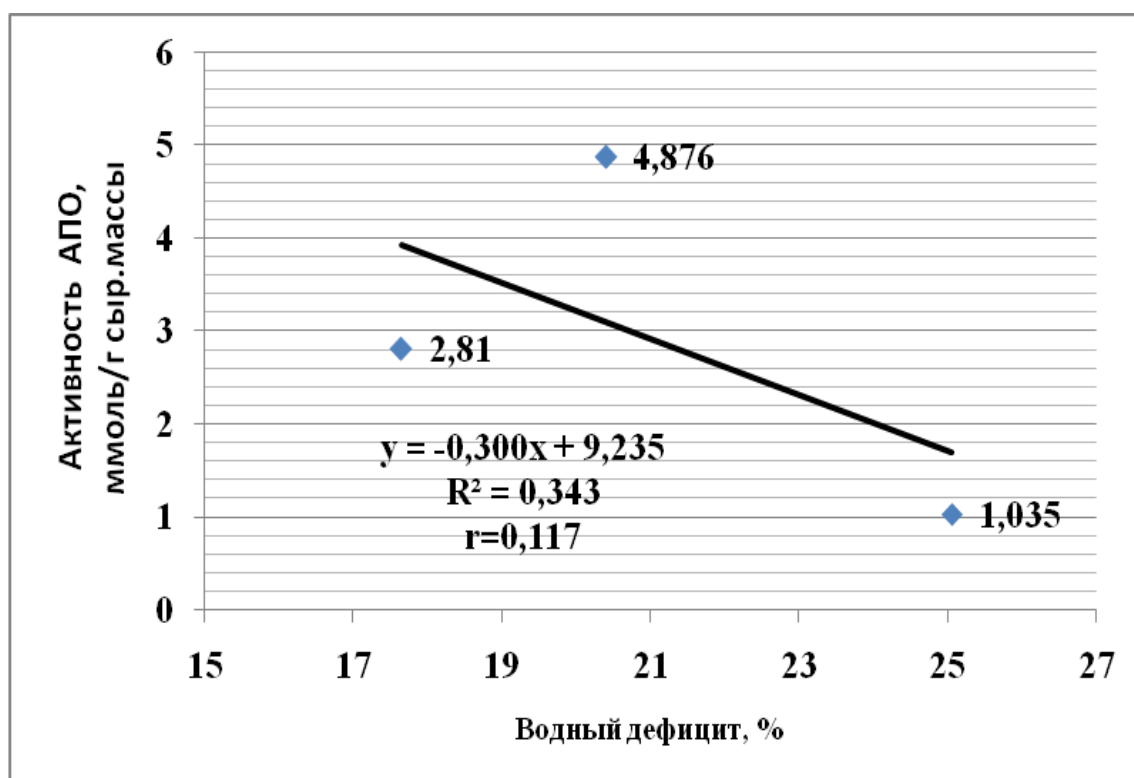


Рисунок 6.2.3.-Корреляция между активностью фермента АПО и ВД у разных сортообразцов картофеля.

Таким образом, следует отметить, что по мере увеличения активности антиоксидантных ферментов происходит уменьшение ВД у сортообразцов картофеля в условиях юга Таджикистана, что можно характеризовать как ответную реакцию изученных генотипов к воздействию стрессорных факторов среды.

Исследования показали, что в условиях высокой температуры наблюдается обратная корреляция между активностью каталазы и ВУС листьев картофеля (рисунки 6.2.4. - 6.2.6).

Как видно из рисунка 6.2.4, в фазе бутонизации между водоудерживающей способностью листьев и активностью каталазы у картофеля наблюдается обратная сильная связь ($r = - 0,897$), что указывает на отрицательное влияние ВУС листьев на содержание каталазы у сортов картофеля в условиях юга Таджикистана.

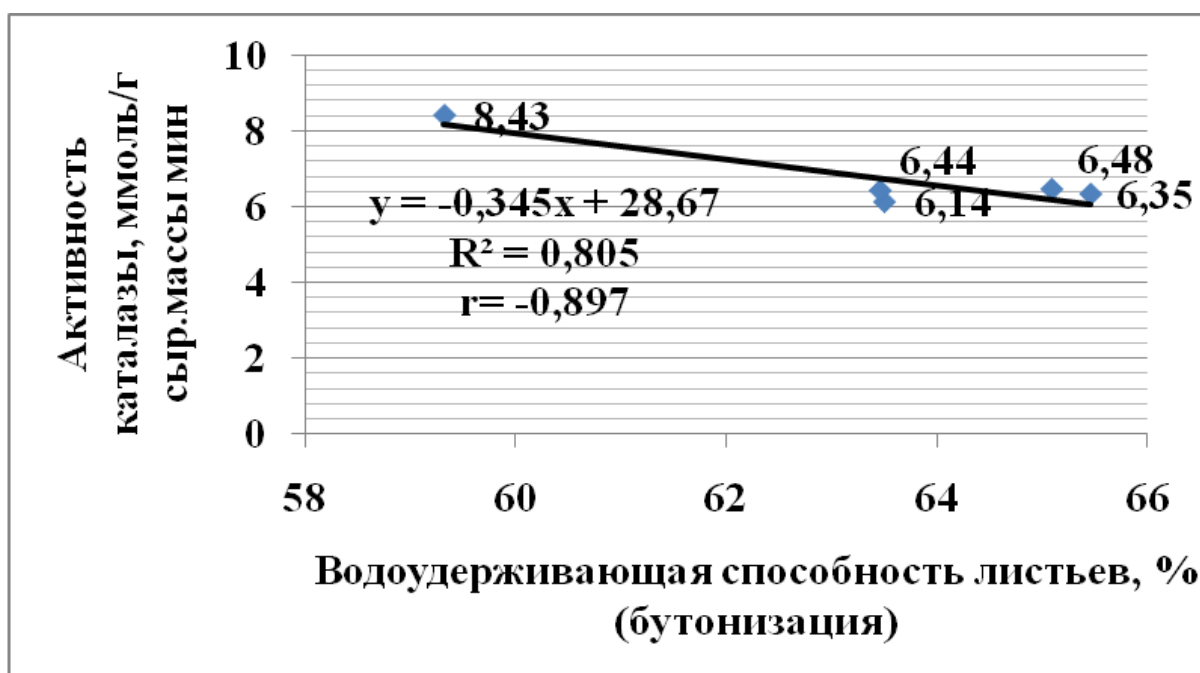


Рисунок 6.2.4. - Водоудерживающая способность листьев и активность каталазы у картофеля в фазе бутонизации.

Необходимо отметить, что в фазе бутонизации пока растения картофеля молодые, у них интенсивно происходит процесс органогенеза и увеличение концентрации ферментов и белков. Это приводит к снижению концентрации АФК в клетках растений.

Такая же картина наблюдается в фазе цветения картофеля (рисунок 6.2.5).

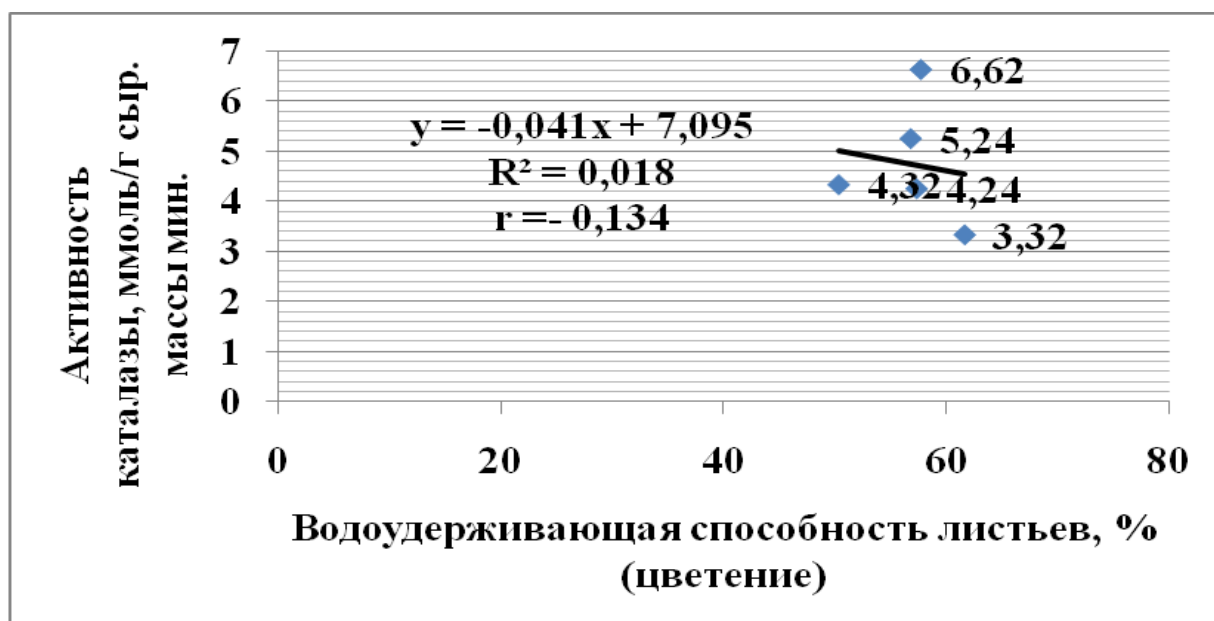


Рисунок 6.2.5. - Водоудерживающая способность листьев и активность каталазы у картофеля в фазе цветения.

Данные рисунка 6.2.5 показывают, что между водоудерживающей способностью листьев и активностью каталазы в условиях высокой температуры воздуха (30°C) у картофеля в фазе цветения отмечается слабая обратная связь ($r = -0.134$), что указывает на отрицательное влияние водоудерживающей способности листьев на активность каталазы у сортов картофеля в условиях высокой температуры. В этой фазе активно протекают синтез органических веществ, в том числе других белков и ферментов, а также ряд физиологических процессов в листьях растений, что в определённой степени снижает взаимосвязь между этими признаками.

Исследование показали, что в конце вегетации, когда формируются клубни у растений, также наблюдается слабая обратная корреляция между водоудерживающей способностью листьев и активностью каталазы (рисунок 6.2.6).

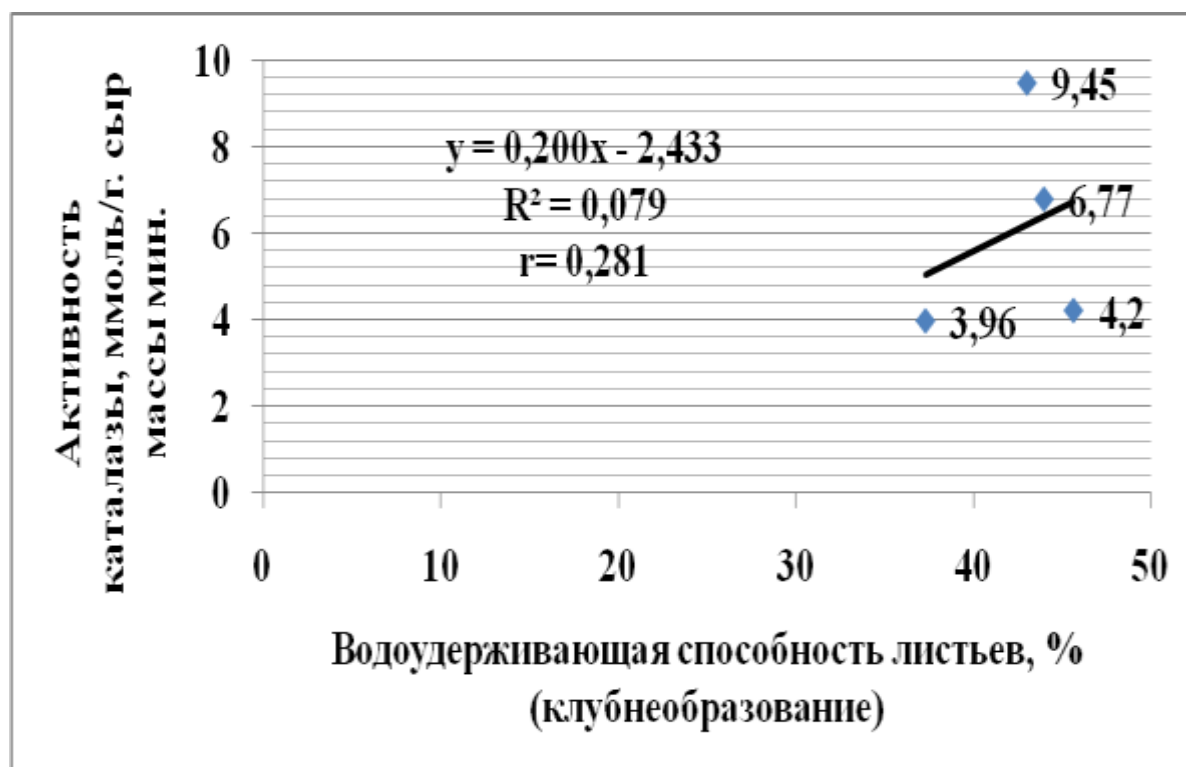


Рисунок 6.2.6. - Водоудерживающая способность листьев и активность каталазы у картофеля в фазе клубнеобразования.

В фазе клубнеобразования связь между водоудерживающей способностью листьев и активностью каталазы составляет $r = 0.281$. По мере

наступления фазы клубнеобразования у растений картофеля активизируется процесс старения и снижения водоудерживающей способности листьев.

Таким образом, можно отметить, что между активностью фермента каталазы и водоудерживающей способностью листьев в фазах бутонизации и цветения существует обратная корреляция (соответственно $r = -0.897$ и $r = -0.134$), а в фазе клубнеобразования наблюдается положительная слабая корреляция ($r = 0.281$).

Следовательно, в зависимости от генетической особенности картофеля, коэффициент корреляции признаков активности фермента каталазы и водоудерживающей способности листьев имеет изменчивый характер в зависимости от фазы развития растений. Это свидетельствует о том, что в процессе роста и развития растений, в разные фазы по-разному протекают физиологические и биохимические процессы у растений в условиях высокой температуры воздуха, что и способствует разному уровню корреляции между такими параметрами, как водоудерживающая способность листьев и активность каталазы.

Как показали исследования, в условиях юга Таджикистана между такими физиолого - биохимическими признаками у растений картофеля, как активность фермента каталазы и относительной содержания воды (ОСВ) в листьях в течение вегетации наблюдается положительная корреляция, что видно из нижеприведённых рисунков (рисунки 6.2.7 – 6.2.9).

Следует отметить, что если корреляция между признаками ОСВ и активность каталазы в фазе бутонизации сильная положительная ($r = 0.827$) (рисунок 6.2.7), то в фазе цветения наблюдается более слабая корреляция ($r = 0.137$) (рисунок 6.2.8), а в фазе клубнеобразования - сравнительно средняя корреляция, которая составляет $r = 0.559$ (рисунок 6.2.9).

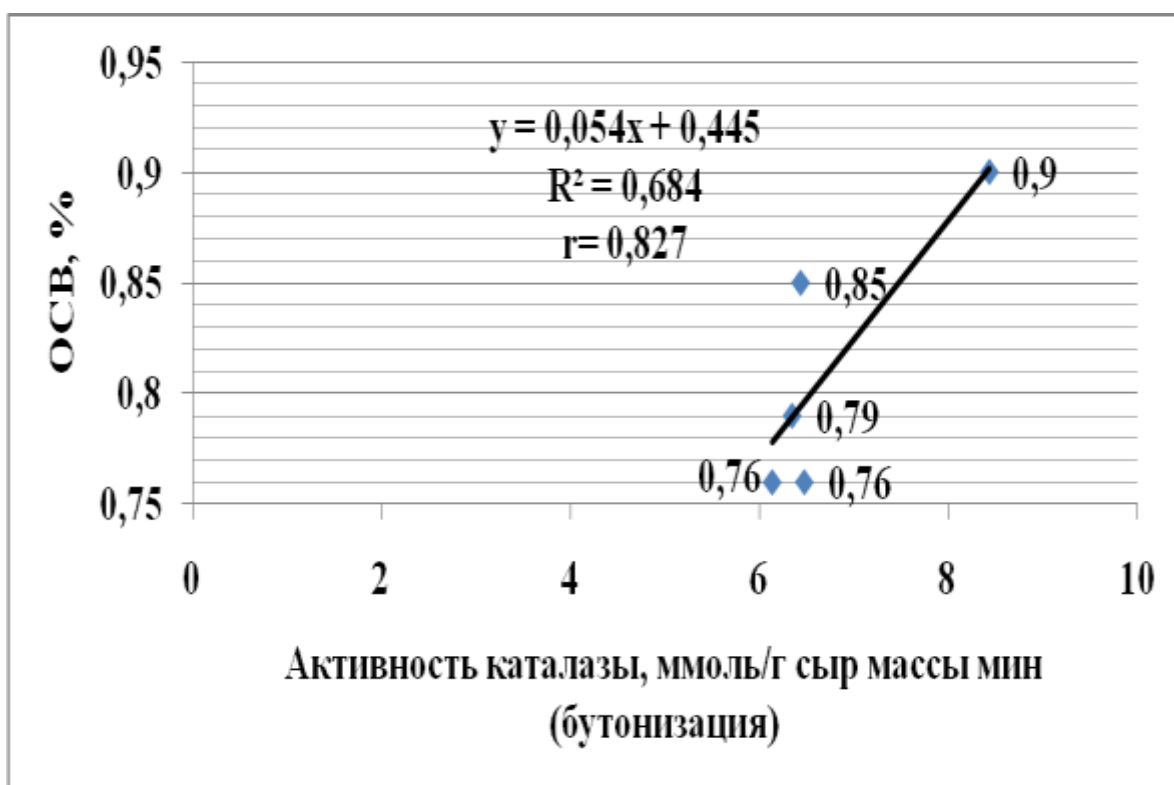


Рисунок 6.2.7. - Связь между ОСВ листьев и активностью каталазы у картофеля в фазе бутонизации.

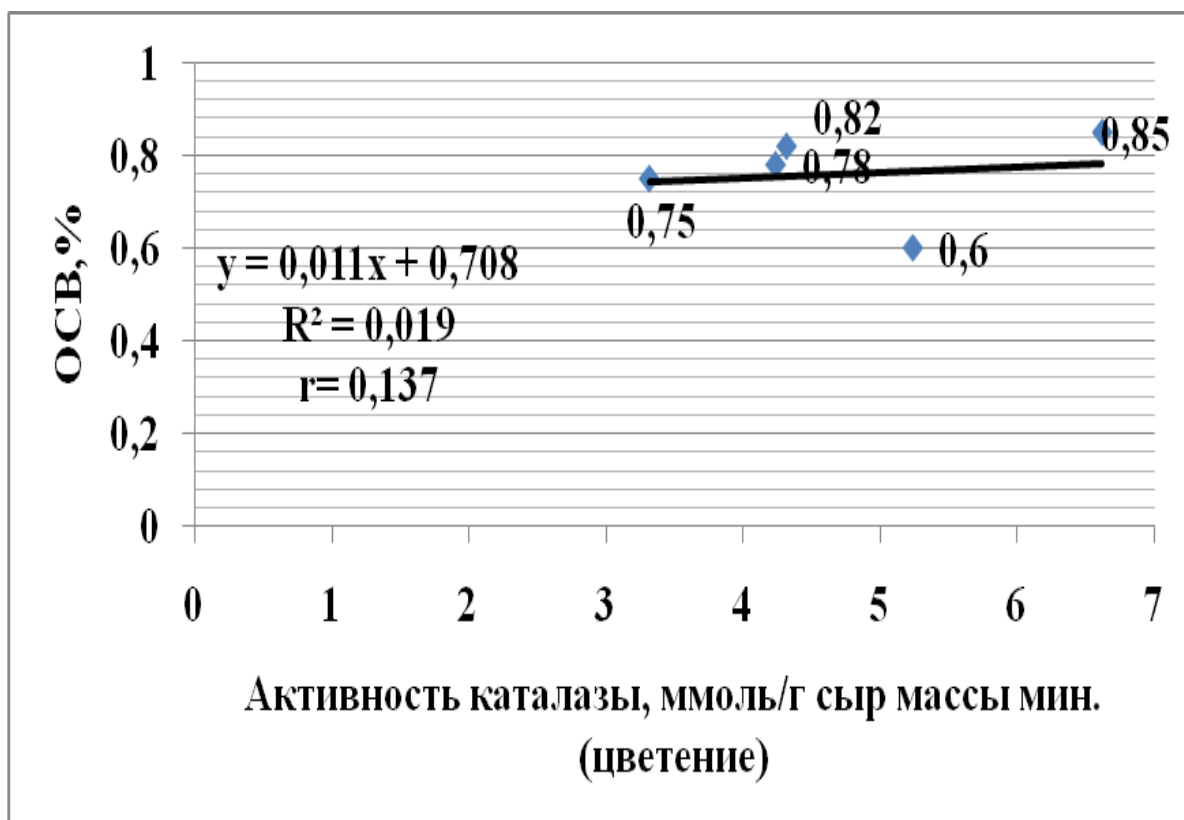


Рисунок 6.2.8. - Связь между ОСВ листьев и активностью каталазы у картофеля в фазе цветения.

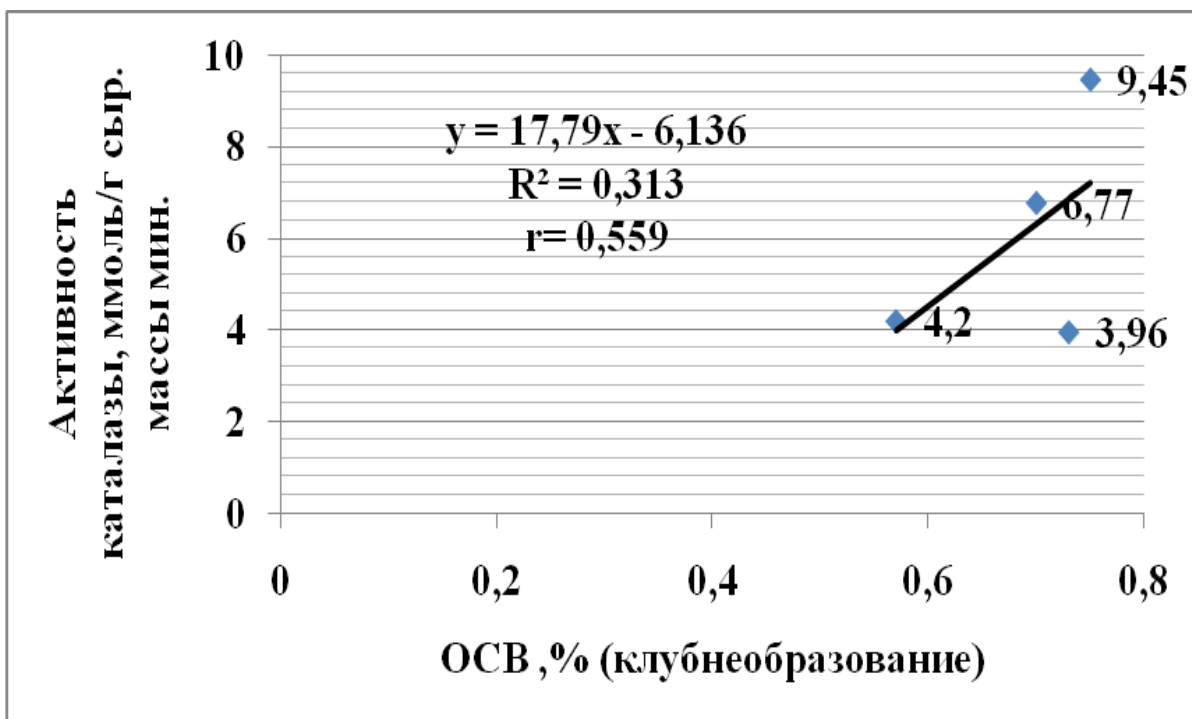


Рисунок 6.2.9. - Связь между ОСВ листьев и активностью каталазы у картофеля в фазе клубнеобразования.

Таким образом, изучение связи между активностью каталазы и ОСВ в разных фазах развития картофеля показывает, что взаимосвязь этих признаков зависит от фазы развития растений в условиях юга Таджикистана. Связь между этими признаками в фазе бутонизации более сильная ($r = 0.827$), в фазе цветения сравнительно слабая ($r = 0.137$), а в фазе клубнеобразования средняя связь ($r = 0.559$).

Необходимо отметить, что корреляция между активностью фермента каталазы и ОСВ листьев картофеля существует положительная в фазах развития растений. В фазах бутонизации и клубнеобразования наблюдается соответственно сильная и средняя положительная корреляционная связь.

В зависимости от генетической особенности сортообразцов картофеля, в фазе цветения такая связь положительная (слабая) по сравнению с фазами бутонизации и клубнеобразования. По - видимому, в фазе цветения у растений происходит уменьшение концентрации АФК в листьях растений, и, следовательно, при этом происходит снижение активности антиоксидантных ферментов, что приводит к ослаблению этих связей.

Результаты исследования показали, что корреляция между активностью АПО и водоудерживающей способностью листьев сортообразцов картофеля в условиях высокой температуры воздуха свидетельствует о том, что во всех фазах развития растений наблюдается отрицательная корреляция (рисунки 6.2.10 – 6.2.12).

Как видно из рисунка 6.2.10 между такими важными признаками как активность АПО и водоудерживающая способность листьев картофеля отмечается более слабая отрицательная корреляция ($r = -0.083$). Тогда, как в фазах цветения и клубнеобразования наблюдается сравнительно сильная корреляция между этими признакам (соответственно $r = -0.877$, $r = -0.937$) (рисунки 6.2.11; 6.2.12).

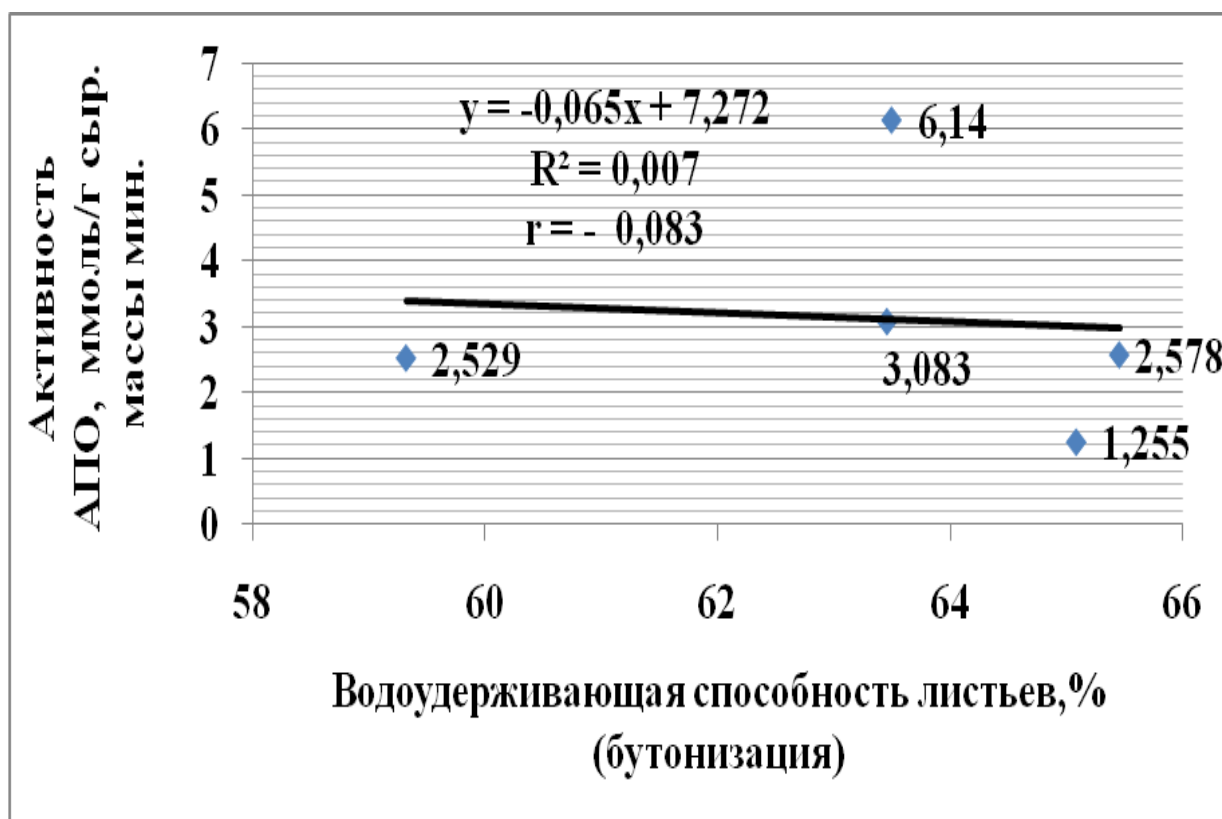


Рисунок 6.2.10. - Связь между активностью АПО и водоудерживающей способности листьев у картофеля в фазе бутонизации.

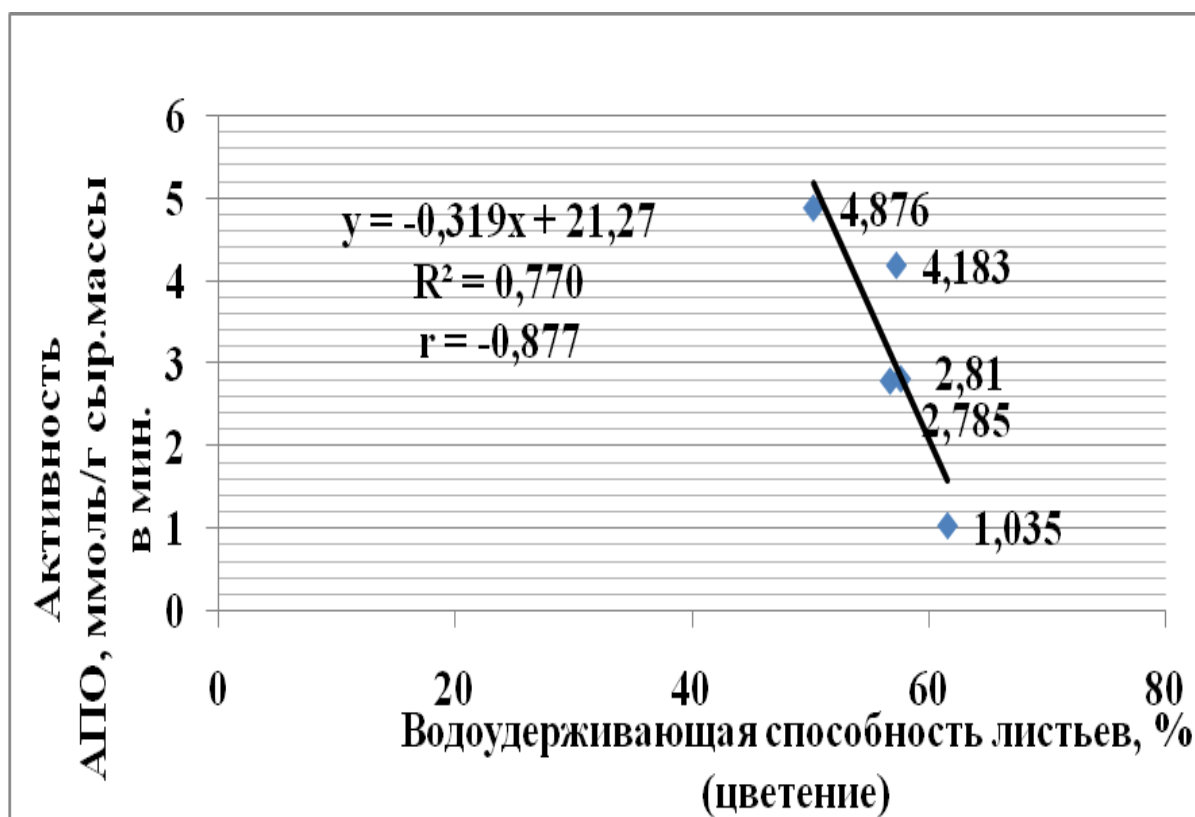


Рисунок 6.2.11. - Связь между активностью АПО и водоудерживающей способностью листьев у картофеля в фазе цветения.

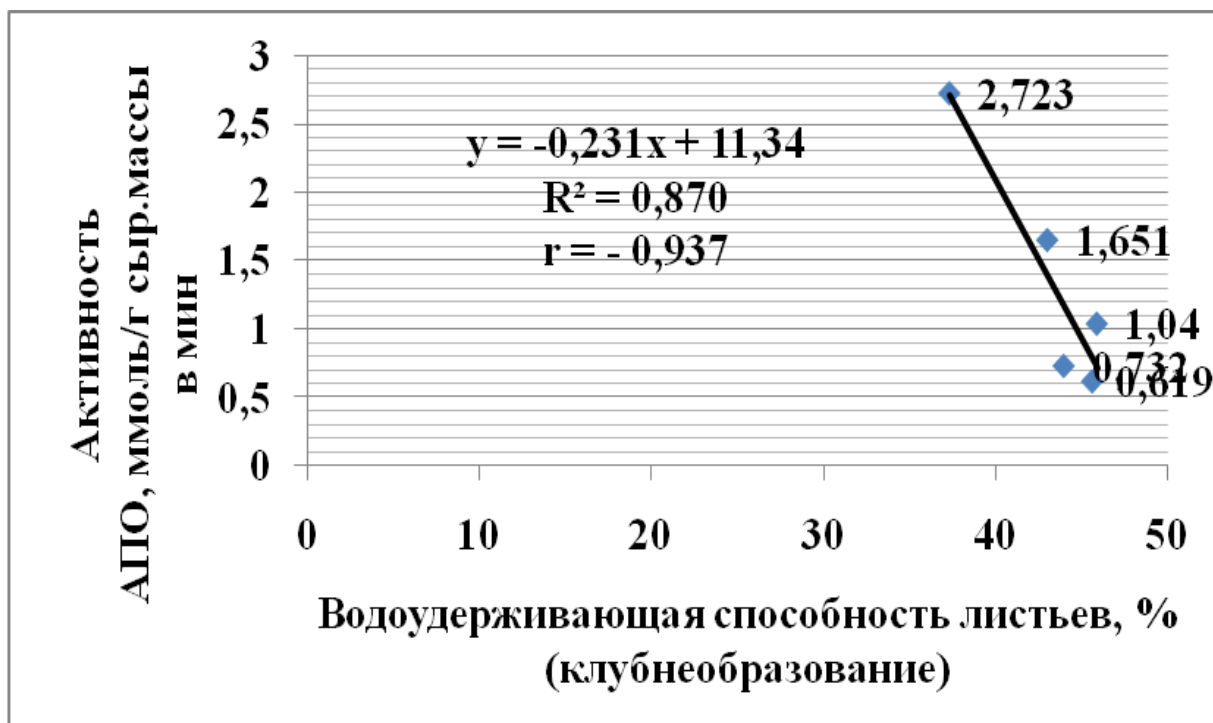


Рисунок 6.2.12. - Связь между активностью АПО и водоудерживающей способностью листьев у картофеля в фазе клубнеобразования.

Следует отметить, что между активностью антиоксидантного фермента АПО и водоудерживающей способностью листьев во всех фазах развития растений наблюдается обратная связь (соответственно $r = -0.083$, $r = -0.877$ и $r = -0.937$). Следовательно, в зависимости от генетической особенности растений картофеля, корреляция между активностью фермента АПО и водоудерживающей способностью листьев растений, в фазе бутонизации имеет слабую связь. Однако, в фазах цветения и клубнеобразования наблюдается сильная обратная связь.

Данный показатель свидетельствует о том, что в процессе роста и развития растений в разные фазы развития высокая температура воздуха приводит к снижению этих связей. Следовательно, высокая температура воздуха, как стрессорный фактор отрицательно влияет на протекание биохимических и физиологических процессов у растений картофеля. По нашему мнению это приводит к изменению уровня корреляционной связи между такими физиологическими признаками, как активность фермента АПО и водоудерживающая способность листьев в условиях юга Таджикистана.

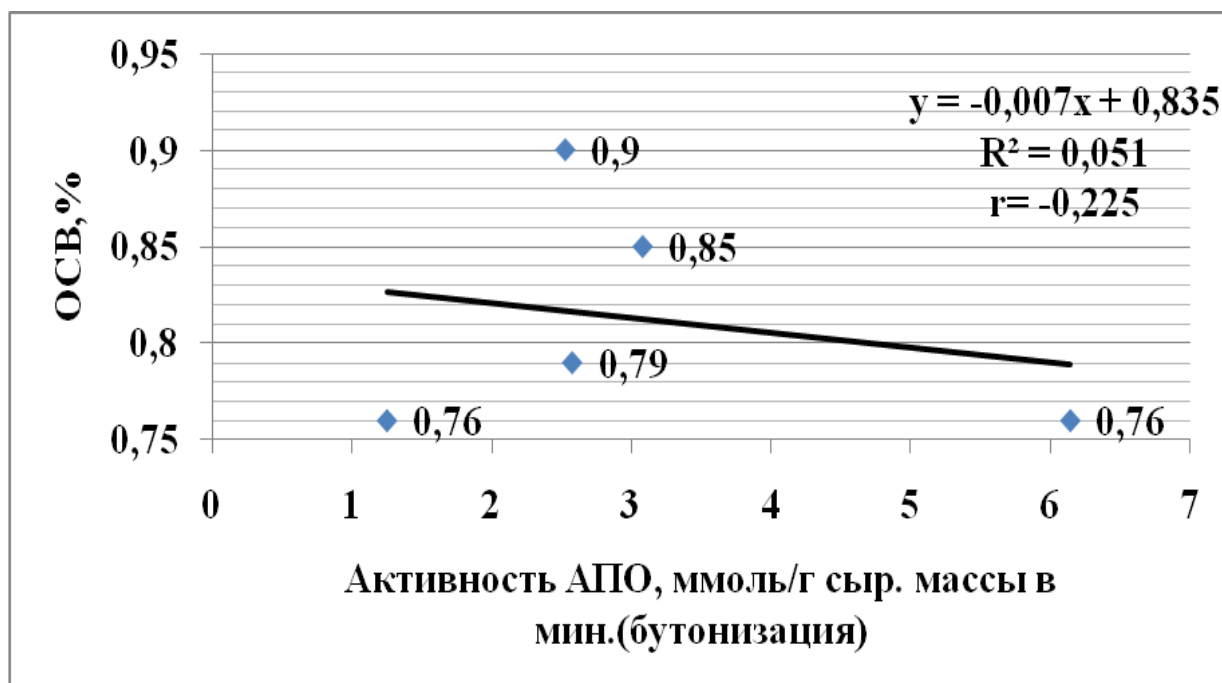


Рисунок 6.2.13. - Связь между активностью АПО и ОСВ листьев у картофеля в фазе бутонизации.

Результаты исследования показали, что корреляционная связь между такими важными физиологическими признаками, как активность антиоксидантного фермента аскорбатпероксидазы и относительное содержание воды (ОСВ) листьев картофеля меняется в фазах развития растений картофеля (рисунки 6.2.13 – 6.2.15).

Как видно из данных рисунка 6.2.13, корреляция между ОСВ и активностью фермента АПО в фазе бутонизации растений картофеля слабая ($r = - 0.225$).

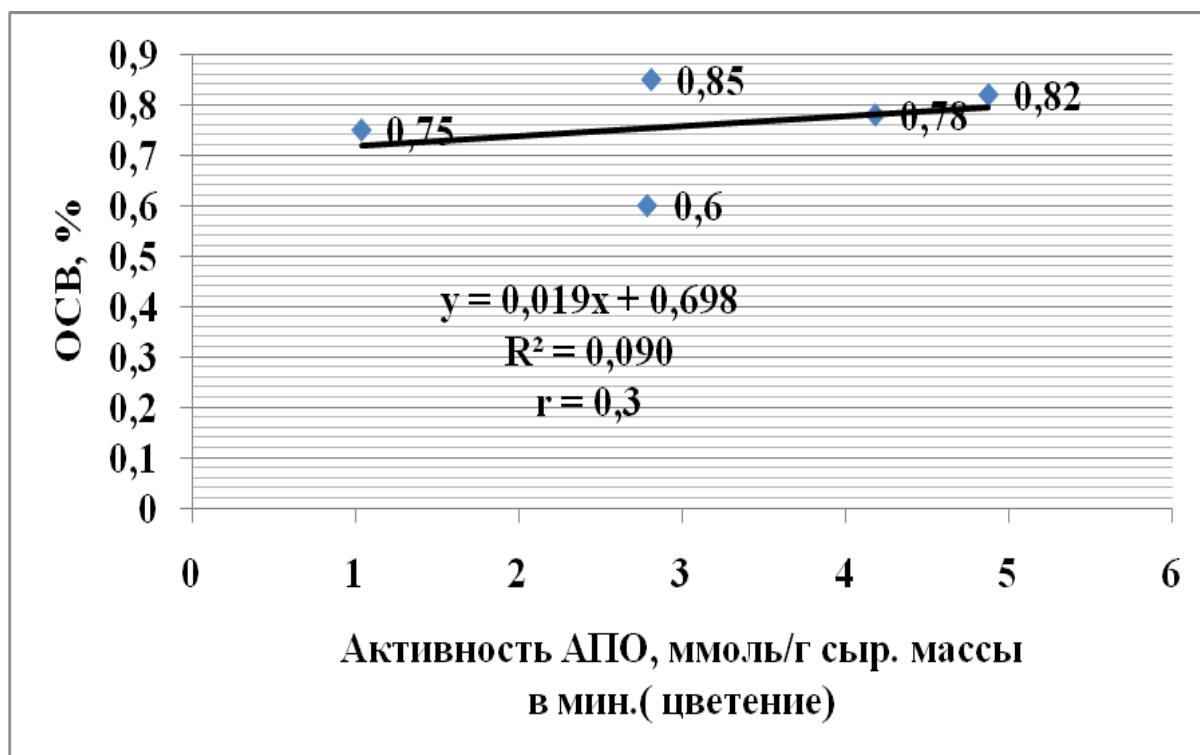


Рисунок 6.2.14. - Связь между активностью АПО и ОСВ листьев у картофеля в фазе цветения.

Однако, в фазе цветения наблюдается слабая положительная корреляция между этими признаками в условиях высокой температуры воздуха ($r = 0.300$) и в фазе клубнеобразования отмечается средняя положительная корреляция ($r = 0.519$).

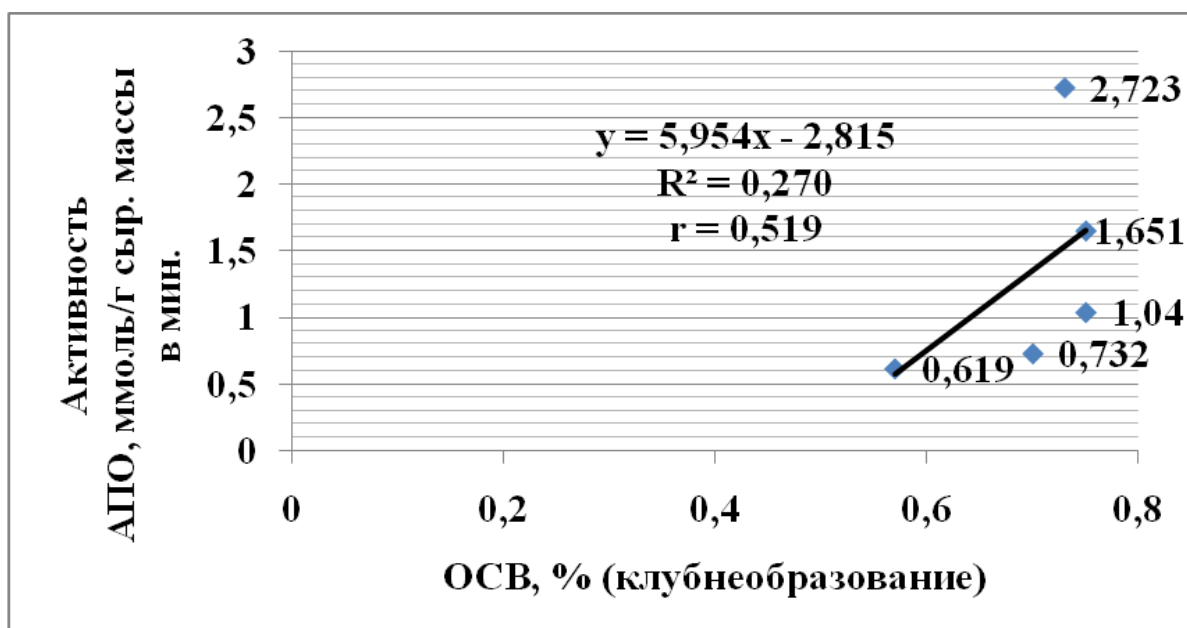


Рисунок 6.2.15. - Связь между активностью АПО и ОСВ листьев у картофеля в фазе клубнеобразования.

Таким образом, необходимо отметить, что в фазе бутонизации у сортообразцов картофеля между такими физиолого-биохимическими признаками, как АПО и ОСВ наблюдается обратная корреляция ($r = - 0.225$). Однако, в фазах цветения и клубнеобразования корреляционная связь между этими признаками положительная (слабая в фазе цветения - $r = 0.300$ и в фазе клубнеобразования $r = 0.519$).

Резюме

Полученные нами результаты показали, что активность ферментов КАТ и СОД в фазах развития растений у изученных генотипов картофеля взаимодополняют друг друга, что усиливает устойчивость растений к воздействию стрессовых факторов среды. Высокая температура воздуха, как стрессорный фактор одновременно вызывает водный дефицит, и тем самым, отрицательно влияет на активность антиоксидантных ферментов у растений картофеля. Сравнительный анализ полученных данных показывает, что при высокой активности антиоксидантных ферментов у растений картофеля наблюдается низкий показатель водного дефицита и, наоборот, при низкой активности этих антиоксидантных ферментов наблюдается высокий показатель водного дефицита.

Таким образом, активность антиоксидантных ферментов в листьях растений способствует усилению адаптивной реакции растений к условиям стрессорного воздействия и это позволяет адаптироваться устойчивым генотипам в условиях естественного жаркого климата южного Таджикистана. Полученные нами результаты показывают, что жароустойчивый сорт картофеля Таджикистан в условиях жары обеспечивает получение высокого урожая клубней, чем другие сортообразцы картофеля.

Необходимо отметить, что при повышенной активности антиоксидантных ферментов происходит уменьшение ВД у сортообразцов картофеля в условиях жаркого климата, что позволяет растениям адаптироваться.

Наряду с этим можно отметить, что корреляция признаков активности фермента каталазы и ВУС листьев в зависимости от генетической особенности картофеля имеет изменчивый характер в фазах развития растений. Это свидетельствует о том, что в онтогенезе растений по-разному протекают биохимические и физиологические процессы. Корреляция между активностью фермента каталазы и ОСВ в листьях картофеля в онтогенезе растений положительная. В фазах бутонизации и клубнеобразования наблюдается соответственно сильная и средняя положительная корреляция, а в фазе цветения такая связь более положительная. Активность ферментов АПО и ОСВ в листьях растений в фазе бутонизации имеет обратную корреляцию ($r = - 0.225$), а в фазах цветения и клубнеобразования - положительную связь (слабая в фазе цветения - $r = 0.300$ и в фазе клубнеобразования $r = 0.519$).

Таким образом, между активностью антиоксидантных ферментов (КАТ, АПО и СОД) и физиологическими показателями (ВУС листьев, ОСВ и ВД) наблюдается разная связь в зависимости от фазы развития растений, климатических факторов и генетических особенностей растения, что свидетельствует об уровнях адаптации растений в стрессовых условиях юга Таджикистана.

ГЛАВА 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ СОРТООБРАЗЦОВ КАРТОФЕЛЯ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ТАДЖИКИСТАНА

7.1. Расходы при выращивании сортобразцов картофеля в условиях жаркого климата юга Таджикистана

Следует отметить, что в настоящее время в производственных условиях южных районов Таджикистана (Вахшская и Кулябская долины) производители картофеля на посадку в подзиму и в летние сроки посадки в основном используют посадочный материал, который выращивается в агроэкологических условиях горных районов (на высоте 1800 - 2500 м над уровнем моря). Как обычно, такой посадочный материал картофеля относится к горной семенной категории массовой репродукции (классы А, Б и С). Такие семенные клубни, хотя и относятся к более низкой семенной репродукции, тем не менее они выращены в условиях наиболее оптимального прохладного горного климата и при использовании их на посадку в условиях долины обеспечивают получение хорошего урожая.

В связи с этим, нами определена экономическая эффективность использования семенного материала сортобразцов картофеля, выращенного в различных агроэкологических условиях Таджикистана при выращивании его в условиях жаркого климата Хуросонского района.

Нами определены общие расходы при выращивании сортобразцов картофеля в условиях жаркого климата юга Таджикистана (таблица 7.1.1). Как показывают данные таблицы 7.1.1 в условиях Хуросонского района Хатлонской области Таджикистана при выращивании раннего картофеля от общей суммы затрат около 51% приходится на долю стоимости семенного материала. Также фермеры имеют значительные затраты на покупки органоминеральных удобрений, на технические работы (зарплата тракториста и др.) и административные расходы.

**Таблица 7.1.1. - Общие затраты на 1 га посадки картофеля в условиях долины
(Хуросонский район, 560 м над ур. моря)**

№	Наименования затрат	Количество	Цена за единицу, сомони	Сумма, сомони
1	Органические удобрения	4000 кг	0,3	1200
2	Минеральные удобрения	300 кг	3,0	900
3	Затраты на осеннюю вспашку земли	1 га	400	400
4	Затраты на ранна - весеннюю подготовку почвы	1га	300	300
5	Пестициды	0.5л	150	150
6	Стоимость семян	3000 кг	3.0	9000
7	Стоимость дизтоплива	100	6	420
8	Стоимость смазочного материала	3	15	45
9	Зарплата тракториста	1.0 га	800	800
10	Транспортировка семян до поля	3000 кг	0.3	900
11	Первая ручная междурядная обработка	1 га	400	400
12	Первая культивация (дизтопливо, смазочный материал, зарплата тракториста)	1 га	400	400
13	Затраты на проведение поливов	5раз	200	1000

Продолжение таблицы 7.1.1.				
14	Уборка урожая	1га	500	500
15	Налоговые сборы	1 га	300	300
16	Затраты на поливные воды	1 га	200	200
	Затраты:			16915.00
17	Административные расходы (5% от затрат)	1 га		845.75
	Общая сумма затрат (себестоимость):	1га		17760.75

7.2. Эффективность выращивания сортообразцов картофеля в условиях юга Таджикистана

Наши исследования показали, что при выращивании различных сортообразцов картофеля, в зависимости от их потенциала урожайности можно увеличить производство раннего картофеля в условиях юга Таджикистана и производители продукции могут получить более высокую экономическую эффективность (таблица 7.2.1).

Таблица 7. 2.1 - Эффективность выращивания сортообразцов картофеля в условиях Хурсонского района Хатлонской области Таджикистана

Сортообразцы картофеля	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, тыс. сомони/га	Себестоимость продукции, тыс. сомони/га	Условная прибыль от реализации продукции, тыс. сомони/га	Прибавка чистой прибыли к стандарту:	
					тыс. сомони/га	%
1	2	3	4	5	6	7
Кардинал (ст.)	13.9	27.8	17.76	10.04	0.00	100.00
Аладин (репродук. из Мастчи)	12.8	25.6	17.76	7.84	-2.2	-22.2

Продолжение таблицы 7.2.1.						
АН-1	25.2	50	17.76	32.24	22.2	330.68
Бунафша	30.0	60	17.76	42.24	32.2	519.92
Зарина	16.7	33.4	17.76	15.64	5.6	55.78
Нилуфар	21.7	43.4	17.76	25.64	15.6	155.38
Файзабад	21.6	43.2	17.76	25.44	15.4	153.39
Рашт	22.8	45.6	17.76	27.84	17.8	177.29
Таджикис-тан (реп.2017 г. Канаска)	27.5	54	17.76	36.24	26.2	470.12
Таджикис-тан (реп.2017 Ляхша)	21.4	42.8	17.76	25.04	15	149.40
1	2	3	4	5	6	7
Таджикис-тан (реп.2016 г. долины)	10.8	21.6	17.76	3.84	-6.2	-38.30
Клон Файзабад	27.1	54.2	17.76	36.44	26.4	262.95
Клон-2tj	19.4	38.8	17.76	21.04	11	109.56
Клон - 13 tj	27.6	54.0	17.76	35.24	26.2	332.67
Клон -№ 73	27.2	54.4	17.76	36.64	26.6	464.14
Клон - 15 tj	25	50	17.76	32.24	22.4	442.23
F ₁ (Пикассо х Файзабад)	16.7	33.4	17.76	15.64	5.6	55.78
F ₁ (Нилуфар х Клон -2)	26.7	53.4	17.76	35.64	25.6	254.98
Сумма	395.2	725.5	319.7	408.8	302.0	3973.8
Среднее	21.58	43.16	17.76	25.42	15.38	220.76
Реализационная цена 2,0 тыс. сомони/тонна						

Из данных таблицы 7.2.1 видно, что кроме семенного материала сорта Аладин, выращенного в условиях района Горной Матчи и сорта Таджикистан, выращенного в условиях Гиссарской долины, остальные сорта картофеля по уровню получаемой прибыли с одного га превышают стандартный сорт картофеля Кардинал (от 5.6 до 32.2 тыс.сомони/га).

В условиях Вахшской долины (Хуросонский район) такие сортообразцы, как гибрид F₁(Нилуфар х Клон - 2); АН - 1; Клон Файзабад; Клон - 73; Клон - 15 тj; Таджикистан (реп. Канаска) и Бунафша превышают стандартный сорт Кардинал по урожайности от 11.3 до 16.8 т/га. Эти сортообразцы в условиях Хуросонского района Хатлонской области обеспечивают получение урожая раннего картофеля от 20.0 до 30.0 т/га. Необходимо отметить, что такие сортообразцы картофеля, как Клон - 15 тj; Клон - 73; Таджикистан (реп. Канаска) и Бунафша в условиях Хуросонского района способствовали получению урожая клубней от 25 до 30 т/га.

Наши расчёты показали, что в среднем по всем сортообразцам картофеля в условиях Хуросонского района можно получить 21.58 т/га урожая клубней и 25.42 тыс. сомони/га, что превышает показатели стандартного сорта картофеля Кардинал, соответственно на 15.38 тыс. сомони/га.

Таким образом, все сортообразцы картофеля, кроме сорта Аладин, исходный семенной материал которого выращен в условиях района Горной Матчи и сорта Таджикистан, семенной материал, выращенный в условиях Гиссарской долины, имеют больше с га прибыли, чем стандартный сорт картофеля Кардинал.

7.3. Эффективность выращивания картофеля в зависимости от зоны возделывания в Таджикистане

Нами установлены общие расходы при выращивании сортообразцов картофеля в зависимости от вертикальной зональности в разных агроэкологических зонах Таджикистана (таблица 7.3.1).

Из таблицы 7.3.1 вытекает, что в условиях различных районов Таджикистана в процессе возделывания картофеля около 45 % от общей суммы затрат приходится на долю стоимости посадочного материала. Кроме того, картофелеводы и фермеры расходуют большие значительные затраты для приобретения органо-минеральных удобрений, а также приготовлению почвы для посадки, агротехнические работы во время вегетации (зарплата тракториста и др.), другие производственные затраты и расходов.

Проведенные нами исследования показали, что при выращивании картофеля, в зависимости от высоты над уровнем моря по-разному проявляется продукционный потенциал этой культуры и в связи с этим получаемый условный эффект от возделывания картофеля тоже разный (таблица 7.3.2).

Таблица 7.3.1. - Общие затраты на 1 га посадки картофеля в среднем из различных районов Таджикистана

№	Наименования затрат	Количество	Цена за единицу, сомони	Сумма, сомони
1	Органические удобрения	5000 кг	0.4	2000
2	Минеральные удобрения	500 кг	3.0	1500
3	Затраты на осеннюю вспашку земли	1 га	400	400
4	Затраты на ранне - весеннюю подготовку почвы	1га	400	400
5	Пестициды	1.0л	200	200
6	Стоимость семян	3000 кг	3.0	9000
7	Стомость дизтоплива	100 л	5	500
8	Стоимость смазочного материала	5 л	15	75

Продолжение таблицы 7.3.1.				
9	Зарплата тракториста	1.0 га	1000	1000
10	Транспортировка семян до поля	3000 кг	0.3	900
11	Первая ручная междурядная обработка	1 га	400	400
12	Первая культивация (дизтопливо, смазочный материал, зарплата тракториста)	1 га	400	400
13	Затраты на проведение поливов	7 раз	200	1400
14	Уборка урожая	1га	500	500
15	Налоговые сборы	1 га	300	300
16	Затраты для поливной воды	1 га	200	200
	Затраты:			19175
17	Административные расходы (5% от затрат)	1 га	958.75	958.75
	Общая сумма затрат (себест-сть):	1га		20133.75

Из данных таблицы 7.3.2 видно, что урожайность картофеля в разные высоты над уровнем моря имеет разные показатели и в связи с этим стоимость получаемой продукции также имеет разные показатели. Условная чистая прибыль от производства и реализации картофеля на высотах 550 м над уровнем моря (Хуросонский район) и 3600 м над уровнем моря (Шугнанский район) соответственно составляет 21.87 и 26.37 тыс. сомони/га,

что по сравнению с такой высотой, как Ляхш (2700 м над уровнем моря) на 33 и 28.5 тыс. сомони/га меньше.

Самый высокий урожай картофеля наблюдается в зоне Канаск (на высоте 2550 м над уровнем моря), что по сравнению со средним показателем из всех зон выращивания на 25.5 тыс. сомони/га больше.

В среднем условная чистая прибыль из всех зон возделывания картофеля составляет 39.87 тыс. сомони/га.

Таблица 7.3.2. - Эффективность выращивания картофеля в зависимости от зоны возделывания в Таджикистане

Районы	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, тыс.сомони/га	Себестоимость продукции, тыс.сомони/га	Условная чистая прибыль, тыс. сомони/га
Хуросон -550 м	14.0	42.00	20.13	21.87
Душанбе-840 м	17.5	52.50	20.13	32.37
Явроз-1500 м	20.0	60.00	20.13	39.87
Канаск-2550 м	28.5	85.50	20.13	65.37
Ляхш -2700 м	25.0	75.00	20.13	54.87
Шугнан-3600 м	15.5	46.50	20.13	26.37
Среднее	20.0	60.00	20.13	39.87
<i>Реализационная цена 3,0 тыс. сомони/тонна</i>				

Наиболее эффективными и оптимальными зонами для получения большего уровня условного чистого дохода от производства картофеля можно отнести высоты 2550 м (Канаск) и 2700 (Ляхш) м над уровнем моря в Таджикистане. Таким образом, высота над уровнем моря играет важную роль в повышении урожайности картофеля и получении условного чистого дохода от производства картофеля в Таджикистане.

Резюме

Проведенные нами исследования показали, что в условиях долины (Хуросонский район, на высоте 550 м над уровнем моря) такие сортообразцы картофеля, как гибрид F_1 (Нилуфар х Клон -2); АН-1; Клон Файзабад; Клон - 73; лон - 15 тj; Таджикистан (реп. С Канаска) и Бунафша превышают стандартный сорт Кардинал по урожайности от 11.3 до 16.8 т/га, а на уровню условной чистой прибыли с одного га от 22.6 до 36.6 тыс. сомони/га соответственно. В условиях Хуросонского района Хатлонской области эти сортообразцы обеспечивают получение урожая раннего картофеля от 20.0 до 30.0 т/га. Особенно такие сортообразцы картофеля, как Клон - 15 тj; Клон - 73; Таджикистан (репродукция из Канаска) и Бунафша в условиях Хуросонского района обеспечивают получение урожая клубней от 25 до 30 т/га.

Наши расчёты показали, что в среднем по всем сортообразцам картофеля в условиях Хуросонского района можно получить 21.58 т/га урожая клубней и 42.16 тыс. сомони/га, что превышает показатели стандартного сорта картофеля Кардинал, соответственно на 15.36 тыс.сомони/га.

Таким образом, все сортообразцы картофеля, кроме сорта Аладин, исходный семенной материал которого выращен в условиях района Горной Матчи и сорта Таджикистан, семенной материал выращен в условиях Гиссарской долины, имеют больше с га прибыли, чем стандартный сорт картофеля Кардинал.

Исследования показали, что урожайность картофеля в разные высоты над уровнем моря имеет разные показатели. В связи с этим, стоимость производимой продукции также имеет разные показатели. Условная чистая прибыль от производства и реализации картофеля на высотах 550 м над уровнем моря (Хуросонский район) и 3600 м над уровнем моря (Шугнанский район) соответственно составляет 21.87 и 26.37 тыс. сомони/га по сравнению с такой высотой, как Ляхш (2700 м над уровнем моря) на 33 и 28.5 тыс.

сомони/га меньше. Самый высокий урожай картофеля наблюдается в зоне Канаск (на высоте 2550 м над уровнем моря), что способствует здесь получению наибольшей условной чистой прибыли. Уровень условной чистой прибыли по сравнению со средним показателем из всех зон выращивания на 25.5 тыс. сомони/га больше. Наиболее эффективными и оптимальными зонами для получения высокого уровня условного чистого дохода от производства картофеля являются высоты 2550 м (Канаск) и 2700 (Ляхш) м над ур. моря.

Таким образом, высота над ур. моря играет важную роль в повышении урожайности картофеля и получении условного чистого дохода от производства картофеля в Таджикистане.

КОНЦЕПЦИЯ ВЫПОЛНЕННОЙ НАУЧНОЙ РАБОТЫ

В последние годы мировое сообщество обеспокоено проблемами изменением климата, так как изменение климата может привести к нехватке продовольственных, водных и других ресурсов на Земном шаре в будущем. Все эти проблемы озадачили ученых всего мира разработать меры для снижения последствий негативных явлений. Одним из путей решения данной проблемы является изучение физиолого-биохимических, приспособительных реакций различных сельскохозяйственных растений на действие факторов среды, что может способствовать созданию новых перспективных сортов растений вопросов продовольственной безопасности.

Отрасль картофелеводства в Таджикистане играет важную роль и особое внимание уделено увеличению производства картофеля. В настоящее время в республике под картофелем занято более 50 тыс. га, где производится около 1 млн. тонн продовольственного картофеля, что не покрывает потребность населения. Для увеличения производства картофеля необходимо создание новых адаптированных сортов этой культуры для возделывания в условиях юга Таджикистана. Изучение физиолого-биохимических параметров перспективных сортообразцов картофеля позволит повысить получение более высоких урожаев в условиях юга Таджикистана.

Нашими исследованиями показано, что в период вегетации картофеля сравнительно повышенная среднемесячная температура воздуха 26⁰С, 24⁰С и 22⁰С наблюдается на высотах 550, 840 и 1500 м над ур. моря, где урожайность картофеля составляет 14, 17.5 и 20.0 т/га соответственно. На высотах 2550 м и 2700 м над ур. моря имеется оптимальная для роста и развития растений картофеля среднемесячная температура воздуха в пределах 18-20⁰С и наибольшее количество осадков – 120 и 80 мм, что благоприятно влияет на формирование продуктивности картофеля. Исследования показали, что наибольшая урожайность сортообразцов картофеля была получена на высотах 2550 м и 2700 м над ур. моря что составляет 28.5 и 25 т/га соответственно.

Таким образом, установлено, что наиболее оптимальными абиотическими условиями для получения высокого урожая картофеля (25 - 29 т/га) являются такие агроэкологические факторы, как высотная зональность (2550 - 2700 м над ур. моря), количество осадков 80 - 120 мм и среднемесячная температура воздуха 18 - 20 °С в период вегетации картофеля.

Сравнительный анализ полученных данных показывает, что при высокой активности антиоксидантных ферментов у растений картофеля наблюдается низкий показатель водного дефицита, и наоборот. Высокая активность антиоксидантных ферментов в листьях растений способствует усилению приспособительных реакции растений к условиям стрессового воздействия и позволяет проявить наибольший адаптационный потенциал в условиях высокой температуры воздуха юга Таджикистана. В частности, полученные нами результаты показали, что устойчивый сорт Таджикистан в условиях жаркого климата долины обеспечивает получение высокого урожая, чем другие изученные сортообразцы картофеля.

В среднем по всем сортообразцам картофеля в условиях Хурсонского района можно получить 21.4 т/га урожая клубней, что соответствует 42.8тыс. сомони/га прибыли.

На основе проведенных исследований в условиях юга Таджикистана можно заключить, что физиолого-биохимические параметры, адаптационный потенциал и продуктивность картофеля, тесно взаимосвязаны и зависят от генетических особенностей сортообразцов (рис. 1). Как представлено на схеме, изменение климата приводит к повышению температуры воздуха, засухе и засолению. Данные стрессовые факторы провоцируют накопление АФК и дальнейший окислительный стресс, что влияет на морфологические, физиологические и биохимические показатели способствующие формированию адаптационного потенциала в условиях стресса, который в свою очередь коррелирует с продуктивностью.

Таким образом, высокая температура воздуха, как стрессорный фактор, в условиях юга Таджикистана существенно влияет на формирование адаптационного потенциала растений, что является необходимым условием для нормального роста и развития растений, что очень важно для формирования общей биологической массы и хозяйственно полезного урожая картофеля.

В будущем для создания новых перспективных сортов картофеля необходимо учитывать выявленные закономерности проявления адаптационного потенциала различных генотипов картофеля к воздействию высокой температуры воздуха для прогнозирования урожайности картофеля в условиях изменения климата, провоцирующих экстремальную жару и дальнейшего внедрения в производство устойчивых сортов.

Данные, физиолого-биохимические подходы изучения устойчивости и продуктивности картофеля и получение новых сортов может быть применено и к другим сельскохозяйственным культурам. На основе использования предложенных тест признаков можно разработать сценарии прогнозирования целесообразности выращивания различных культур в условиях юга Таджикистана.

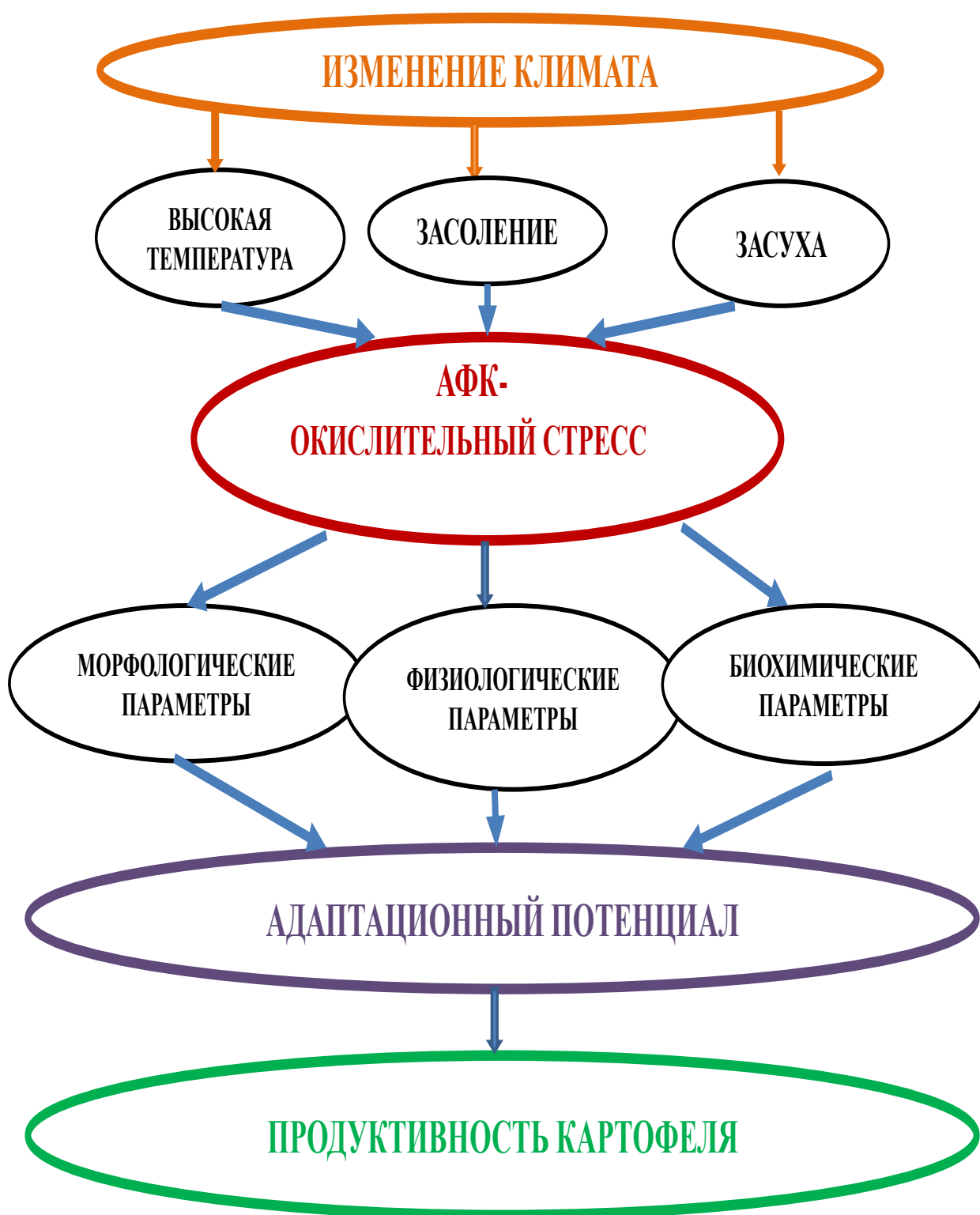


Рисунок 1. - Влияние изменения климата и факторов среды на адаптационную способность и продуктивность картофеля в условиях жаркого климата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Исследованные сорта картофеля по ряду морфо – физиологических и хозяйственно полезных признаков различаются друг от друга в разных агроэкологических условиях выращивания и эти различия имеют генотипическую зависимость. В условиях жаркого климата Хуросонского района (550 м над ур. моря) высокопродуктивными являлись сорта Таджикистан и Мухаббат. Выявлено, что оптимальными зонами для получения высокого урожая картофеля (25 - 29 т/га) являются зоны в пределах 2550 - 2700 м над ур. моря, количеством осадков в пределах 80 - 120 мм и среднемесячной температурой воздуха 18 - 20° С. [1 - А], [4 - А], [7 - А]
2. Показано, что высокая температура воздуха по - разному влияет на формирование многих полигенных признаков сортообразцов картофеля, в частности на формирование таких морфологических признаков, как количество стеблей, их масса, масса корней, масса клубней и общая биомасса растений. Наиболее перспективными по данным признакам являлись сорта Рашт, Файзабад, Таджикистан и Мухаббат. [3 - А], [4 - А], [19 - А], [25 - А]
3. Выявлены отличия по содержанию хлорофиллов (*a*, *b*) и сумме каротиноидов у изученных сортообразцов картофеля. Показано, что процентное содержание хлорофилла *a* к общему содержанию хлорофиллов выше у сорта Таджикистан, а каротиноидов у сорта Файзабад, что указывает на определенный вклад фотосинтетических пигментов в формирование адаптационного потенциала растений. [2 - А]
4. Выявлена корреляционная зависимость ОСВ и ВД в клетках листьев растений, чем выше ВД, тем ниже ОСВ, и наоборот. Установлено, что в условиях юга Таджикистана наблюдается обратная корреляционная связь между ИТ и ВУС листьев картофеля. Показано, что в фазах бутонизации и клубнеобразования эта связь высокая ($r = - 0.899$ и $r = - 0.934$), а в фазе

- цветения - средняя обратная связь ($r = - 0.609$). То есть, по мере повышения температуры воздуха, наблюдается снижение ВУС листьев картофеля, что отрицательно влияет на продуктивность сортов картофеля. [13 - А], [14 - А], [18 - А], [20 - А]
5. В условиях Хуросонского района юга Таджикистана низкая концентрация солей в почве ($Cl^- = 1.97$; $SO_4^{2-} = 2.35$ мг/100 г почвы) незначительно влияет на рост и продуктивность сортов картофеля. При высокой концентрации солей ($Cl^- = 3.94$; $SO_4^{2-} = 4.70$ мг/100 г почвы) в почве наиболее солеустойчивыми оказались, такие сорта картофеля, как Таджикистан, Нилуфар и Мухаббат. При наиболее высокой засоленности почвы ($Cl^- = 45.9$; $SO_4 = 44.58$ мг/100 г почвы) не наблюдалось прорастания клубней сортов картофеля. [11 - А], [34 - А], [45 - А]
 6. Установлено, что при длительном воздействии стрессорного фактора (высокая температура воздуха) на растения картофеля, происходит взаимодополнение функциональной активности антиоксидантных ферментов (СОД, АПО, КАТ). Сорта картофеля, устойчивые к высокой температуре, обладают механизмом лабильно-восстанавливающих систем защиты в связи, с чем проявляют большую устойчивость к воздействию стресса. [2-А], [13 - А], [29 - А], [35 - А]
 7. Под влиянием удаления листьев происходит существенное уменьшение урожайности генотипов картофеля Файзабад, Мухаббат, АН-1, Таджикистан от 2.1 до 4.3 раза или от 52.22 до 76.92% , а у генотипов Нилуфар и Рашт от 1.6 до 1.9 раза или от 37.5 до 46.67%. В среднем данный показатель снижается у всех генотипов картофеля в 2.2 раза или в 54.2%. [8 - А], [9 - А]
 8. В условиях Хуросонского района юга Таджикистана по признаку продуктивности особенно отличаются сорта картофеля Бунафша, Таджикистан, Клон – №73, Клон – 15tj, Клон – №13tj и гибрид F₁ (Нилуфар х Клон - 2) (от 511 до 600 г/растение), средняя урожайность составляла 25 - 30 т/га. При посадке картофеля весной, летом и осенью можно получить

соответственно 26.7, 21.4 и 13.4 т/га урожая, это указывает на возможность получения трех урожаев картофеля в течение года в долинной зоне республики, что соответствует 43.2 тыс. сомони /га в виде экономического эффекта. [4 - А], [6 - А]

РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОИЗВОДСТВУ

1. В почвенно-климатических условиях Хуросонского района юга Таджикистана от выращивания таких сортообразцов картофеля, как Бунафша, Таджикистан (К), Клон - №73, Клон - 15tj, Клон - №13tj, Клон Файзабад и F₁(Нилуфар х Клон - 2) можно получить от 25 до 30 т/га урожая. Эти сортообразцы картофеля можно рекомендовать к широкому внедрению в производственных условиях юга Таджикистана, так как в среднем можно получить 27.5 т/га урожая клубней или более 55 тыс. сомони/га в виде экономического эффекта.
2. Показатели водного обмена (ОСВ, ВД, ИТ и ВУС листьев) можно рекомендовать в качестве тест-признаков для определения устойчивости генотипов и прогнозирования продукционного потенциала картофеля в стрессовых условиях юга Таджикистана.

ЛИТЕРАТУРА

Электронный ресурсы

1. Бондарева А.О., Молдакимова Н.А. Влияние солевого стресса на злаковые растения [Текст] /А.О. Бондарева, Н.А. Молдакимова // Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, - 2014.Режим доступа: <httpwww.enu.kz>
2. Hapani P. and *Marjadi D. Salt tolerance and biochemical responses as a stress indicator in plants to salinity[Text] / P. Hapani and * D. Marjadi // CIBTech Journal of Biotechnology ISSN: 2319–3859 (Online) An Open Access, Online International Journal Available at <http:// www.cibtech.org / cjb.htm> - 2015 - Vol. 4 (1) -P. 33-46.
3. FAO (Food, Agriculture Organization of the United Nations) FAO production year book. Rome, FAO. – 2004. Режим доступа: <http:www.fao.org>.
4. .Двухурожайная культура картофеля 06.02.2014 [Текст] / AGRO-archiv.ru. // - Душанбе, - 2024. Режим доступа: AGRO-archiv.ru

Монографии, книги, учебное пособия

5. Абдуллаев А. Физиология пшеницы в условиях изменения климата в Таджикистане [Текст] / А.Абдуллаев, А. Эргашев, Б.Б.Джумаев, Г.Ф. Касимова, Н.А. Маниязова, И.Сабоиев, Т. Усманов, С.Ф. Абдуллаев //Душанбе, 2015. - 153 с.
6. Абдуллаев А. Физиология хлопчатника в условиях стресса [Текст] / А. Абдуллаев, А. Эргашев, Б.Б. Джумаев, Х.А. Абдуллаев, И.С. Каримова // Душанбе, 2013. - 154 с.
7. Агроклиматические ресурсы Таджикской ССР [Текст]/ Ч.1.- Л.: Гидрометеиздат //.- 1976. -216 с.
8. Аббасова З.И. Конформационные изменения митохондрий при солевом стрессе [Текст] / З.И.Аббасова,С.Р. Алахвердиев, Э.М.Зейналов //

- Материалы III съезда Всерос. Общества физиологов растений. – Пб.- 1993. – 464 с.
9. Абдукаримов Д.Т. Сорты и агротехника для двухурожайной культуры [Текст] / Д.Т. Абдукаримов, А.А.Элмуродов, Д.С.Нормуродов // Картофель и овощи – 2002 - №4. - 22 с.
 10. Алиев К.А. Биотехнология растений клеточно-молекулярной основы [Текст] / К.А. Алиев // – Душанбе. Ирфон. - 2012. -176 с.
 11. Алиев К.А. Возделывание оздоровленного картофеля в Таджикистане [Текст] / К.А. Алиев, Б.К. Каримов, Б.Б. Каримов // Душанбе. – 1997. - 38 с.
 12. Альсмик П.И. Селекция картофеля в Белоруссии [Текст] / П.И. Альсмик, Минск.– Ураджай, 1979. - 127 с.
 13. Альсмик П.И. Физиология картофеля [Текст] / П.И. Альсмик, А.Л. Амбросов, А.С. Вечер и др.// - М. Колос, 1979. - 272 с.
 14. Войников В.К. Генетические функции митохондрий растений [Текст] / В.К. Войников, Ю.М. Константинов, В.И. Негрук // - Новосибирск, Наука,- 1991.-183 с.
 15. Генкель П.А. Физиология жаро - и засухоустойчивости растений [Текст] / П.А. Генкель // - Москва. – Наука. – 1982. - 280 с.
 16. Гулов М.К. Физиолого - биохимические параметры, адаптация и продуктивность картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в условиях жаркого климата Таджикистана [Текст] / М.К. Гулов // Душанбе, 2022.-190 с.
 17. Давлятназарова З.Б. Активность рибулозо-1,5-бисфосфаткарбоксилазы и деятельности человека [Текст] / З.Б Давлятназарова, М.Г. Сухова, В.И. Русанов // - Новосибирск: Изд-во СОРАН – 2007. - 150 с.
 18. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов // М. Колос. -1985. – 416 с.
 19. Емельянов Л.Г., Анкуд С.А. Водообмен и стрессоустойчивость растений [Текст] / Л.Г. Емельянов, С.А. Анкуд // – Минск: Наука и техника. – 1992.-142с.

20. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика) [Текст] / А.А. Жученко // - М. ООО «Изд-во Агрорус.-2004. - 1109 с.
21. Жученко, А.А. Экологическая генетика культурных растений [Текст] /А.А. Жученко // – Кишинёв: "Штиинца"- 1988. –767 с.
22. Карманов С. Н. Картофелеводство в Сибири и на Дальнем Востоке Сост [Текст] /С. Н. Карманов, А. В. Коршунов // М. Россельхозиздат. – 1982. – 156 с.
23. Картофель России [Текст] / Под редакцией А.В. Коршунова //. В трех томах. Т. 1, 2. – М.- 2003. - 587 с.
24. Киселев, Е.П. Селекция и семеноводство картофеля на Дальнем Востоке [Текст] /Е.П. Киселев, А.К. Новоселов. – Хабаровск //-2001. – Ч. 1, 2. – 326 с.
25. Кузнецов Вл.В., Дмитриева Г.А. [Текст] / Вл.В., Кузнецов Г.А. Дмитриева // Физиология растений: Учебник. - Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. Высшая школа.- 2006. - С. 583-586. – 742 с.
26. Кузнецов, В.В. Физиология растений [Текст] / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева // Москва. – 2011. - 740 с.
27. Кустарев А.И. Происхождение, эволюция, экология и селекция картофеля [Текст] / А.И.Кустарев // Монография. – Брянск. Изд-во Брянск. Гос. с - х. акад.- 2001. – 248 с.
28. Лорх А. Картофель [Текст] / А.Лорх// М.: Московский рабочий. – 1955. - 150 с.
29. Мерзляк М.Н. Активированный кислород и окислительные процессы в мембранах растительных клеток [Текст] / М.Н. Мерзляк // Итоги науки и техники ВИНТИ, сер. Физиол. раст.- 1989. -Т. 6.- 168 с.
30. Муминджанов Х.А. Кн.: Физиолого - биотехнологический подход к селекции и семеноводству картофеля [Текст] / Х.А. Муминджанов // Душанбе, 2003.- 126 с.

31. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах [Текст]./ А.А. Ничипорович, Л.К. Строганова, С.Н. Чмора, М.П. Власова // М. Изд-во АН СССР. - 1961. - 133 с.
32. Осадчая О.Е. Антиоксиданты и их роль в питании человека при неблагоприятных экологических условиях [Текст] / О.Е. Осадчая // М.:ВНИИТЭ И агропром - 1998. – 44 с.
33. Партоев К. Кн.: Селекция и семеноводство картофеля в условиях Таджикистана [Текст] / К. Партоев // Душанбе - 2013. - 190с.
34. Писарев А. Производство раннего картофеля [Текст]./ А.Писарев // –М. Росселхозиздат. - 1986.- 287 с.
35. Полесская О.Г. Растительная клетка и активные формы кислорода [Текст]./ О.Г. Полесская //- М.: КДУ, 2007. - 140 с.
36. Росс Х. Кн.: Селекция картофеля. Проблемы и перспективы [Текст] / Х.Росс //- М.: - Агропромиздат- 1989. - 184 с.
37. Стрельцова, Т.А. Экологическая изменчивость признаков при интродукции инорайонных генотипов картофеля в разные по высотной поясности условия Горного Алтая [Текст] / Т.А. Стрельцова // Монография. Новосибирск, Универсальное книжное издательство. 2008. - 223 с.
38. Тахтаджян, А.Л. Система магнолиофитов [Текст] / Тахтаджян А.Л. // Л. Нука. -1987. - 439 с.
39. Тыктин Н.В. Выращивание картофеля на Дону. – Ростов на Д [Текст] / Н.В. Тыктин // - Ростовское кн. изд-во. – 1974.- 119 с.
40. Цветкова Н.Н. Транспирация и её значение в жизни растений [Текст] / Н.Н Цветкова // Библиогр. указ. – Л., БАН СССР, 1966. – 185 с.
41. Эланский С.Н, Анисимов Б.В Белов Г.Л. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков [Текст] / С.Н.Эланский, Б.В. Анисимов, Г.Л Белов // Москва, картофеловод, 2009. 137с.
42. Якубова М.М., Экологические аспекты биохимической адаптации [Текст] / М.М. Якубова // Душанбе – 2005. - 22с.

43. Asada K. and Takahashi M. Production and scavenging of active oxygen in photosynthesis [Text] / K Asada. and M Takahashi // Photoinhibition: topics in photosynthesis / ed. Amtzen C.J. – Amsterdam: Elsvier - 1987. – 672 p.

Диссертатсия и авторефераты

44. Авганова Х.Х. Оценка адаптационного потенциала различных генотипов груши к стресс-факторам летнего период клеточной технологии: [Текст] / дис. канд. биол.наук//– Душанбе.- 2006. – 21 с.
45. Азимов М.Л. Некоторые биохимические особенности устойчивости к NaCl растений картофеля *in vitro* и *in vivo* [Текст] / М.Л. Азимов // автореф. диссер. к.б.н. - Душанбе. - 2013. - 103 с.
46. Аминова А.Р. Урожайность и качественные характеристики сортообразцов картофеля в условиях Северного Зауралья [Текст] / А.Р. Аминова // дисс. к. с.х. н. – Челябинск, - 2006. 212 с.
47. Бердникова О. С. Воздействие гипоксии и среды высоких концентраций CO₂ на образование активных форм кислорода в клетках различных по устойчивости растений [Текст] / О. С. Бердникова // дисс.к. б. н.-Воронеж, - 2016. – 170 с.
48. Бободжанов Б.В. Продуктивность сортообразцов картофеля в предгорных и горных районах бассейна реки Зеравшан [Текст] / Б.В. Бободжанов// Автореф. дис. к.с/х.н.- Душанбе,- 2009. -С .23.
49. Бобоев И. А. Биоэкологические и физиологические особенности *Punica granatum* l. и *Diospyros lotus* l. в условиях Таджикистана [Текст] / И. А. Бобоев, автореф.дисс.к.б.н. Казань. – 2014- 20 с.
50. Бобохонов Р. С. Повышение продуктивности картофеля с использованием способов, усиливающих адаптационные реакции растений в условиях стресса [Текст] / Р. С. Бобохонов // Автореф. дисс. д.с/ х. н. Душанбе. – 2015. 46 с.

51. Буй Мань Зунг. Селекционная оценка сортообразцов картофеля в Северном Прикаспии [Текст] /Буй Мань Зунг // дисс. канд. с./х.наук. Астрахань. 2011. 133 с.
52. Веселов А.П. Гормональная и антиоксидантная системы при ответе растения на тепловой шок [Текст] /А.П. Веселов // Автореф.дис. доктор биол. наук. – М. ИФР - 2001. – 40 с.
53. Гиясидинов Б.Б. Показатели фотосинтеза и донорно-акцепторных отношений у разных генотипов хлопчатника при моделировании плодоношения [Текст] / Б.Б.Гиясидинов // Автореф.дисс. к.б.н. Душанбе, 2007. 24с.
54. Давлятназарова З.Б. Механизмы устойчивости растений картофеля в условиях абиотического стресса [Текст] / З.Б. Давлятназарова // автореф. дис. доктор биол. наук. - Душанбе,- 2021. - 35с.
55. Давлятназарова З.Б. Синтез белков у регенерантов картофеля при действии экстремальных факторов. Дис. канд. биол. наук [Текст] / З.Б. Давлятназарова // – Душанбе.- 1997. - 127 с.
56. Джонгиров Д.О. Биологические особенности диких видов, межвидовых гибридов и сортообразцов картофеля в горных районах Западного Памира [Текст] / Д.О. Джонгиров, // Автореф. дис. к.б.н.- Душанбе - 1995.- 25 с.
57. Каримов И.И. Сравнительная продуктивность новых сортов картофеля в условиях Восточной зоны Таджикистана [Текст] / И.И. Каримова // Дисс. канд. с./х.н. Душанбе, 2021.- 130с.
58. Каримова И.С. Влияние продолжительной почвенной засухи на физиологические процессы у различных сортов и линий хлопчатника [Текст] / Каримова И.С. // автореф. дисс. к.б.н. Душанбе. - 2009. - 24 с.
59. Каримова, И.С. Влияние продолжительной почвенной засухи на физиологические процессы у различных сортообразцов и линия хлопчатника [Текст] / Каримова И.С. // дисс. к.б.н. Душанбе. - 2009.- 129. с.

60. Кириллова Н. В. Ферменты антиоксидантной системы, культивируемых растительных клеток [Текст] / Н. В. Кириллова //, диссер. док. биол. наук- 2000. - Санкт - петербург - 429 с.
61. Кобилов Ю. Т. Физиологическая оценка устойчивости пшеницы (*Triticum durum*) к условиям почвенной засухи [Текст] / Ю. Т Кобилов // диссер. к.б.н.- Душанбе – 2019.- 137с.
62. Курбанов М.М. Продуктивность растений картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в разных агроэкологических условиях Центрального Таджикистан [Текст] / М.М.Курбанов // . Дисс. канд. с./х. н. Душанбе, 2021.- 165с.
63. Мамадризохонов А.М. Действие УФ - радиации солнца на рост, развитие и транспирацию листьев ячменя в условиях Западного Памира [Текст] / М.М. Мамадризохонов // Автореф. дисс. к. б. н. – Душанбе – 1973. 24 с.
64. Менохов М.С. Изменчивость продуктивности сортов картофеля разных групп спелости в условиях Горного Алтая [Текст] / М.С. Менохов // Автореферат дисс. к. с./ х. н. – Издательство АГАУ. – Барнаул - 2012. – 20 с.
65. Назарова, Н.Н. Интенсификация производства оздоровленного картофеля с применением биотехнологии столоновых культур [Текст]/Н.Н.Назарова // дис. доктор с./х. наук [Текст] / Н.Н. Назарова. – Душанбе. 2015. – 210 с.
66. Норкулов, Н.Х. Биохимические показатели разнотолерантных генотипов картофеля при воздействии стрессоров [Текст] /Н.Х. Норкулов // дисс. к. б. н. Душанбе. -2017. - 108с.
67. Оплеухин, А.А. Исследование биоресурсного потенциала новой коллекции картофеля при интродукции в Горный Алтай [Текст] / А.А.Оплеухи // диссер. к.б.нк. Горно - Алтайск, 2013.- 136 с.
68. Партоев К. Осбенности селекции и семеноводства картофеля в условиях горной зоны Таджикистана [Текст] / К. Партоев // . Дисс. д.с. - х. наук. Казань, 2013. – 330с.
69. Пивоварова Н.С. Разработка состава и технологии адаптогенных дентальных плёнок на основе биомассы полисциаса [Текст] /

- Н.С.Пивоварова // диссертация кандидата фармацевтических наук. Санкт - Петербург, 2016, 142с.
70. Радюкина, Н.Л. Функционирование компонентов антиоксидантной системы дикорастущих видов растений при кратковременном действии стрессоров [Текст] / Н.Л.Радюкина // Автореф. дис. д.б.н. – Москва.- 2015. - 48 с.
71. Рахманина К.П. Водный режим растений основных типов растительности Западного Памиро-Алая [Текст] / К.П.Рахманина // Автореф. дисс. д. б. н. – Свердловск, 1981.- 48 с.
72. Рустамов А.Р. Исследование физиолого-биохимических особенностей полиплоидных форм мягкой пшеницы в условиях почвенной засухи [Текст] / А. Р. Рустамов // Диссер.к. б. н. Душанбе. - 2018. - 106 с.
73. Салимов А.Ф., Биотехнологические основы получения качественного семенного материала картофеля в Таджикистане [Текст]// А.Ф. Салимов / Автореф. дисс. доктор. с./х. наук – Душанбе.-2007.-261с.
74. Сафаров, Т. С. Хозяйственные и биологические особенности местных коз Таджикистана [Текст] / Т. С.Сафаров // диссер. к. с./х. наук, Душанбе. 2017.- 123 с.
75. Симаков Е. А. Генетические и методологические основы повышения эффективности селекционного процесса картофеля [Текст] / Е.А.Симаков // Автореф. док. дисс. с./х. н. Москва .- 2010. - 48с.
76. Холов Ф. Ш. Водобмен и продуктивность растений картофеля в условиях Гиссарской долины Таджикистана [Текст] /Холов Ф. Ш // Автореф. дисс. к. б. н. – Душанбе.- 2003.- 24с.
77. Шалпыков К.Т. Биоэкологические особенности растений различных жизненных форм Прииссыкуля (фитоценология, морфология, физиология, биохимия и растительные ресурсы) [Текст] /К.Т Шалпыков // автореф. дис. доктор. биол. наук. – Бишкек. 2014. – 48 с.
78. Шашукова А. В. Участие пролина в регуляции уровня полиаминов и функционирования антиоксидантных ферментов у растений *Salvia*

officinalis L. при действии УФ - В облучения [Текст] / А. В. Шашукова // дис. к. б. н. – Москва. 2009. - 155 с.

79. Шихмурадов А. З. Биоресурсный потенциал и эколого-генетические аспекты устойчивости представителей рода *triticum* L. к солевому стрессу [Текст] / А. З. Шихмурадов // диссер.доктор биол. наук. Дербент. – 2014.- 256 с.
80. Шукурова М. Х. Рост, микроклубнеобразование и активность антиоксидантных ферментов у устойчивых к засолению генотипов картофеля *in vitro* [Текст] / Шукурова М.Х // дисс. к. б. н. – Душанбе. - 2011. - 94 с.

Статьи и тезисы

81. Абдуллаев А. Влияние повышенной температуры на рост, развитие и формирование урожая пшеницы [Текст] / А. Абдуллаев, Х.М. Миракилов, Н.А. Маниязова, Б.Б. Гиясидинов // Материалы Международной конференции «Влияние глобального изменения климата на экосистему аридной и высокогорной зоны Центральной Азии».- Душанбе.- 2012. – С. 209 - 213.
82. Абдуллаев А. Влияние экспериментального моделирования условий почвенной засухи на продуктивность пшеницы [Текст] / А.Абдуллаев, А.Эргашев, К.У.Джумаев, Н.А.Маниязова, Б.Б. Гиясидинов, Х.Х. Каримов // Доклады АН РТ. - 2011. Т.54. - № 2. - С. 153 - 157.
83. Авганова Х.Х. Изучение физиолого - биохимических механизмов устойчивости растений картофеля к высокой температуре с использованием агроклиматических ресурсов и продуктивность сельского хозяйства России [Текст] / Х.Х. Авганова // Метеорология и гидрология. - 1994. - № 4. - С. 101 – 112.
84. Алиев К.А. Испытание гибридов картофеля на устойчивость к NaCl и регенерация солеустойчивых гибридов *in vitro* [Текст] / К.А.Алиев, Карли Карло, М.Л. Азимов и др.// Доклады АН РТ. Отд. биол. и мед наук. – Душанбе.- 2007 - №8. - С. 716 - 721.

85. Алиев К.А. Проблемы развития картофелеводства в горных регионах Таджикистана [Текст] / К.А. Алиев Х.Х. Каримов // Труд.межд. конф. "Горные регионы Центральной Азии. Проблемы устойчивого развития". — Тезисы докл. Душанбе. -1999 - С.125 - 126.
86. Амосова И.Б. Интенсивность транспирации березы повислой в условиях северной и средней подзоны тайги [Текст] / И.Б. Амосова Экологические проблемы севера: межвуз. сб. научных трудов. – Арх-к: изд-во АГТУ-2009. – Вып. 12.– С.21 – 24.
87. Анисимов Б.В. Картофелеводство России: производство, рынок, проблемы семеноводства [Текст] / Б.В. Анисимов // Картофель и овощи.2000 - № 1 - С.2-3.
88. Бараненко В.В. Супероксиддисмутаза в клетках растений [Текст] / В.В. Бараненко // - Цитология.- 2006. Т. 48.- С. 465 - 473.
89. Барсуков А.С. Барсуков С.С. Тип почвы, способы и густота посадки влияют на продуктивность [Текст] / А.С. Барсуков, С.С. Барсуков // Картофель и овощи - 2002 -№ 3.- С. 25.
90. Бободжанов Б.В. Влияние агроклиматических условий на продуктивность картофеля [Текст] / Б.В. Бободжанов, Х.А.Муминджанов // Материалы международной конференции «Современное состояние проблем и достижений в области генетики и селекции» - Алматы – 2003. - С. 87 - 88.
91. Бободжанов Б.В. Изучение продуктивности интродуцированных сортообразцов картофеля в двух агроклиматических пунктах бассейна реки Зеравшан[Текст]./ Б.В. Бободжанов Х.А. Муминджанов // Вестник ТГНУ, Душанбе- 2007 - №3(35)- С. 246 - 258.
92. Бободжанов Б.В. Эколого-генетическое исследование новых сортообразцов картофеля в условиях Таджикистана [Текст] / Б.В. Бободжанов, Х.А. Муминджанов, Х.Джаборов, Ю.С.Насыров // Материалы научной генетической конференции. Москва, Изд-во МСХА.- 2002- С. 42 - 43.

93. Бобоев И. А. Содержание воды в листьях граната (*Punica granatum* L.) в зависимости от фазы развития [Текст] / И.А. Бобоев // Материалы II-IV международной молодежной научно практической конференции «Перспективы развития и проблемы современной ботаники» НИСОРАН, Новосибирск, 2010. - С. 255 - 256.
94. Болотова А.С., Шалпыков К.Т. Интенсивность транспирации интродуцированных сортов сладкого миндаля на богарах Южного Кыргызстана [Текст] / А.С.Болотова, К.Т. Шалпыков // *Universum: Химия и биология электрон. научн. журн.*- 2016.- № 1 - 2 (20).
95. Борисова Т.А. Тепловой шок повышает устойчивость растений к УФ – облучению [Текст] / Т.А. Борисова, С.М.Бугадже, В.Ю.Ракитин, П.В.Власов, Вл.В.Кузнецов // *Физ. раст.* -2001, т.- 48 - С. 733 - 738.
96. Бохирова М.К. О влиянии дефолиации на интегральный структурно-функциональный показатель листа хлопчатника[Текст] / М.К. Бохирова, Б.Б.Гиясидинов, Р.Ш. Хакимова, А.Эргашев, Б.А.Солиева, Х.А.Абдуллаев // Доклады академии наук РТ. 2017, Т.60, № 3 - 4, С. 184 - 187.
97. Васильев А.А. Оптимизация факторов урожайности картофеля в условиях Южного Урала [Текст] /А.А. Васильев // *Вестник Бурятской ГСХА им. Филиппова.* – 2015. No 4.– С. 16 - 21.
98. Васильева А.С., Усанова З.И. Формирование продуктивности разных сортов картофеля под влиянием некорневых подкормок высокотехнологичными препаратами [Текст] /А.С. Васильева, З.И. Усанова // *Ж. Земледелия.* 2016, № 5. С.33 - 36.
99. Ватаншоева Н.А. Изменение содержания воды и активности прооксидантных систем в листьях разночувствительных к соли растений картофеля (*Solanum tuberosum* L.) [Текст] / Н.А., Ватаншоева, З.Б. Давлятназарова, М.Л. Азимов, М.Х. Шукурова, С.Х. Ашуров, И.С. Каспарова, К.Алиев// *Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук.*- 2015-.№ 1 - 2.- С. 228 - 231.

100. Гинс М. С. Возможные механизмы антиоксидантной активности растительных экстрактов [Текст] / М. С.Гинс, В.К. Гинс, Е.В. Романова, С.А. Потапов, Або С.Р.Е.Хегази, О.Б. Любичкий, С.Е. Ильина // Актуальные проблемы современной науки, 2005. - № 5(26). – С. 148 - 150.
101. Горелова С.В. Оценка возможности использования древесных растений для биоиндикации и биомониторинга выбросов предприятий металлургической промышленности [Текст] / С.В, Горелова, А.Р. Гарифзянов, С.М. Ляпунов, А.В. Горбунов, О.И. Окина, М.В.Фронтасьева // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. - 2010. - № 1(12). - С.155 - 163.
102. Гривенникова В. Г., Виноградов А. Д. Генерация активных форм кислорода митохондриями [Текст] / В. Г. Гривенникова, А. Д. Виноградов // Успехи биологической химии.- 2013.Т. 53.- С. 245 – 296.
103. Гулов М.К. О прорастании свежееубранных клубней сортов картофеля в условиях жаркого климата Таджикистана [Текст] / М.К.Гулов, К. Партоев, * А.А.Вахобов // Вестник Педагогического университета Естественных наук. Душанбе. – 2018.- № 2(2) – С.143 - 147.
104. Гулов М.К. Изменение морфологических признаков картофеля при удалении листьев. [Текст] / М.К.Гулов // Ж. «Кишоварз», № 4, 2018.- С. 13 - 18.
105. Гулов М.К. Изменение хозяйственно полезных признаков картофеля при удалении листьев. [Текст] /М.К.Гулов // Ж. «Кишоварз», № 4, 2018.- С. 26 - 21.
106. Гулов М.К. Рост и развитие коллекционных сортообразцов картофеля в условиях Хуросонского района Хатлонской области Таджикистана [Текст] / М.К. Гулов, К.Партоев // Вестник ТНУ, Серия естественных наук, Душанбе- 2017- № 1/3 - С.291 - 294.
107. Гулов М.К., К. Партоев. Засоление почвы и продуктивность картофеля [Текст] / М.К. Гулов, К. Партоев // Материалы научной конференции, посвященной 90 - летию Академика АН Республики Узбекистан

- Абдуллоева Абдумавлона Абдулаевича «Изучение, развитие, сохранение, перспективы эффективного использования биоразнообразия генофонда хлопчатника и других культур». Ташкент, 2020 г. - С.166 - 168.
108. Гулов М.К. Содержание пигментов у генотипов картофеля, выращенных в экстремальных условиях. [Текст] / М.К. Гулов, К Партоев, Х.Х. Афганова, К.К. Алиев // Известия АН РТ - Душанбе.- 2017.- № 3(198) - С.64 - 68.
109. Давлятназарова З.Б. Биохимические аспекты устойчивости разночувствительных генотипов картофеля к солевому стрессу [Текст] / З.Б. Давлятназарова, З.С. Киямова У.К. Алиев. М.Х.Шукурова, И.С.Каспарова, К.А. Алиев // Известия. АН РТ.-. 2012- № 3(180).- С. 43 - 49.
110. Давлятназарова З.Б. Влияние засоления и засухи на про- и антиоксиданты хлоропластов растений картофеля [Текст] / З.Б.Давлятназарова, З.С. Киёмова, Н.Х.Норкулов, С.Х. Ашуров К.А.Алиев // Доклады академии наук Республики Таджикистан - 2013, Т. 56 - № 9 - С.747 - 749.
111. Давлятназарова З.Б. Получение линий картофеля, устойчивых к высокой температуре с использованием методов биотехнологии [Текст] / З.Б. Давлятназарова, К.А.Алиев, М.Г. Бабаджанова, Х.Х. Авганова // Докл. АН Республики Таджикистан, 2003.- том XVI, № 5 - 6.- С. 61 - 69.
112. Долотбаков А.К. Биология и экология различных сортов и гибридов топинамбура (*Hellianthus tuberosus*), интродуцированных в Кыргызской Республике [Текст] / А.К. Долотбаков // Журнал «Мир науки», 1-ый междун. конгресс студентов и молодых ученых. – Алматы - 2007. – С. 19 – 20.
113. Жаркова С.В. Сравнительная оценка продуктивности и качества клубней сортообразцов картофеля в условиях Рубцовско - Алейской степи Алтайского края [Текст] / С.В.Жаркова, Д.А.Кириков, А.Я.Красова // Сб. научных трудов по материалам международной научно - практической

- конференции, посвященной 85 - летию Всероссийского НИИ овощеводства.- М.ФГБНУ НИИО.- 2015.- С. 234 - 237.
114. Жолкевич В.Н. Роль метаболических процессов в нагнетающей деятельности корня [Текст] / В.Н. Жолкевич, Т.В.Чугунова, А.В. Королев // Водный режим сельскохозяйственных растений.- Кишинев – 1989.-С. 12 - 16.
115. Жолкевич В.Н., Текст] / В.Н.Жолкевич, Н.К Зубкова, С.Н Мелвекая, В.С.Волков, В.Ю Ракитин, Вл.В Кузнецов //.- Физ. раст., 1997, т. 44.- С. 613- 623.
116. Жученко, А.А. Эколого - генетические основы адаптивной системы селекции растений [Текст] / А.А. Жученко // Сельскохозяйственная биология.- 2000. - №3. - С. 3 - 29.
117. Зауралов О.А. Последствие пониженных температур на дыхание теплолюбивых растений [Текст] / О.А. Зауралов, А.С Лукаткин. // Физиология растений. – 1997.- Т.44. - №5.- С.736 - 741.
118. Зауралов О.А. Тканевые и клеточные аспекты холодоустойчивости и холодового повреждения теплолюбивых растений [Текст] / О.А. Зауралов, А.С. Лукаткин // Успехи современной биологии. - 1996. - Т. 116. - С. 418 - 431.
119. Иванов, Л.А. О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях [Текст] / Л.А.Иванов, А.А. Силина, Ю.Л. Цельникер // Ботанический журнал.– 1950. -Т. 35. - № 2. - С.185 - 191.
120. Измайлова Н.Н. Водный режим растений как показатель функциональной активности видов в сообществах [Текст] / Н.Н. Измайлова // Эколого - физиол. исслед. пустынных фитоценозов. – Алма-Ата. 1987. – С. 78 – 85.
121. Калашников Ю. Е. Действие почвенной гипоксии на активацию кислорода и систему защиты от окислительной деструкции в корнях и

- листьях ячменя [Текст] / Ю. Е.Калашников, Т. И.Балахина, Д. А. Закрежевский // Физиол. раст. – 1994. Т. 41. – С. 583 - 588.
122. Карначук Р.А. Фоторегуляция роста и продуктивность растений картофеля при размножении *in vitro* [Текст] / Р.А. Карначук, В.Ю. Дорофеев, Ю.В. Медведева // VII Съезд общества физиологов растений. Россия. Международная конференция «Физиологов растений - Фундаментальная основа экологии и инновационных биотехнологий» - Н.Новгород, 2011г. – С. 35-46.
123. Киру С.Д. Андийские культурные виды картофеля как исходный материал для селекции [Текст] /С.Д. Киру, С.В. Палеха // К 80 - летию мировой коллекции картофеля ВИР. Сб. науч. трудов. С - Пб. – 2007. Т.163. - С. 59 - 73.
124. Киру С.Д. Генетические ресурсы картофеля для новых направлений селекции [Текст]/ С.Д.Киру // Сб. тр. ВНИИКХ. Науч. обеспечение и инновацион. развитие картофелеводства. – М. - 2008.-С.49 - 56.
125. Киру С.Д. Мировой коллекции картофеля ВИР – 80 лет [Текст] / С.Д. Киру // К 80 - летию мировой коллекции картофеля ВИР. Сб. науч. трудов по прикл. бот. ген.сел. С - Пб.- 2007, Т. 163. - С. 5 - 22.
126. Киселева Н.С. Оценка адаптационного потенциала различных генотипов груши к стресс - факторам летнего период [Текст] / Н.С. Киселева // ГНУ ВНИИЦ и СК (Сочи) Разделы Сельского хозяйства (ноябрь) – 2013. - №3, - С.25 - 30.
127. Киямова З.С., Давлятназарова З.Б. Ашуров С.Х., Алиев К. Активность супероксиддисмутазы у разночувствительных генотипов картофеля к солевому стрессу [Текст] / З.С.Киямова, З.Б. Давлятназарова, С.Х.Ашуров, К.Алиев // – Изв. АН РТ. Отд. биол. и мед.н. - 2013. №1. - С. 40 - 45.
128. Кобилов Ю.Т, Эргашев А.,Абдуллаев А., Индексы фотосинтетической продуктивности растений пшеницы в условиях почвенной засухи [Текст] / Ю.Т. Кобилов А.Эргашев, А.Абдуллаев // ДАН РТ, 2017,Т.60, № 3-4. С.189-193.

129. Козел Н.В., Шалыго Н.В. Антиоксидантная система листьев ячменя при фотоокислительном стрессе, индуцированном бенгальским розовым [Текст] / Н.В. Козел, Н.В. Шалыго // Физиология растений. - 2009. - Т. 56. - С. 351 - 358.
130. Колодяжная Я.С. Трансгенные растения, толерантные к абиотическим стрессам [Текст] / Я.С. Колодяжная, Н.К. Куцоконь, Б.А. Левенко, О.С. Сютикова, Д.Б. Рахметов, А.В. Кочетов // Цитология и генетика. - 2009-. № 2.-С.72 - 93.
131. Колупаев Ю. Е., Карпец Ю. В. Активные формы кислорода и стрессовый сигналинг у растений [Текст] / Ю. Е. Колупаев, Ю. В. Карпец // Ukrainian biochemical journal. - 2014. - Vol. 86, № 4. - С. 18-35.
132. Колупаев Ю.Е. Активные формы кислорода в растениях при действии стрессоров: образование и возможные функции [Текст] / Ю.Е. Колупаев // Вестник Харьковского национального аграрного университета. Сер. Биология. - 2007. - Вып. 3 (12). - С. 6 - 26.
133. Колупаев Ю.Е. Участие пероксидазы и супероксиддисмутазы в усилении генерации активных форм кислорода колеоптилями пшеницы при действии салициловой кислоты [Текст] / Ю.Е. Колупаев, Ю.В. Карпец, Т.О. Ястреб, Л.И. Мусатенко // Физиология и биохимия культ. растений - 2010г.- Т. 42. № 3 - С. 210 - 217.
134. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю. В. Активные формы кислорода при адаптации растений [Текст] / Ю.Е. Колупаев, Ю. В. Карпец // Физиологии и биохимии культурных форм растений, 2009. – Т.41.-№2.- С.95 - 108.
135. Кораблева Н.П., Караваева К.А., Метлицкий Л.В. Изменения уровня абсцизовой кислоты в клубнях картофеля в течение покоя и прорастания [Текст] / Н.П. Кораблева, К.А. Караваева, Л.В. Метлицкий // Физиология растений. -1980.- Т. 27.- С. 585 – 591.
136. Кузнецов Вл.В. Взаимодействие теплового шока и водного стресса у растений [Текст] / Вл.В. Кузнецов, В.Ю. Ракитин, Л.Опоку, В.Н. Жолкевич // – Физ. раст.- 1997. - Т. 44. - С. 54 - 58.

137. Курганова Л.Н. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная система защиты в хлоропластах гороха при тепловом шоке [Текст] / Л.Н.Курганова, А.П.Веселов, Т.А. Гончарова, Ю.В. Синицына // Физиология растений. - 1997. - Т.44. - С. 725 - 730.
138. Ли М. Кальций способствует культивируемых клеток солодки к водному стрессу, индуцированному полиэтиленгликолем [Текст] / М.Ли, Г.Ванг, Ц.Лиин // Физиология растений. - 2004. - Т.51. - С. 875 - 882.
139. Максимов И.В., Черепанова Е.А. Про - и антиоксидантная система и устойчивость растений к патогенам [Текст] / И.В.Максимов, Е.А. Черепанова // Успехи современной биологии. - 2006. - Т. 126. - С. 250 - 261.
140. Менохов М.С., Стрельцова Т.А. Экологическая изменчивость продуктивности картофеля в Горном Алтае [Текст] / М.С. Монохов, Т.А.Стрельцова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. Новосибирск Известия РПОСО РЖХН.- 2008. - №8 - С.31 - 40.
141. Мирзохонова, Г.О. Влияние фитогормонов и водного дефицита на инициацию, рост клубней и активность белоксинтезирующей системы [Текст] / Г.О. Мирзохонова, З.Б. Давлятназарова, Н.Н. Назарова, К.А. Алиев // – ДАН РТ- 2004, № 11.- С. 70 - 78.
142. Мякишева Е.П. Влияние качества света на содержание фотосинтетических пигментов картофеля (*Solanum tuberosum* L) в культуре *in vitro* [Текст] / Е.П. Мякишева Г.Г. Соколова // Известия Алтайского Государственного университета. -2014. -№3. –Т2.-С.46 - 49.
143. Назарова Н.Н. Некоторые особенности образования столонов *in vitro* [Текст] / Н.Н. Назарова, Г.О. Мирзохонова, С.К. Алиева и др // Известия АН РТ. –Душанбе. - 2005. -№3-4 (153). -С. 36 - 39.
144. Насыров, Ю.С. Физиологическая стратегия селекции растений [Текст] / Ю.С. Насыров // Селекция продуктивных сортов. Знание. Новое в жизни, науке, технике. М. - 1986. - №12. - С. 31 - 43.

145. Николаева М.К. Влияние засухи на содержание хлорофилла и активность ферментов антиоксидантной системы в листьях трех сортообразцов пшеницы, различающихся по продуктивности [Текст] / М.К. Николаева, С.Н.Маевская, А.Г.Шугаев, Н.Г. Бухов. // Физиология растений. - 2010. - Т. 57. - С. 94 - 102.
146. Ниязмухамедова М.Б. Структура колоса и урожайность пшеницы, выращенной в условиях богары и полива [Текст] / М.М. Рахимов, Ф.А. Косумбекова, Н. Камолов // Известия АН РТ, № 4(177), 2011.- С.33 - 38.
147. Новикова Л.Ю. Проявление хозяйственно ценных признаков у сортообразцов картофеля (*Solanum L.*) при изменении климата на европейской территории России [Текст] / Л.Ю.Новикова, С.Д.Киру, Е.В.Рогозина // Сельскохозяйственная биология – 2017 – Т. 52. № 1. - С.75 - 83.
148. Норкулов Н.Х. Влияние теплового шока и последующей почвенной засухи на активность окислительных систем растений картофеля [Текст] / Н.Х. Норкулов, З.Б. Давлятназарова, М.Х. Шукурова, С.Х. Ашуров, С.А. Файзиева, К. Алиев // Известия АН РТ - 2014 - № 4 (188). - С .29 - 35.
149. Норкулов Н.Х. Показатели водного режима и засухоустойчивость генотипов растений картофеля (*Solanum tuberosum L.*) [Текст] / Н.Х. Норкулов, З.Б. Давлятназарова, С.Х. Ашуров, Н.Н. Назарова, К. А. Алиев // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2014. -№ 1 - 3 (134). – С.160 - 164.
150. Партоев К. Гетерозис у гибридов картофеля (*Solanum tuberosum L.*) в условиях горной зоны Таджикистана [Текст] / К. Партоев, А.Наимов, И. Каримов // Сборник научных трудов Международной научно - практической конференции, посвященной 85 - летию со дня рождения Л.Г.Боброва (11 - 12 декабря 2013 г, КазНИИКО, Кайнар) Алматы.-2013- С. 433 - 437.

151. Партоев К. О результатах селекции и биотехнологии в картофелеводстве Таджикистана [Текст] / К. Партоев. Экология и строительство. – 2016. – № 1. – С. 25 – 30.
152. Партоев К. Полигенные признаки картофеля и факторы среды / К.Партоев, М.К.Гулов, И.Нихмонов, М.Умаров [Текст] // Материалы научно - практической конференции «Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля». – Москва. - 2018. – С.79 - 86.
153. Партоев К. Рост и развитие сортообразцов картофеля в условиях Хатлонской области Таджикистана. [Текст] / К.Партоев, М.К.Гулов, М. Курбонов // Жур. Экология и строительство – 2017. – № 3. – С.24 – 29.
154. Партоев К. Урожайность сортообразцов картофеля в зависимости от расхода поливной воды [Текст] / К. Партоев, Я.Э Пулатов // Республиканская конференция - Управления водными ресурсами: проблемы и пути устойчивого развития. Том. III, Душанбе, 2020.- С. 31 - 35.
155. Партоев К. Успехи селекции и биотехнологии картофеля в Таджикистане [Текст] / К.Партоев, И.Нихмонов, М.К.Гулов // Материалы IV международной научной конференции: Экология и география растений и растительных сообществ. Екатеринбург, 16-19 апреля 2018г. Екатеринбург. 2018.- С.653 - 656.
156. Партоев, К. Изучение сортообразцов картофеля в различных экологических условиях Таджикистана [Текст] / К.Партоев, М Каримов, К.Сулангов, Меликов // Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке. Тезисы докладов II Вавиловской международной организации. Санкт- Петербург.-2007. - С. 329 - 331.
157. Перлова Р.П. Картофель в высокогорных районах Памира [Текст]./ Р.П. Перлова // Доклады ВАСХНИЛ, 1939 -. вып.20. - С.10 - 13.

158. Пилькевич Р.А. Динамика водного режима хеномелеса в засушливых условиях летнего периода Южного берега [Текст] / Р.А.Пилькевич // ГБУ РК Никитский БС – ННЦ- 2013. Биологические науки. - С.182 - 185.
159. Подлесных Н.В. Озимая твердая пшеница – перспективная культура ЦЧР [Текст] / Н.В. Подлесных, Л.М. Власова // Инновационные технологии и технические средства для АПК : материалы всероссийской науч. - практ. конф. молодых ученых и специалистов, посвященной 100 - летию Воронежского гос. аграр. ун - та. – Воронеж - 2011. – Ч. I. – С. 215 - 218.
160. Полесская О.Г. Изменение активности антиоксидантных ферментов в листьях и корнях пшеницы в зависимости от формы и дозы азота в среде [Текст] /О.Г.Полесская, Е.И.Каширина, Н.Д. Алехина // Физиология растений. - 2004.- Т. 51. - С. 686 - 691.
161. Полухин, Н.И. Урожайность как показатель агроклиматических ресурсов [Текст] / Н.И. Полухин // Селекция сельскохозяйственных культур на качество.- Новосибирск.- 2001.- С.110 - 112.
162. Радюкина Н.Л. Участие пролина в антиоксидантной защитной системе шалфея при действии NaCl и параквата [Текст] / Н.Л. Радюкина, А.В.Шашукова, Н.И.Шевякова, В.В.Кузнецов // Физиология растений. - 2008. - Т. 55.- С. 721 - 730.
163. Радюкина Н.Л., Шашукова А.В., Макарова С.С., Кузнецов В.В. Экзогенный пролин модифицирует экспрессию генов при UVB облучении [Текст] / Н.Л.Радюкина, А.В.Шашукова, С.С.Макарова, В.В. Кузнецов // Физиология растений. -2011.- Т.58.-С. 49 - 57.
164. Рахманина К.П., Молотковский Ю.И. Сравнительный эколого-физиологический анализ водообмена растений флороцено типов Таджикистана [Текст]./ К.П. Рахманина, Ю.И. Молотковский // Доклады АН РТ. Дониш Душанбе. - 1996. - С.71 - 82.

165. Рустамов А. Водообмен мягкой пшеницы в условиях длительной почвенной засухи [Текст] / А.Р.Рустамов, А.Эргашев, А. Абдуллоев // Известия АН РТ-. 2014- № 1 (185)- С.61 - 65.
166. Рустамов А. Р. Динамика формирования фотосинтетической продуктивности у полиплоидных форм мягкой пшеницы в условиях почвенной засухи [Текст] / А. Р. Рустамов // - Известия ОшТУ- 2017- №3.- С.184 - 186.
167. Сабоиев И.А. Влияние почвенной и атмосферной засухи на продуктивность и содержание крахмала и белка в зерне различных сортов пшеницы [Текст] / И.А. Сабоиев, Г.Ф. Касимова, А.Абдуллаев, А.Эргашев, Х.Х. Каримов, М.Рахимов // Доклады АН РТ-. 2010. - Т.53. № 2. - С.148 - 152.
168. Сатункин И.В., Влияние расчётных норм удобрений и схемы посадки на качество клубней картофеля при орошении [Текст] / И.В. Сатункин // жур. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, № 3 (71) – 2018. – С.87 - 89.
169. Сафаралихонов А.Б, Акназаров О.А. Дневная и сезонная динамика интенсивности транспирации листьев растений конских бобов при Уф-облучении семян [Текст] / А.Б.Сафаралихонов, О.А.Акназаров // Доклады академии наук Республики Таджикистан - 2014- Т.57. № 4. - С. 327 - 331
170. Семенова Е.А. Влияние водного стресса на активность и электрофоретические спектры антиоксидантных ферментов в семенах сои [Текст] / Е.А Семенова // Жур. Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 7 – С. 33 - 35.
171. Сиротенко О.Д., Абашина Е.В. Влияние глобального потепления на агроклиматические ресурсы и продуктивность сельского хозяйства России [Текст] / О.Д.Сиротенко, Е.В. Абашина // Метеорология и гидрология.- 1994. - № 4.- С. 101 – 112.
172. Смирнова Т.А. Содержание цинка и меди в развивающемся и стареющем coleoptile проростков пшеницы [Текст] / Т.А. Смирнова,

- Г.Я.Коломийцева, А.Н.Прусов, Б.Ф.Ванюшин // Физиология растений. - 2006. - Т. 53. - С. 597 - 603.
173. Стрельцова Т.А. Использование экологического эффекта высокогорья для сохранения мирового генофонда картофеля[Текст] / Т.А.Стрельцова // Материалы Круглого стола «Биоплазма, геоплазма, проблемы экологической безопасности человека» - Алматы. Вестник КазНУ, серия биологическая - 2011 - .№ 3 (48) 2. - С. 132-135.
174. Шевякова Н.И, Регуляция абсизовой кислотой содержание полиаминов и пролина в растениях фасоли при солевом стрессе [Текст] / Н.И. Шевякова, Л.И. Мусатенко, Л.А.Стеценко, Н.П.Веденичева, Л.П.Войтенко, К.М.Сыткин, Вл.В.Кузнецов // Журнал Российской академии наук. Основан в 1954 году академиком А.Л. Курсановым. - 2013. - Т.60. № 2. - С.1 - 20924.
175. Шевякова Н.И. Антиоксидантная роль пролина у галофита *Mesembryanthemum crystallinum* в ответ на краткосрочный супероксидный стресс, генерируемый паракватом [Текст] / Н.И.Шевякова, Е. А.Бакулина, Вл.В. Кузнецов // Физиология растений. – 2009. – Т.56 № 5. – С. 1 - 7.
176. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев[Текст] / А.А. Шлык // Биохимические методы в физиологии растений. М. Наука- 1974- С.134 - 171.
177. Эргашев А. Влияние почвенной засухи на содержание углеводов у различных сортов и линий средневолокнистого хлопчатника [Текст] /А. Эргашев, А. Абдуллаев, И Каримов // Известия АН РТ – 2008. № 2. (163).- С.31 - 36.
178. Эргашев, А. Влияние климатообразующих факторов на водообмен листьев пшеницы [Текст] / А. Эргашев, А. Абдуллаев, К. Иброхимов, Ю. Кобилов // Доклады АН РТ. – 2011. – Т. 54. - № 7. -С.576 - 582.
179. Abdel Latef A.A. Changes of antioxidative enzymes in salinity tolerance among different wheat cultivars [Text] / A.A. Abdel Latef // Cereal Research Communications-2010- 38(1) - P.43 - 55.

180. Abdullaev A. Climate change impacts on wheat production process [Text] / A.Abdullaev, A.Ergahshev, Kh.H Karimov., B.Jumaev, G.F.Kasimova, I.A.Saboiev, N.A.Maniyazova, B.Giyasidinov // Book of Abstracts 14th ISTC Scientific Advisory Committee “Developing Innovation and Technology Transfer in a Global Security Environment” Kazakhstan, Alma-Ata. – 2011. P. 47.
181. Abdullaev A. Influence of different climate change scenarios on yield and grain quality of wheat in Tajikistan [Text] /A. Abdullaev, G.F.Kasimova, A. Ergahshev, Kh.H. Karimov, I.A.Saboiev, S.F.Abdullaev N.A.Maniyazova // International Conference on «Influence of global climate change On the ecosystem of arid and high mountain zone of Central Asia». May, 22 - 24, 2012, Dushanbe, P. 114 - 121.
182. Abrahám E. Light-dependent induction of proline biosynthesis by abscisic acid and salt stress is inhibited by brassinosteroid in Arabidopsis [Text] / E. Abrahám, G Rigó, G Székely, R , C Nagy , L Koncz and Szabados // Plant Molecular Biology -2003.51(3) - P.363 - 372.
183. Aebi, H. Catalase in vitro.B. Isolation, purification, characterization, and assay of antioxidant enzymes [Text] / H.Aebi // Methods in Enzymology. – 1984. – V. 105. – P. 121 - 126.
184. Agastian P. Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes [Text] / P Agastian, SJ Kingsley and M.Vivekanandan // Photosynthetica - 2000 38(2) - P. 287 - 290.
185. Al Khatib K., Paulsen G.M. High temperature effects on photosynthetic processes in temperate and tropical cereals [Text] / K.Al Khatib, G.M.Paulsen // Crop Sci. Soc. Amer. – 1999. – 39. – P. 119 – 125.
186. Alonso R. Interactive effects of ozone and drought stress on pigments and activities of antioxidant enzymes in *Pinus halepensis* [Text] / R.Alonso, S.Elaira, F. J.Castillo, B. S Gimeno. // Plant Cell Environ. – 2001. – Vol. 24. – P. 905 - 916.

187. Arora A. Oxidative stress and antioxidative systems in plants [Text] / A.Arora, R.K.Sairam, G.C.Srivastava. // Curr. Sci.- 2002 - P. 82.
188. Arrigo A.P. Gene expression and the thiol redox state [Text] / A.P.Arrigo // Free rad. Biol. Med. - 1999. - V. 27. - P. 936 - 944.
189. Arzani A. Improving salinity tolerance in crop plants: a biotechnological view. In Vitro Cellular [Text] / A. Arzani // Developmental Biology – Plant – 2008. 44 (5) - P. 373 - 383.
190. Asada K. Chloroplasts: formation of active oxygen and its scavenging [Text] / K Asada // Methods Enzymol. -.1984, 105 - P.422 – 429.
191. Asada K. The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons [Text] / K Asada // Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. - 1999. - V. 50. - P. 601 - 639.
192. Ashraf M. Salt tolerance of cotton: some new advances [Text] / M Ashraf // Critical Reviews in Plant Sciences - 2002. 21 (1) – P.1 - 30.
193. Ashraf MPJC and Harris PJC. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants [Text] / MPJC Ashraf and PJC Harris // Plant Science - 2004. 166 (1) P.3 - 16.
194. Attia H. Effect of salt stress on gene expression of superoxide dismutases and copper chaperone in *Arabidopsis thaliana* [Text] / H.Attia N. Karray, N. Msilini and M. Lachaâl // Biologia Plantarum - 2011. 55 (1) P.159 - 163.
195. Bakht J, Shafi M, Jamal Y and Sher H. Response of maize (*Zea mays* L.) to seed priming with NaCl and salinity stress [Text] / J Bakht, M Shafi, Y Jamal and H // Sher Spanish Journal of Agricultural Research – 2011- **9** (1) - P. 252 - 261.
196. Bakht J. Effect of various levels of salinity on sorghum at early seedling stage in solution culture [Text] / J. Bakht, A. Basir, M. Shafi and MJ. Khan Sarhad Journal of Agriculture - 2006. 22 (1) 17p.
197. Balakrishnan V. Protective mechanism in UV-B treated *Crotalaria juncea* L. seedling [Text] / V.Balakrishnan, K.Venkatesan, K.C.Ravindran, G Kulandaivelu // J. Plant Sci. – 2005. – Vol. 41. – P. 115 - 120.

198. Bandoğlu E. Antioxidant responses of shoots and roots of lentil to NaCl - salinity stress [Text] / E. Bandoğlu, F. Eyidoğan, M. Yücel and HA Öktem // Plant Growth regulation – 2004.- V.42(1) – P.69 - 77.
199. Bansal KC, Nagarajan S. Reduction of leaf growth by water stress and its recovery in relation to transpiration and stomatal conductance in some potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes [Text] / KC. Bansal, S. Nagarajan // Potato res - 1987 – V.30 - P.497 – 506.
200. Barbet A.F. Antigenic variation of *Anaplasma marginale* by expression of MSP 2 mosaics [Text] / Barbet, A.F., Lundgren, A., YI, J., Rurangirwa, F.R. Palmer, G.H // Infection and Immunity.-2000. - V. 68. P. 6133 – 6138.
201. Blokhina O. Antioxidants, Oxidative Damage and Oxygen Deprivation Stress: A review [Text] / O. Blokhina, E. Virolainen, K. Fagerstedt // Ann. Bot. – 2003. – V. 91. – P. 179 - 194.
202. Bray E.A. Plant responses to Water Deficit [Text] / E.A. Bray // Trends Plant Sci., 1997 – V. 2.- P. 48 - 54.
203. Bray E.A. Responses to abiotic stresses [Text] / E.A.Bray, J Bailey_Serres., E Weretilnyk // Biochemistry and molecular biology of plants / Eds W. Gruissem, B. Buchannan, R. Jones. – Amer. Soc. Rockville, 2000. – P. 1158 – 1249.
204. Burkey K. O. Effects of ozone on apoplast: cytoplasm partitioning of ascorbic acid in snap bean [Text] / K. O. Burkey // Physiol. Plant. – 1999. – Vol. 107. – P. 188 - 193.
205. Burton, W.G. Challenges for stress physiology in potato [Text] / W.G. Burton // Akademikan Potato Journal.- 1981 - V. 58. P. 3 - 14.
206. Carli C. Abstracts Global Potato Conference [Text] / C. Carli, D. Khalikov, F.Yuldashev, K. Partoev, K. Melikov, S.Naimov // Delhi - 2008, -P. 31 - 32.
207. Cherian S. Studies on salt tolerance in *Avicennia marina* (Forstk.) Vierh.: effect of NaCl salinity on growth, ion accumulation and enzyme activity [Text] / S.Cherian, M.P. Reddy, J.B. Pandya // Indian J Plant Physiol -1999- 4.- P.266 – 270.

208. Costa V.M. Hydrogen peroxide - induced carbonylation of key metabolic enzymes in *Saccharomyces cerevisiae*: the involvement of the oxidative stress response regulators Yap1 and Skn7 [Text] / V.M. Costa, A.A.Maria, Q.Alexandre, M.F.Pedro // *Free Radic Biol Med* -2002.- 33(11) P.1507 - 15.
209. Costa, A., H₂O₂ in plant peroxisomes: an in vivo analysis uncovers a Ca²⁺-dependent scavenging system [Text] / A.Costa, I.Drago, S.Behera, M. Zottini, P.Pizzo, J.I. Schroeder, T. Pozzan, F.L. Schiavo. // *The Plant Journal*. – 2010. – Vol.62. – P. 760 - 772.
210. Crabbe MJC. Climate change and tropical marine agriculture [Text] / MJC.Crabbe // *J.Ex.Botany*, 2009. V. 60, №10.P.2839 - 2844.
211. Dabrowska-Zielinska K. Inferring the effect of plant and soil variables on C - and L - band SAR backscatter over agricultural fields, based on model analysis [Text] / K. Dabrowska-Zielinska , Y. Inoueb, W. Kowalika, M. Gruszczynskar // *Advances in Space Research*. - 2007. - T. 39 (1) - P.139 - 148
212. Dajic Z. Salt stress [Text] / Z. Dajic // *Physiology and Molecular Biology of stress Tolerance in Plant* / Eds. Madhava Rao K.Y., Radhavendza A.S., Janazdhan Reddy K. // *Dozdzecht: springez-vezlag*. – 2006. - P.41 - 10.
213. Del Rio L. A. Mitochondria and peroxisomal manganese superoxide dismutase: different expression during leaf senescence [Text] / L. A.Del Rio, L. M.Sandalio, D.Altomare, B. Zilinskas. // *J. Exp. Bot.*- 2003.- V. 54.- P. 923 - 933.
214. Dionisio-Sese *ML*, Tobita *S*. Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress [Text] / *ML. Dionisio-Sese S.Tobita* // *Plant Sci.*-1998. 135 P. 1 - 9.
215. Doke N. Causes of Photooxidative Stress and Amelioration of Defense Systems in Plants [Text] / Doke N., Miura Y., Lesndro M.S., Kawakita K. // Ed. C.N. Foyer., P. M. Mullineaux Boca Radon: CRC Press.- 1994. – P. 177 - 197.
216. Donahue JL. Reduction of paraquat toxicity in maize leaves by benzyladenine [Text] / JL Donahue, CM Okpodu, CL Cramer, EA Grabau, RG

- Alscher N.Durmuş, A. Kadioğlu // *Acta Biol Hung.* – 2005. – Vol.56. – P. 97 - 107.
217. Foyer C.H. Noctor G Defining robust redox signalling within he context of the plant cell[Text] / C.H. Foyer, G Noctor // *Plant, Cell and Environment.* - 1994. – Vol. 38. – P. 239 - 239.
218. Foyer C. H, Noctor G. Oxidant and antioxidant signaling in plants: a Reevaluation of the concept of oxidative stress in a physiological context [Text] / C.H. Foyer, G. Noctor // *Plant Cell Environ.* – 2005. – Vol.29. – P. 1056 – 1071.
219. Foyer C.H., Noctor G. Ascorbate and glutathione: the heart of the redox hub [Text] / C.H. Foyer, G.Noctor // *Plant Physiology* - 2011. - 155. - P. 2 – 18.
220. Foyer C.H., Noctor G. Defining robust redox signalling within the context of the plant cell [Text] / C.H. Foyer, G.Noctor // *Plant Cell & Environmen.*- 2015.- 38.- P. 239.
221. Fu J., Huang B. Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress [Text] / J.Fu, B Huang // *Environm. and Experimen. Botany.* - 2001. - V. 45. - P. 105 - 114.
222. Gao X. Over expression of SOD increases salt tolerance of Arabidopsis [Text] / X.Gao, Z. Ren, Y.Zhao, H.Zhang // *Plant Physiol.* - V. 133. - P. 1873 - 1881.
223. Garcia A. Oxidative stress induced by copper in sunflower plants [Text] / A.Garcia, F. J.Baquedano, P.Navarro, F. J. Castillo. // *Free radic. Res.* - 1999. – Vol. 31 – P. 51 — 57.
224. Garratt L.C. Salinity tolerance and antioxidant status in cotton cultures [Text] / LC. Garratt, BS. Janagoudar, KC. Lowe, P. Anthony, JB. Power and MR. Davey // *Free Radical Biology and Medicine* – 2002. - V. 33 (4) P. 502 - 511.
225. Gechev T. S. Reactive oxygen species as signals that modulate plant stress responses and programmed cell death [Text] / T. S.Gechev, F.Van Breusegem,

- J. M.Stone, I. Denev, C. Laloi // BioEssays. Wiley Periodicals Inc. - 2006. – Vol. 28. – P.1091 – 1101.
226. Giannopolitis C.N., Ries S.K. Superoxide dismutase I. Occurrence in higher plants[Text] / C.N. Giannopolitis, S.K.Ries // Plant Physiol. - 1972. - V. 59. - P. 309 - 314.
227. Gill S. S. and Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants [Text] / S. S. Gill and N.Tuteja // Plant Physiol. And Biochem. - 2010. – Vol. 48. – P. 909 - 930.
228. Gopal J. Flowering behavior, male sterility and berry setting in tetraploid *Solanum tuberosum* germplasm [Text] / J.Gopal // Euphytica, - 1994 - V.72 - P.133 - 142.
229. Gossett DR. The effects of NaCl on antioxidant enzyme activities in callus tissue of salt-tolerant and salt-sensitive cultivars of cotton [Text] / DR. Gossett, EP. Millhollon, MC. Lucas, SW. Banks, MM. Marney // Plant Cell Rep. - 1994b. - T.13.- P. 498-503.
230. Gossett, DR. Antioxidant response to NaCl stress in salt - tolerant and salt - sensitive cultivars of cotton [Text] / DR. Gossett, EP. Millhollon, MC. Lucas // Crop Sci. - 1994a - T.34. P. 706-714.
231. Halliwell B. Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental theme of aerobic life [Text] / B Halliwell // Plant Physiology. - 2006. – Vol.141. – P. 312 – 322.
232. Harrington H.M., Alm D.M. Interaction of heat and salt shock in cultured tobacco cells [Text] / H.M.Harrington, D.M Alm //– Plant physiol.- 1988- v. 88- Pp. 618 - 625.
233. Hasegawa PM. Plant cellular and molecular responses to high salinity [Text] / PM. Hasegawa, RA. Bressan, JK. Zhu and HJ. Bohnert // Annual review of Plant Biology. - 2000 -V. 51(1) - P.463 - 499.
234. Haverkort A.J. The effect of early drought stress on tuber and stolon numbers of potato in controlled and field conditions [Text] / A.J.Haverkort, M. van de Waart, KBA Bodlaender // Potato res.- 1990. - V.33.- P.89 - 96

235. He, Y.-Y., and Häder, D.-Preactive oxygen species and UV - B: effect on cyanobacteria [Text] / Y.-Y.He, D.P. Häder // Photochem. Photobiol. Sci. - 2002. 1. P.729 – 736.
236. Hectors K. Arabidopsis thaliana plants acclimated to low dose rates of ultraviolet B radiation show specific changes in morphology and gene expression in the absence of stress symptoms [Text] / K.Hectors, E.Prinsen, W.Coen, M.A.K. Jansen, Y.Guisez // New Phytologist. - 2007. - V.175. - P.255 – 270.
237. Hemberg T. Potato Rest Potato Physiology [Text] / T.Hemberg // Ed. Li P.H. New York: Academic. - 1985. - P. 353 – 2067.
238. Hernandez J. Oxidative stress induced by long-term plum pox virus infection in peach (Prunus Persica) [Text] / J. Hernandez, M.Rubio, E.Olmos, Ros-A.Barcelo, P.Martinez-Gomez // Physiol. Plant. - 2004. - V. 122. - P. 486 - 495.
239. Hérouart D. Genetic Engineering of Oxidative Stress Resistance in Higher Plants[Text]/ D. Hérouart , C Bowler, W.Hilde // Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences.-1993.- 342(1301). - P.235-240
240. Hiroaki Y. Regulation of copper homeostasis by micro-rna in Arabidopsis [Text] / Y.Hiroaki, E.Salah, Abdel-Ghany, C. M. Cohu // Molecular Plant Biology. - 2007. - V. 282. - P. 16369 - 16378.
241. Horie T. Salinity tolerance mechanisms in glycophytes: An overview with the central focus on rice plants [Text] / T Horie, I. Karahara and M. Katsuhara // Rice – 2012. - V.5(1) 11p.
242. Hurst A. Effects of Salinity, High Irradiance, Ozone, and Ethylene on Mode of Photosynthesis, Oxidative Stress and Oxidative Damage in 184 the C₃/CAM Intermediate Plant Mesembryanthemum Crystallinum L [Text] / A.Hurst, T.Grams, R.Ratajczak // Plant Cell. - 2002. - V. 27. - P. 187 - 197.
243. Iritani W. M.Growth and preharvest stress and processing quality of potatoes [Text] / W. M.Iritani // American Potato Journal – 1981-v.58 – P.71 – 80.

244. Iturbe - Ormaetxe I. Oxidative damage in pea plants exposed to water deficit or paraquat [Text] / I.Iturbe - Ormaetxe, P.Escuredo, C.Arrese-Igor, M.Becana // Plant Physiol. - 1998. – Vol. 116. – P. 173 — 181.
245. Jagadeeswaran G. Biotic and abiotic stress down-regulate mir398 expression [Text]/ G.Jagadeeswaran, A.Saini, R.Sunkar // Planta. - 2009. - V. 229. - P. 1009 - 1014.
246. Jiang M., Zhang J. Cross-talk between calcium and reactive oxygen species originated from NADPH oxidase in abscisic acid-induced antioxidant defence in leaves of maize seedlings / M.Jiang, J.Zhang // Plant Cell Envir. - 2003. - V. 26. – P. 929 - 939.
247. Jimenez-Del-Rio M. and Velez-Pardo C. The Bad, the Good, and the Ugly about Oxidative Stress [Text] / M. Jimenez-Del-Rio and C. Velez-Pardo // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. - 2012. - doi:10.1155 - 1639.
248. Jithesh M.N. Antioxidative response mechanisms in halophytes: their role in stress defense [Text] / M.N.Jithesh, S.R.Prashanth, K.R.Sivaprakash, A.K.Parida // J. of Genetics. – 2006. - V. 85. - P. 237 - 254.
249. Kaur N., Gupta A.K. Signal transduction pathways under abiotic stresses in plant [Text] / N.Kaur, A.K. Gupta // Curr. Sci. - 2005. - V. 88. - P. 1771 - 1780.
250. Kaveri D.K., et al. Antioxidant enzymes and aldehyde releasing capacity of rice cultivars (*Oryza sativa* L.) as determinants of anaerobic seedling establishment capacity[Text] / D.K.Kaveri et al // Plant Physiol. – 2004. – V. 30, № 1-2. – P.34 - 44.
251. Kaymakanova M and Stoeva N. Physiological reaction of bean plants (*Phaseolus vulg.* L.) to salt stress [Text] / M Kaymakanova and N. Stoeva // General and Applied Plant Physiology, Special. - 2008 – V.34. - P. 3 - 4.
252. Kim S.M. Screening for superoxide dismutase – like compounds and it' s activators in extracts of fruits and vegetables [Text] / S.M.Kim, D.Han, M. N.Park, J. S.Rhee // Bioscience, Biotechnology, Biochemistry.- 1994 -V.58. - №12. - P. 2263 - 2265.

253. Kliebenstein D.J. Superoxide dismutase in Arabidopsis. An eclectic enzyme family with disparate regulation and protein localization [Text] / D.J.Kliebenstein, R.A.Monde, R.L. Last // Plant Physiology. – 1998 - V.118. – P. 637 - 650.
254. Kondo, N. and M. Kawashima. Enhancement of the tolerance to oxidative stress in cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedling UV - B irradiation: possible involvement of phenolic compounds and antioxidant enzymes [Text] / N. Kondo, and M. Kawashima // J. Plant Res. – 2000. – Vol. 113. – P. 311 - 317.
255. Kreslavski, V.D., Los, D.A., Allakhverdiev, S.I. *et al.* Signaling role of reactive oxygen species in plants under stress [Text] / V.D. Kreslavski, D.A. Los, S.I. Allakhverdiev et al // Russ J Plant Physiol. - 2012. 59, - P. 141 – 154.
256. Kumar C. N., Knowles N. R. Changes in lipid peroxidation and lipolytic and free radical scavenging enzyme during aging and sprouting of potato (*Solanum tuberosum* L.) seed-tubers [Text] / C. N.Kumar, N. R.Knowles // Plant Physiol. - 1993. - V. 102. - P. 115 – 124.
257. Kuznetsov V.I.V., Rakutin V.Yu., Borisova N.N. Why does heat shock increase salt resistance in cotton plants? [Text] / V.I.V.Kuznetsov, V.Yu.Rakutin, N.N. Borisova // Plant physiol. Biochem. - 1993. - V.31.- P.181 - 188.
258. Lee DH. The inductive responses of the antioxidant enzymes by salt stress in the rice (*Oryza sativa* L.) [Text] / DH. Lee, YS Kim and CB Lee // Journal of Plant Physiology. - 2001. V.158 (6) - P.737 - 745.
259. Lobell DB. Identification of saline soils with multiyear remote sensing of crop yields [Text] / DB Lobell, JI Ortiz - Monasterio, FC Gurrola, L. Valenzuela // Soil Science Society of America Journal -2007 - V.71(3 – P. 777 - 783.
260. Logan B. A. Antioxidants and xanthophyll cycle-dependent energy dissipation in *Cucurbita pepo* L. and *Vinca major* L. Upon a sudden increase in growth PPFD in the field [Text] / B. A. Logan, B.Demmig-Adams, W. W. Adams // J. Exp. Bot. - 1998. – V.49. – P. 1881 — 1888.

261. Logan B.E. Microbial fuel cells: methodology and technology [Text] / B.E. Logan, B. Hamelers, R. Rozendal, U. Schroder, J. Keller, S. Freguia, et al. // *Environ Sci Technol.* - 2006. – 40. - P.5181 – 92.
262. Logan D.C.Mitochondrial biogenesis during germination in maize embryos [Text] / D.C. Logan, A.H. Millar, L.J. Sweetlove, S.A. Hill, C.J. Leaver // *Plant Physiology.*- 2001.-V.125.- P. 662 – 672.
263. Luthra S.K. Potato Breeding in India [Text] / S.K. Luthra, S.K. Pandey, B.P. Singh,G.S.Kang, S.V. Singh, P.C. Pande // Central Potato research Institute, Shimla. - 2006. – P. 3 - 71.
264. Luthra S.K. Potato Breeding in India [Text] / S.K. Luthra, B.P.Pandey, G.S.Singh, S.V Kang, P.C Singh // Central Potato Research Institute. Shimla - 2006. - P. 3 - 71.
265. Mackerness S.A.-H. Plant responses to ultraviolet-B (UV-B: 280–320 nm) stress: What are the key regulators? [Text] / S.A.-H. Mackerness // *Plant Growth reg.* – 2000. - V.32. - P. 27 – 39.
266. Mackerness S.A.-H. Reactive oxygen species in the regulation of photosynthetic genes by ultraviolet-B radiation (UV-B: 280-320 nm) in green and etiolated buds of pea (*Pisum sativum* L.) [Text] / S.A.-H.Mackerness, B.R.Jordan, B Thomas // *J. of Photochem. and Photobiol.* – 1999. - V.48. - P.180 - 188.
267. MacKerron D. K. L. Stemflow in potato crops [Text] / D. K. L. MacKerron and R. A. Jefferies // *The Journal of Agricultural Science.* - 1985.-V. 105. - P. 205 - 207.
268. MacKerron, D. K. L. The distributions of tuber sizes in droughted and irrigated crops of potato. I. Observations of the consequences for graded yields from differing cultivars [Text] / D. K. L. MacKerron, R. A. Jefferies // *Potato researc* – 1988. – V.31 - P. 269 – 278.
269. Madamanchi N. Differential response of Cu,Zn Superoxide Dismutase in Two Pea Cultivars during a Short Term Exposure to Sulfur Dioxide [Text] /

- N.Madamanchi, J.Donahue, C.Cramer, R.Alscher, K.Pederson // Plant Mol. Biol. -1994. - V. 26. – P. 95 - 103.
270. Maggio A. Does proline accumulation play an active role in stress-induced growth reduction? [Text] / A. Maggio, S. Miyazaki, P. Veronese, T. Fujita, JI. Ibeas, B. Damsz and RA. Bressan // The Plant Journal - 2002- V. 31(6) - P. 699 - 712.
271. Mansour MMF. Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress [Text] / Mansour MMF // Biol. Plant.- 2000.-V. 43.- P.491 - 500.
272. Meneguzzo, S., Navari-Izzo, E and Izzo, R.: Antioxidative responses of shoots and roots to increasing NaCl concentrations [Text] / S.Meneguzzo, E. Navari-Izzo, and R.Izzo // J. Plant Physiol. – 1999.- 155 P. 274 – 280.
273. Miller, D.E. The effect of irrigation regime and subsoiling on yield and quality of three potato cultivars [Text] / D.E. Miller, & M.W.Martin, // American Potato Journal - 1987a - V.64 – P.17 - 26.
274. Minocha R. Poliamines and abiotic stress in plants: a complex relationship[Text]/ R.Minocha, R.Majumbar, S. C Minocha // Frontiers in plant science. – 2014. – Vol. 5. – P. 1 - 17.
275. Mittler R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance [Text] / R. Mittler // Trends Plant Sci. - 2002. Vol.7 - P. 405 - 410.
276. Mittova V. Response of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii* to salt-dependent oxidative stress: increased activities of antioxidant enzymes in root plastids [Text] / V. Mittova, M. Guy, M. Tal and M. Volokita // Free radical research.– 2002 –V. 36(2) - P.195 - 202.
277. Mittova V. Salinity up - regulates the antioxidative system in root mitochondria and peroxisomes of the wild salt - tolerant tomato species *Lycopersicon pennellii* / V. Mittova, M. Guy, M. Tal and M. Volokita // Journal of Experimental Botany. -2004 - V. 55(399) - P.1105 - 1113.
278. Mittova V. Salt stress induces up-regulation of an efficient chloroplast antioxidant system in the salt-tolerant wild tomato species *Lycopersicon*

- pennellii but not in the cultivated species [Text] / V Mittova, M Tal, M Volokita and M.Guy // *Physiologia Plantarum* - 2002- V.115(3) – P. 393 - 400.
279. Mittova V. Up-regulation of the leaf mitochondrial and peroxisomal antioxidative systems in response to salt -induced oxidative stress in the wild salt - tolerant tomato species *Lycopersicon pennellii* [Text] / V. Mittova, M. Tal, M. Volokita and M. Guy // *Plant, Cell & Environment*. – 2003 - V. 26 (6) – P. 845 - 856.
280. Miura K. and Tada Ya. Regulation of wate, salinity and cold stess responses by salicylic acid [Text] / K.Miura and Ya.Tada // *Frontiers in plant science*. – 2014. –Vol. 5. – P. 1 - 12.
281. Montiller J.L. The upstream oxylipin profile of *Arabidopsis thaliana*: A tool to scan for oxidative stresses [Text] / J.L.Montiller, J.-L.Cacas, M.-H. Montane // *Plant J.* - 2004. - V. 40. - P. 439 - 450.
282. Morgan M. J. Decrease in manganese superoxide dismutase leads to reduced root growth and affects tricarboxylic acid cycle flux and mitochondrial redox homeostasis [Text] / M. J.Morgan, M.Lehmann, M.Schwarzlander, Ch. J. Baxter, A.Sienkiewicz Porzucek, T. C.R.Williams, N.Schauer, A. R.Fernie, M. D Fricker // *Plant Physiology*. – 2008. – Vol. 147. – P. 101 - 114.
283. Morita Shigeto. Induction of rice cytosolic ascorbate peroxidase mRNA by oxidative stress; the involvement of hydrogen peroxide in oxidative stress signaling [Text] / Morita Shigeto et al. // *Plant and Cell Physiol.* – 1999. – V. 40, № 4. – P. 417 - 422.
284. Munns R and Tester M. Mechanisms of salinity tolerance [Text] / R. Munns and .Tester. // *Annual Review of Plant Biology* – 2008 – V. 59 - P.651 - 681.
285. Munns R. Comparative physiology of salt and water stress [Text] / R. Munns // *Plant, Cell & Environment* -2002 - V. 25(2) – P.239 - 250.
286. Murakeözy ÉP, Seasonal changes in the levels of compatible osmolytes in three halophytic species of inland saline vegetation in Hungary [Text] / ÉP. Murakeözy, Z. Nagy, C. Duhazé, A. Bouchereau and Z. Tuba // *Journal of Plant Physiology* – 2003 – V. 160(4) - P. 395 - 401.

287. Nakano Y., Asada K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts [Text] / Y.Nakano, K.Asada // Plant Cell Physiol. – 1981. -Vol. 22. - P. 867 - 880.
288. Pandey S.K. New potato hybrids [Text] / S.K. Pandey, S.V. Singh, S.K. Chakrabarti, P. Manivel // Central Potato Research Institute, Shimla - 2005. – P. 3 – 44.
289. Parida A. NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, proteins, and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, *Bruguiera parviflora*, in hydroponic cultures [Text] / A. Parida, AB. Das and P. Das // Journal of Plant Biology. - 2002 – V.45 (1)- P.28 - 36.
290. Parida AK and Das AB. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review [Text] / AK. Parida and AB. Das // Ecotoxicology and Environmental Safety – 2005 - V. 60(3) – P. 324 - 349.
291. Parvaiz A and Satyawati S. Salt stress and phyto-biochemical responses of plants-a review [Text] / A Parvaiz and S Satyawati // Plant Soil and Environment – 2008 - V. 54(3).- P. 89.
292. Phillips J.P.The Role of small RNAs in abiotic stress [Text]/ J.P.Phillips, T.Dalmay, D.Bartels // FEBS Lett. - 2007. - V. 581. - P. 3592-3597.
293. Prasad T.K. Evidence for chilling-induced oxidative stress in maize seedlings and a regulatory role for hydrogen peroxide [Text] / T.K. Prasad, M. D.Anderson, B.A. Martin, C.R. Stewart // Plant Cell.- 1994. - V.6. №1.- P. 65 - 74.
294. Rao, K.G. Estimation of drag coefficient at low wind speeds over the monsoon trough land region during MONTBLEX-90 [Text] / K.G. Rao, R.Narasimha, and A.Prabhu // Geophysical Research Letters.-1996.- V.23. doi: 10.1029 / 96GL02368. issn: 0094 - 8276.
295. Reyer C. Climate change adaptation and sustainable regional development [Text] / C.Reyer, J.Bachinger, R. Bloch and et al // a case study for the Federal State of Brandenburg, Germany - Reg. Environ Change. – 2012. - V.12, P. 523 - 542.

296. Ruiz - Lozano JM. Clonig of cDNAs encoding SODs from lettuce plants which show differential regulation by arbuscular mycorrhizal symbiosis and by drought stress [Text] / JM. Ruiz-Lozano, C. Collados, JM. Barea, R.Azcón // J. Exp Bot.- 2001. - V.52 – P.2241 – 2242.
297. Scandalias J.G.Response of plant antioxidant defence genes to environmental stress [Text] / J. G. Scandalias // Adv.Genet. – 1990. – Vol. 28. – P.1 - 41.
298. Scandalios J.G. Oxidative stress: molecular perception and transduction of signals triggering anti-oxidant gene defenses [Text] / J.G. Scandalios Braz. J // Med. and Biol. res. - 2005. - V. 38. - P. 995 - 1014.
299. Schapendonk, A. Effects of water stress on photosynthesis and chlorophyll fluorescence of five potato cultivars [Text] / A.Schapendonk, C.Spitters, and P Groot // Potato res. – 1989 - V.32. – P.17 – 32.
300. Semenov M.A, Halford N.G. Identifying target traits and molecular mechanisms for wheat breeding under a changing climate [Text] / M.A. Semenov N.G.Halford // J.Ex.Botany.- 2009. -V. 60, №10.-P.2791 - 2804.
301. Shafi, M. Role of abscisic acid and proline in salinity tolerance of wheat genotypes [Text] / M. Shafi, J. Bakht, MJ. Khan, MA. Khan and D. Raziuddin // Pakistan Journal of Botany. – 2011 - V. 43 – P. 1111 - 1118.
302. Shao H. B. Primary antioxidant free radical scavenging and redox signaling pathways in higher plant cells [Text] / H. B. Shao, L.Ye.Chu, Zh.H Lu, C. M.Kang // International Journal of Biological Sciences . – 2008. – Vol. 4. №1 – P. 8 - 14.
303. Sharma, P. and Dubey, R.S. Ascorbate peroxidase from rice seedlings: properties of enzyme isoforms, effects of stresses and protective roles of osmolytes [Text] / P.Sharma, R.S. Dubey // Plant Science. – 2004. – Vol.167. – P. 541 - 550.
304. Sheng M. Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress [Text] / M. Sheng, M. Tang, H. Chen, B.

- Yang, F. Zhang and Y. Huang // Mycorrhiza. – 2008. –V. 18 (6 - 7). – P. 287 - 296.
305. 309.Shigeoka S. Effects of exogenous spermine on chlorophyll fluorescence, antioxidant system and ultrastructure of chloroplasts in *Cucumis sativus* L. under salt stress [Text] / S. Shigeoka, T. Ishikawa, M. Tamoi, Y. Miyagawa, T. Takeda, Y. Yabuta, S.Shu, L. Y. Yuan, S. R. Guo, J.Sun, Y.H.Yuan // Plant Physiol Biochem. – 2013. – V. 63. – P. 209 - 216.
306. Shimshi, D. and. Susnoschi M. Growth and yield of potato development in a semi-arid region. he effect of water stress and amounts of nitrogen top dressing on physiological indices and on tuber yield and quality of several cultivars [Text] / D.Shimshi, and M. Susnoschi //. Potato res. - 1985.- V.28. – P.89 – 101.
307. Sowokinos, J.R. Translucent tissue defects in *solanum tuberosum* l. Alterations in amyloplast membrane integrity, enzyme activities, sugars, and starch content [Text]/ Sowokinos J.R..Lulai E.C and J.A. Knoper// Plant. Physiol. -1985. - V.78. -P.489.
308. Sreenivasulu N. Differential response of antioxidant compounds to salinity stress in salt tolerant and salt sensitive seedling of foxital millet(*Setaria italica*) [Text] / N. Sreenivasulu B. Grimm W.Weschke // Physiologia Plantarum.- 2000.- V. 109 (4). - P.435 – 442.
309. Stark, J.C. and Wright, J.L.Relationship between foliage temperature and water stress in potatoes [Text] / J.C. Stark, J.L.Wright // American Potato Journal. 1985. V. 62. P.57 - 68.
310. Stark, J.C.Dwelle, R.B. Potato Association of America [Text] / J.C.Stark, R.B. Dwelle// American potato journal. – 1989. - V. 66 (9) - P. 563 - 574.
311. Sun J, Chen SL. Ion flux profiles and plant ion homeostasis control under salt stress [Text] / J Sun, SL. Chen, SX. Dai, RG. Wang, NY. Li, X. Shen and Y. Xu // Plant Signaling & Behavior. - 2009. – V. 4 (4) – P. 261 - 264.

312. Suttle J.C. Dormancy and Sprouting [Text] / J.C. Suttle // Potato Biology: Advances and Perspectives / Ed. Vreugdenhil D. Amsterdam: Elsevier.- 2007. - P. 287 – 137.
313. Taiz L., Zeiger E. Fourth Edition. Sinauer Associates. Sunderland, MA [Text] / L.Taiz, E Zeiger // Plant Physiology – 2006 - P.764.
314. Tester M and Davenport R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants [Text] / M. Tester and R.Davenport // Annals of Botany – 2003 – V. 91(5) – P. 503 - 527.
315. Thakur P. Cold stress effects on reproductive development in grain crops: an overview [Text] / P. Thakur, S. Kumar, J.A. Malik, J.D. Berger and H. Nayyar // Environmental and Experimental Botany -2010 – V. 67(3) – P. 429 - 443.
316. Thompson J. E. The role of Free radicals in Senescence and Wounding [Text]/ J. E. Thompson, R. L. Legge, R. F. Barber // New Phytologist. - 1987. - V. 105. – P. 317-344.
317. Thompson, J.D. Thirty five years of thyme: a tale of two polymorphisms [Text] / J.D. Thompson, D.Manicacci, & M.Tarayre // Bioscience, -1998 - V.48. - P. 805 – 815.
318. Thuiller W. Climate change threats to plant diversity in Europe [Text] / W.Thuiller, S.Jovoier, M.B. Araujo et. al. //-Proc.Natl.Acad. Sci. USA. -2005 – V. 102 - P.8245 - 8250.
319. Torabi M and Halim MRA. Variation of root and shoot growth and free proline accumulation in Iranian alfalfa ecotypes under salt stress [Text] / M. Torabi and MRA. Halim // Journal of Food, Agriculture and Environment - 2010. - V. 8 (3) - P.323 - 327.
320. Tsukamoto S. A Novel Cis-element that is responsive to oxidative stress regulates three antioxidant defense genes in rice [Text] / S.Tsukamoto, S.Morita, E.Hirano, H.Yokoi, T.Masumara, K.Tanaka // Plant Physiol. - 2005. - V. 137. - P. 317 — 327.
321. Ulm R. Genome-wide analysis of gene expression reveals function of the bZIP transcription factor HY5 in the UV-B response of Arabidopsis [Text] /

- R.Ulm, A.Baumann, A.Oravec, Z.Máté, É.Ádám, E.J.Oakeley, E.Schäfer, F.Nagy // Proceedings of the National Academy of Sciences, USA. – 2004. – Vol. 101. – P. 1397 - 1402.
322. 327. Van Breusegem F. The Role of active oxygen species in plant signal transduction [Text] / F. Van Breusegem, E. Vranova, J.F. Dat, D.Inze // Plant Science. -2001. - Vol.161 - P.405 – 414.
323. Van der Zaag D E, Doornbos J H An attempt to explain differences in yielding ability of potato cultivars based on differences in cumulative light interception, utilization efficiency of foliage and harvest index [Text] / D E. Van der Zaag, J H. Doornbos // Potato research – 1987 – V. 30 – P. 51 – 568.
324. Van der Zaag, D.E. Some observations on breeding for resistance to *Phytophthora infestans* [Text] / D.E. Van der Zaag // Europ. Potato J.-1959. - Voll. 2. - P.278 - 286.
325. 338. Verma, S. Yield toxicity induces lipid peroxidation and alters the activities of antioxidant in growing rice plant [Text] / S. Verma, R.S. Dubey // Plant Sci. – 2003. - V.64. - P. 645 - 655.
326. Vinson J.A. High - Antioxidant Potatoes: Acute in Vivo Antioxidant Source and Hypotensive Agent in Humans after Supplementation to Hypertensive Subjects [Text] / J. A. Vinson, Ch.A. Demkosky, D.A. Navarre, M. A. Smyda // J. Agric. Food Chem. - 2012.- № 60 (27).- P.6749 - 6754.
327. Wang W P. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance [Text] / W .P.Wang, B. Vinocur and A. Altman // Planta -2003 – V. 218 (1) – P.1 - 14.
328. Wang Y and Nii N. Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress [Text] / Y. Wang and N. Nii // Journal of Horticultural Science and Biotechnology – 2000 – V.75(6) – P. 623 - 627.
329. Yamada T. Suppressive effect of trehalose on apoptotic cell death leading to petal senescence in ethylene - insensitive flowers of gladiolus [Text] / T.

- Yamada, Y. Takatsu, T. Manabe, M. Kasumi and W. Marubashi // *Plant Science* – 2003 -. V. 164(2) - P. 213-221.
330. Yamaguchi-Shinozaki, K. Transcriptional regulatory networks in cellular responses and tolerance to dehydration and cold stresses [Text] / K. Yamaguchi-Shinozaki, K. Shinozaki // *Annu. Rev. Plant. Biol.* - 2006. – v. 57. – P. 781-803.
331. Yang WJ. Genotypic variation for glycinebetaine in sorghum [Text] / WJ. Yang, PJ. Rich, JD. Axtell, KV. Wood, CC. Bonham, G. Ejeta and D. Rhodes // *Crop Science* – 2003 –V. 43 (1) – P.162 - 169.
332. Zhou X. UV-B Responsive microRNA genes in *Arabidopsis thaliana* [Text] / X. Zhou, G.Wang, W. Zhang // *Mol. Syst. Biol.* - 2007. - V. 3. - P. 103 - 110.
333. Zhu J. K. Over expression of a delta-pyrroline-5-carboxylate synthetase gene and analysis of tolerance to water and salt stress in transgenic rice [Text] / J. K. Zhu // *Trends Plant Sci.* - 2001 – V.6 - P.66 - 72.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ

Статьи в рецензируемых журналах

1. - **А. Гулов М.К.** Рост и развитие коллекционных сортообразцов картофеля в условиях Хуросонского района Хатлонской области Таджикистана [Текст] / М.К.Гулов, К. Партоев // Вестник Таджикского Национального Университета научный журнал Серия естественных наук. Душанбе - 2017, № 1/3. – С. 291 - 294.
2. - **А. Гулов М.К.** Содержание пигментов у генотипов картофеля, выращенных в экстремальных условиях [Текст] / К. Партоев, М.К. Гулов, Х.Х. Афганова, К.А. Алиев // Известия АН РТ - Душанбе – 2017, № 3(198) - С. 64 - 8.
- 3 - **А. Гулов М.К.** Корреляционная связь между морфологическими признаками картофеля и агроклиматическими факторами среды [Текст]/ К.Партоев, М.К. Гулов // Известия Оренбургского Государственного Аграрного Университета - 2018, № 3(71). - С. 93 - 96.
- 4 - **А. Гулов М.К.** Влияние экологических факторов на продуктивность разных генотипов картофеля [Текст] / К. Партоев, М.К. Гулов, У.А. Алиев, К.А. Алиев // Д.А.Н. Р.Т.- Душанбе, - 2018, Т. 61, № 5. - С. 496 - 502.
- 5 - **А. Гулов М.К.** Хусусиятҳои ба гармӣ тобоварии картошка дар шароити ноҳияи Хуросони Тоҷикистон [Текст] / М.К. Гулов, К. Партоев // Ж. Авҷи Зухал - Душанбе, -2018, № 4. - С. 121 - 126.
- 6 - **А. Гулов М.К.** О прорастании свежесобранных клубней сортов картофеля в условиях жаркого климата Таджикистана [Текст] / М.К.Гулов, К. Партоев, А.А.Вахобов // Вестник Педагогического университета Естественные науки - Душанбе - 2018, № 2 (2) – С. 143 - 147.
- 7 - **А. Гулов М.К.** О продуктивности новых сортов картофеля в условиях Вахшской долины Таджикистана [Текст] / Гулов М.К. К. Партоев. К. Алиев // Известия АН РТ – Душанбе, – 2018, № 3 (202) .- С. 55 - 60.
- 8 - **А. Гулов М.К.** Изменение морфологических признаков картофеля при

- удалении листьев / М.К. Гулов // Ж. «Кишоварз», № 4, 2018.- С. 13 - 8.
- 9 - А. **Гулов М.К.** Изменение хозяйственно полезных признаков картофеля при удалении листьев / М.К. Гулов // Ж. «Кишоварз», № 4, 2018.- С. 26 - 21.
- 10 - А. **Гулов М. К.** Холати селекция ва биотехнологияи картошка дар Тоҷикистон [Текст] / К. Алиев, А.Ф Салимзода, К. Партоев, М.К. Гулов, // Ж. Кишоварз – 2019, № 3 - А, (84). - С. 109 - 111.
- 11 - А. **Гулов М.К.** Продуктивность картофеля в зависимости от уровня засоления почвы [Текст] / М.К. Гулов И.С. Нихмонов, М.М. Курбонов // Ж. Кишоварз - 2019 № 3 - А, (84). - С.133 - 135.
- 12 – А. **Гулов М.К.** О связи проявления морфологических признаков картофеля с температурой воздуха [Текст] / К.Партоев, М.К.Гулов, У.К. Алиев, К.А.Алиев // Известия АН. РТ - Душанбе – 2019, № 2 (205). - С. 22 - 27.
- 13 - А. **Гулов М.К.** Микдори нисбии об (МНО) ва норасоии об (НО) дар баргҳои навҳои картошка (*Solanum tuberosum* L.) дар Тоҷикистони Ҷанубӣ [Текст] / М.К. Гулов К. Партоев // Ж. Авҷи Зухал – Душанбе - 2019, № 1 (34) - С. 177 - 181.
- 14 - А. **Гулов М.К.** Влияние жаркого климата на водный обмен сортов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в условиях южного Таджикистана [Текст] / М.К. Гулов, К. Партоев, А. Каримов // Ж. Учёные записки. Худжанский государственный университет имени академика Б. Гафурова - 2019, № 2 (49). - С. 1/7.
- 15 - А. **Гулов М.К.** Активность антиоксидантных ферментов в онтогенезе растений картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в условиях Южного Таджикистана [Текст] / М.К. Гулов, Н.Х. Норкулов, З.Б. Давлятназарова, К. Партоев. К. Алиев // Ж. Известия Оренбургского Государственного Аграрного Университета – 2020, № 2 (82) - С. 97 - 100.
- 16 - А. **Гулов М.К.** Шаклҳои фаъоли оксиген ва системаи антиоксидантӣ дар организмҳои зинда [Текст] / М.К. Гулов, Н.Х. Норкулов, Х.М.

- Ҳамроева, К. Партоев // Ж. Авчи Зухал – Душанбе - 2020, № 1. - С. 195 - 203.
- 17 – **А. Гулов М.К.** Корреляционная связь между активностью антиоксидантного фермента каталазы и водоудерживающей способности листьев картофеля в условиях юга Таджикистана [Текст] / М.К. Гулов // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава Серия естественных наук. – 2021, № 2/2 (87).- С. 70 - 75.
- 18 - **А. Гулов М.К.** О связи проявления активности антиоксидантного фермента аскарбатпероксидазы с водоудерживающей способностью листьев картофеля и относительным содержанием воды в условиях южного Таджикистана [текст] / М.К. Гулов // Известия НАН Таджикистана. Отделение биологических наук. 2021, № 3 (214).- С. 77 - 83.
- 19 - **А. Гулов М.Қ.** Омилҳои гомеостазии мубодилаи об дар давраҳои сабзиши картошка [Текст] / М.Қ.Гулов // Авчи Зухал. № 4 (45). – 2021. ш. Душанбе, - С .45 - 50.
- 20 - **А. Гулов М.Қ.** Алоқамандии омилҳои гомеостазии мубодилаи об дар давраҳои сабзиши картошка [Текст] / М.Қ.Гулов // Паёми Донишгоҳи омӯзгорӣ, Илмҳои табиӣ риёзӣ. № 3 - 4 (11 - 12), - 2021 ш. Душанбе, - С. 380 - 384.
- 21 - **А. Гулов М.К.** Влияние высокой температуры на продуктивность картофеля при летнем сроке посадки [Текст]/ М.К. Гулов // Известия НАН Таджикистана. Отделение биологических наук. № 4 (215). 2021, - С.36 - 41.
- 22 - **А. Гулов М.К.** Влияние высокой температуры на продуктивность картофеля при весеннем сроке посадки [Текст] / М.Қ.Гулов // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава Серия естественных наук. № 2/2 (99).- 2022, - С. 64 - 68.

- 23 - А. Гулов М. Қ. Шиддатнокии транспиратсия ва қобиляти обнигоҳдории баргҳои картошка дар шароити ҷанубии Тоҷикистон [Текст] / М.Қ.Гулов // Авҷи Зухал. № 1. – 2022 ш Душанбе, С. 141 - 146.

Статьи и тезисы в сборниках конференций:

- 24 - А. Гулов М.К. Успехи селекции и биотехнологии картофеля в Таджикистане [Текст] / К.Партоев, М.К.Гулов, И.Нихмонов // Материалы IV Международной научной конференции Экология и география растений и растительных сообществ. Екатеринбург, 2018 г.- С. 653 - 656.
- 25 - А. Гулов М.К. Полигенные признаки картофеля и факторы среды [Текст] / К.Партоев, М.К.Гулов, И.Нихмонов, М Умаров // Материалы научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля». Ж. Картофелеводство, Москва, 2018 г. - С. 79 - 86.
- 26 - А. Гулов М.К. Корреляция между температурой воздуха и признаками картофеля [Текст] / К.Партоев, М.К.Гулов // Сборник материалов Всероссийской научной конференции с международным участием и школы молодых учёных. Иркутск, 2018 г, Часть II. С. 966 - 969.
- 27 - А. Гулов М.К. Корреляционная связь между морфологическими признаками картофеля и температурой воздуха [Текст] / К.Партоев, М.К.Гулов // Материалы Республиканской научно - теоретической конференции: «Влияние глобального изменения климата на продуктивность агроэкологических систем Таджикистана», посвященная международному десятилетию действия: «Вода для устойчивого развития на 2018-2028гг», 70-летию Таджикского Национального Университета. Душанбе, 2018 г.- С. 90 - 93.
- 28 - А. Гулов М.К. Над уровнем моря [Текст] / К.Партоев, М.К.Гулов, М.Умаров // Ж. Агробизнес. Краснодар, 2018 г, № 3 (49). - С. 36 - 38.

- 29 - A. **Gulov M. K.** Ecological factors and productivity of potato [Текст] / К. Partoev, M. K.Gulov, I. Nikhmonov // 3RD International Conference „Smart Bio“ 02-04 May 2019, Kaunas Lithuania, abstract book -, 2019 - P. 118.
- 30 - А. **Гулов М.К.** Экология продуктивности картофеля [Текст] / К. Партоев, М.К.Гулов, И. Нихмонов, И.И.Каримов // Сборник научных трудов по материалам международной научной экологической конференции «Отходы, причины их образования и перспективы использования». (26 - 27 марта 2019 г.), Краснодар, 2019 г.- С. 59 - 61.
- 31 - А. **Гулов М.К.** Продуктивность картофеля и агроэкологические факторы в условиях республики Таджикистан [Текст] / К. Партоев, М.К.Гулов, И. Нихмонов // Материалы V международной научно - практической конференции «Овощеводство и бахчеводство», посвященной 45-летию создания Опытной станции «Маяк». Круты, 2019 г, Том 2. - С. 308 - 312.
- 32 - А. **Гулов М.К.** Корреляционная связь между морфологическими признаками картофеля и агроэкологическими факторами среды [Текст] / К.Партоев, М.К.Гулов, И. Нихмонов // Международный научный сельскохозяйственный журнал, 2018 г. № 1. - С. 31 - 39.
- 33 - А. **Гулов М.К.** Экологические факторы и продуктивность картофеля [Текст] / К.Партоев, М.К.Гулов, И.Нихмонов // Международный научный сельскохозяйственный журнал. 2019 г. № 1. С. 9 – 11.
- 34 - А. **Гулов М.К.** Засоление почвы и продуктивность картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в условиях Таджикистана [Текст] / К.Партоев, М.К. Гулов // Материалы конференции «Современные парадигмы образования: Достижения, инновации, технический прогресс. Ростов – на - Дону, 2019 г, Часть 3. - С. 317 - 321.
- 35 - А. **Гулов М.К.** Водный обмен картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в условиях жаркого климата Таджикистана [Текст] / К.Партоев, М. К. Гулов, И. Нихмонов // Материалы научно - практической конференции, посвященной 85 - летию Академика Диамата Тухтаева

Абдукаримовича и 65 - летию его педагогической деятельности. 17 - 18 июня 2019 г. Самарканд, 2019.г. С. 92 - 96.

- 36 - А. Гулов М.К. Достижения селекции и биотехнологии картофеля в Таджикистане [Текст] / К. Алиев, К. Партоев, М.К. Гулов, М.М. Курбонов, И.Нихмонов // Материалы Республиканской научной конференции «Адаптация живых организмов к изменяющимся условиям окружающей среды». Издательство «Дониш», Душанбе, – 2019.г. С. 11 - 13.
- 37 - А. Гулов М.К. Продуктивный потенциал картофеля при летнем сроке посадки [Текст] / М.К. Гулов // Материалы Республиканской научной конференции «Достижения современной биохимии», Душанбе, 2019 г. - С. 15 - 18.
- 38 - А. Гулов М.К. Влияние температурного стресса на активность ферментов картофеля (*solanum tuberosum* L.) в условиях Таджикистана [Текст] / М.К. Гулов, Н.Х. Норкулов, К. Партоев // Материалы VI Международной научно-практической конференции (в рамках V - научного форума «Неделя науки в Крутах – 2020». Круты, 2020 г. Том 1. - С. 26 - 31.
- 39 - А. Гулов М.К. Продуктивность картофеля и факторы среды [Текст] / К. Партоев, М.К. Гулов, А.А. Каримов // Маводи конференсияи илмию амалии Чумхуриявӣ бахшида ба соли рушди сайёҳӣ ва ҳунарҳои мардумӣ дар мавзӯи «Баланд бардоштани рақобатпазирии истеҳсолоти ватанӣ, амнияти озуқаворӣ, содироту воридотивазкунӣ ва тадбиқи технологияҳои иноватсионӣ» ба ифтихори 70 - солагии узви вобастаи АИ ҶТ Катаев А,Х. Исфара, 2018 с. - С. 295 -298.
- 40 - А. Гулов М.К. О генетической особенности активации антиоксидантных ферментов картофеля (*solanum tuberosum* L.) при высокой температуре воздуха [Текст] / К.Партоев, М.К.Гулов, Н.Х. Норкулов // Collection of abstracts of the International scientific-practical

confeRence: «Theoretical and practical aspects of the development of the vegetable growing industry in modern conditions». Volume 1. Ukraina, Kharkov, 2020. - P.42 - 48.

- 41 – А. Гулов М.К. Интенсивность транспирации у картофеля в условиях жаркого климата Таджикистана [Текст] / М.К.Гулов // Материалы Международной научно - практической конференции ТГМУ им. Абуали ибни Сино (68 - ой годичной), «Достижения и проблемы фундаментальной науки и клинической медицины», посвященной «Годам развития села, туризма и народных ремесел (2019-2021)». Душанбе, 2020 г, Том 3. С. 119 - 121.
- 42 - А. Гулов М.К. Продуктивность картофеля в условиях жаркого климата Таджикистана [Текст] / К. Партоев, М.К. Гулов // Сборник научных трудов XXI Международной научно - практической конференции. Москва, 2020 г, Том 2. - С. 195 - 201.
- 43 - А. Гулов М.К. Селекция и биотехнология картофеля в Таджикистане [Текст] / К. Партоев, М.К. Гулов // Материалы научной конференции, посвященной 90 - летию Академика АН Республики Узбекистан Абдуллоева Абдумавлона Абдулаевича «Изучение, развитие, сохранение, перспективы эффективного использования биоразнообразия генофонда хлопчатника и других культур». Ташкент, 2020 г. - С.102 - 103.
- 44 – А. Гулов М.К. Активность антиоксидантных ферментов растений картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в условиях температурного стресса [Текст] / М.К. Гулов, Н. Х. Норкулов, К. Партоев // Материалы научной конференции посвященной 90 - летию Академика АН Республики Узбекистан Абдуллоева Абдумавлона Абдулаевича «Изучение, развитие, сохранение, перспективы эффективного использования биоразнообразия генофонда хлопчатника и других культур». Ташкент, 2020 г. - С. 116 - 118.

- 45 - А. **Гулов М.К.** Партоев К. Засоления почвы и продуктивность картофеля [Текст] / М.К. Гулов, К. Партоев // Материалы научной конференции, посвященный 90 - летию Академика АН Республики Узбекистана Абдуллоева Абдумавлона Абдулаевича «Изучение, развитие, сохранение, перспективы эффективного использования биоразнообразия генофонда хлопчатника и других культур». Ташкент, 2020 г. - С. 166 - 168.
- 46 - А. **Гулов М.К.** Нидоева Н.И. Продуктивность сортообразцов картофеля при летнем сроке посадки [Текст] / М.К. Гулов, Н.И. Нидоева // Материалы Республиканской коференции «Достижения современной биохимии в Таджикистане». Душанбе, 2020 г. - С. 37 - 41.
- 47 - А. **Гулов М.К.** Высокая температура и водный обмен урастений картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в условиях юга Таджикистана / М.К. Гулов, К Партоев // VII Международная научно - практическая конференция «Наука и образование в современном мире: вызовы XXI века». Нур – Султан, 2020. - С. 140 - 145.
- 48 – А. **Гулов М.К.** Влияние экологических факторов на продуктивность сортообразцов картофеля / К.Партоев, М.К. Гулов // Ж. Субтропическое и декоративное садоводство. (65), 2018 г. – С.216 – 220
- 49 - А. **Гулов М.К.** Водоудерживающая способность, листьев картофеля в условиях жаркого климата / М.К.Гулов // Материалы Республиканской научной конференции биоразнообразие горных экосистем Памира в связи с изменением климата. Душанбе, 2021. - С. 33 - 34.
- 50 - А. **Гулов М.К.** Водообмен в фазах развития картофеля в условиях южного Таджикистана. [Текст] / М.К. Гулов // Материалы Республиканской научно -практический конференции посвященной 30 - летию Государственной Независимости Республики Таджикистан и «Двадцатилетию изучения и развития естественных точных и

математических наук в сфере наука и образования» на тему «Современные проблемы развития природоведческих (естественных) наук: перспективы дальнейшего развития» (с участием СНГ). Бохтар, 2021 г. - С. 136 - 137.

- 51 - А. **Гулов М.К.** Корреляция между интенсивность транспирации (ИТ) и водоудерживающей способностью (ВУС) листьев картофеля в разных фазах развития растений. [Текст] / М.К. Гулов // Материалы научно - практический конференции (69 - й годичной) с международным участием посвященной 30 - летию Государственной независимости Республики Таджикистан и «Годам развития села, туризма и народных ремесел (2019 - 2021)» «Достижения и проблемы фундаментальной науки и клинической медицины». Душанбе, 2021 г. Т. 2. - С. 162 - 164.
- 52 - А. **Гулов М.К.** Тест на адаптацию / М.К. Гулов // Ж. Агробизнес, 2021 г. № 6 (72). -С.47 - 49.

Монография

- 53 - А. **Гулов М.К.** Физиолого - биохимические параметры адаптации и продуктивность картофеля *Solanum tuberosum* L.) в условиях жаркого климата Таджикистана / М.К. Гулов // Душанбе, «Дониш», 2022 г. - 190 с.
- 54 - А. Патент. № TJ 1264, Способ выращивания осеннего картофеля. от 8 февраля 2022 г. /Миралиев К.Х., Гулов М.К., Партоев К // - Душанбе, 2022 г.

ПРИЛОЖЕНИЯ



Посадка картофеля в опытном поле Хурсонский район, (Гулов М.К.,
Партоев К. и работники хозяйство, 2018 г.)



Летняя посадка картофеля в опытном поле, Хуросонский район, (Гулов М.К., Партоев К. и работники хозяйства, 2018 г.)



Гулов М.К. – определяет активность ферментов



В лаборатории молекулярной биологии и биотехнологии Института ботаники, физиологии и генетики растений НАНТ изучается химический состав клубней картофеля (Гулов М.К., Ясинов Ш.М., Партоев К., 2018 г.).



Гулов М.К. и Алиев К.А у сортообразцов картофеля, 2019 г осматривают клубни картофеля, 2020 г.