

На правах рукописи



**Чурсина Наталья Леонидовна**

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕГУЛЯЦИИ МИКРОКЛИМАТА  
АГРОЭКОСИСТЕМ И ПРОДУКТИВНОСТИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ТЕРМИЧЕСКИМИ И  
ФЛУОРЕСЦЕНТНЫМИ ПЛЕНКАМИ**

03.02.08 – Экология (биология)

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Томск – 2018

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Томский государственный педагогический университет».

**Научный руководитель:** доктор биологических наук, профессор  
**Минич Александр Сергеевич**

**Официальные оппоненты:**

**Кособрухов Анатолий Александрович**, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт фундаментальных проблем биологии Российской академии наук, группа экологии и физиологии фототрофных организмов, руководитель группы

**Викторова Ирина Александровна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет», кафедра агрономии и технологии производства и переработки продукции растениеводства Томского сельскохозяйственного института – филиала, доцент

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»

Защита состоится 29 июня 2018 г. в 14 час. 00 мин. на заседании диссертационного совета Д 212.267.10, созданного на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36 (корпус НИИ ББ, конференц-зал).

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке ТГУ и на официальном сайте федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» [www.tsu.ru](http://www.tsu.ru).

Материалы по защите диссертации размещены на официальном сайте ТГУ: <http://www.ams.tsu.ru/TSU/QualificationDep/co-searchers.nsf/newpublicationn/ChursinaNL29062018.html>

Автореферат разослан «\_\_» мая 2018 года

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат биологических наук



Носков Юрий Александрович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** В настоящее время в мировой экономике делается акцент на получение экологически чистой продукции при максимальном использовании ресурсов сельскохозяйственных культур (Ekebafe et al., 2011). В искусственных агроэкосистемах защищенного грунта для этого применяют различные покрывные модифицированные полимерные пленочные материалы, чаще всего полиэтиленовые (ПЭ) (Arboli, 2000; Espí et al., 2000; 2006a; Laverde, 2002; Brown, 2004; Минич, 2011; Max et al. 2012). Улучшение в них микроклимата (МК) и повышение продуктивности растений достигается за счет изменения, контроля и регулирования двух важнейших экологических факторов: температурного режима (ТР) и светового режима (СР), состояния которых определяются климатическими условиями региона и фотофизическими свойствами (ФФС) применяемых модифицированных пленок (Brown, 2004; Max et al., 2012; Semida et al., 2013).

Широкое применение на практике нашли термические пленки (ТП) непрозрачные в области ИК излучения и флуоресцентные пленки (ФП), люминесцирующие в узком диапазоне видимой области спектра (Щелоков, 1986; Kusnetsov et al., 1989; Минич, 1995; 2011; Карасев, 1995; Espí et al., 2000; 2006a; Райда, Толстиков, 2001; Астафурова и др., 2003; Brown, 2004; Max et al., 2012; Semida et al., 2013).

ТП в дневное время при максимуме ИК излучения в солнечной радиации способствуют понижению температуры, а в ночное время при уменьшении температуры воздуха снижают потери тепла, излучаемого нагретым за день почвой и растительными объектами (Espí et al., 2006a; Semida et al., 2013). Уменьшение резких перепадов температур воздуха в дневное и ночное время суток под ТП позволяет оптимизировать МК, что способствует интенсификации вегетативного развития растений и повышению их продуктивности (Marcelis, Hofman-Eijer, 1993; Espí et al., 2006a; Del Amor et al., 2008; Ekebafe et al., 2011).

Под ФП регуляция морфогенеза и продуктивности растений происходит за счет уменьшения ими интенсивности УФ излучения, а в видимой области – за счет люминесцентного излучения и увеличения доли рассеянных лучей (Минич, 2011). Такой комплекс изменений СР влияет на регуляторную систему растений, меняет протекание низкоэнергетических реакций, уровень фитогормонов, активирует их ростовые процессы и продуктивность (Kusnetsov et al., 1989; Минич и др., 2003; 2006; Астафурова и др., 2003; Минич, 2011).

Сотрудниками ИСЭ СО РАН (Томск) разработаны две новые ПЭ ТП (Zakharov et al., 2012). Их получают нанесением слоев субнанометровой толщины наночастиц металлов на основе соединений меди (TF1) или меди и серебра (TF2) на поверхность немодифицированных пленок магнетронным напылением. Совместно сотрудниками ООО «Томскнефтехим» и ФГБОУ ВО ТГПУ разработана ФП Л-50 (Патент РФ №2435363 С1, 2011). Принципиальным ее отличием от уже известных ФП является способность сохранять исходную интенсивность люминесцентного излучения более 3 лет. Данные пленки предложены авторами для создания новых агроэкосистем с улучшенным МК. Однако экспериментальные

доказательства оптимизации в них МК, повышения продуктивности растений за счет регулирования ТР и СР и эффективности применения таких агроэкосистем не приведены или представлены частично.

**Цель работы:** определение особенностей изменения микроклимата за счет регулирования светового и температурного режимов ПЭ термическими пленками TF1 и TF2 и флуоресцентной пленкой Л-50 для управления ростовыми процессами и продуктивностью растений в агроэкосистемах защищенного грунта.

**Задачи работы:**

1. Провести исследование особенностей изменения микроклимата агроэкосистем, морфогенеза и продуктивности *Cucumis sativus* гибридов Маринда и Кураж F<sub>1</sub> термическими пленками TF1 и TF2.

2. Изучить особенности изменения микроклимата агроэкосистем под флуоресцентной пленкой Л-50 и провести исследования его влияния на рост, развитие и продуктивность основных тепличных культур по сравнению с применяемыми на практике флуоресцентными пленками Урожайная и Урожай-2.

3. Провести сравнительную оценку изменения ростовых процессов и продуктивности *Cucumis sativus* гибрида Валентина F<sub>1</sub> за счет оптимизации светового режима двух агроэкосистем: с двухслойным покрытием при использовании флуоресцентной пленки Урожайная и гидрофильной пленки Роса и однослойным покрытием из флуоресцентной пленки Л-50.

**Научная новизна исследования.** Впервые показано, что повышение продуктивности *Cucumis sativus* гибридов Маринда и Кураж F<sub>1</sub> под ПЭ термической пленкой TF1, модифицированной нанесением на ее поверхность наночастиц на основе соединений меди методом магнетронного напыления, определяется спецификой светового и температурного режимов агроэкосистем: практически полным отсутствием прямых УФ лучей, изменением интенсивности ФАР, снижением температуры воздуха и почвы днем и уменьшением потерь тепла ночью за счет пониженного светопропускания пленкой ИК излучения.

Показано, что продуктивность основных сельскохозяйственных культур под ФП Л-50 выше, чем при использовании широко применяемых на практике ФП. Это определяется особенностью микроклимата – специфической способностью пленки Л-50 не менять исходную интенсивность люминесцентного излучения со временем. Сохранение оптимального светового режима в течение всего срока вегетации растений по сравнению с известными ФП в большей степени способствует активации их ростовых процессов за счет интенсивного формирования ассимилирующей поверхности, репродуктивных органов, корневой системы и удлинения срока активного плодоношения.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Результаты исследований вносят вклад в разработку теоретических основ регулирования продуктивности растений в агроэкосистемах защищенного грунта оптимизацией СР и ТР за счет применения новых по составу и ФФС модифицированных ПЭ пленок.

Показана эффективность применения ПЭ ТП TF1 и ПЭ ФП Л-50 в тепличных хозяйствах для повышения продуктивности различных сельскохозяйственных культур и получения ранних урожаев.

Полученные результаты используются в учебном процессе ФГБОУ ВО ТГПУ при чтении курсов «Экология», «Биологические основы сельского хозяйства», «Физиология растений».

**Методология и методы диссертационного исследования.** Методология базировалась на общепринятых схемах экспериментальных исследований по изучению влияния на продуктивность растений изменения СР и ТР в пленочных агроэкосистемах защищенного грунта. Работа выполнялась с использованием современных физико-химических методов исследований, приборов и оборудования.

**Внедрение результатов исследований.** Внедрение результатов исследований было осуществлено при выращивании различных видов сельскохозяйственных культур в крестьянском фермерском хозяйстве (КФХ) М.П. Борзунова (Томск) и на агробиологической станции (АБС) ТГПУ.

#### **Положения, выносимые на защиту.**

1. Изменения морфогенеза и продуктивности *Cucumis sativus* гибридов Маринда и Кураж F<sub>1</sub> под ПЭ ТП, модифицированными нанесением на их поверхность наночастиц на основе соединений меди (TF1) и меди и серебра (TF2) методом магнетронного напыления, определяются особенностями микроклимата агроэкосистем, создаваемого спецификой пропускания пленками солнечного излучения в УФ, ФАР и ИК областях спектра. Под пленкой TF1 происходит оптимизация микроклимата, что способствует стимуляции ростовых процессов и увеличению продуктивности *C. sativus* исследуемых гибридов, под пленкой TF2 – ухудшению светового и температурного режимов и снижению продуктивности.

2. Оптимизация микроклимата, интенсификация ростовых процессов и увеличение продуктивности сельскохозяйственных культур под ПЭ ФП Л-50, модифицированной 0,2% масс. фосфат-ванадатом иттрия, активированного европием, определяются изменениями в интенсивности и спектральном составе солнечной радиации как общими для ФП – увеличением рассеянных лучей, уменьшением интенсивности УФ излучения и люминесцентным излучением, так и специфической ее особенностью – способностью сохранять исходную интенсивность люминесцентного излучения с максимумом длины волны 619 нм в течение всего срока вегетации растений.

**Степень достоверности результатов исследований.** Достоверность результатов диссертационного исследования обеспечивается репрезентативностью экспериментальных выборок, корректным использованием методов статистического анализа и современных аналитических методик.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты диссертационных исследований доложены на конференциях: XIV Всероссийская конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и образование» (Томск, 2010); VII, VIII и IX Международные научно-технические конференции «Актуальные

вопросы биологической физики и химии» (Севастополь, 2011, 2012, 2013); I Всероссийский фестиваль науки: Всероссийская с международным участием конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и образование» (Томск, 2011); VII Съезд Общества физиологов растений России «Физиология растений – фундаментальная основа экологии и инновационных биотехнологий» (Нижний Новгород, 2011); VI Съезд Российского фотобиологического общества (пос. Шепси, 2011); Всероссийская научно-практическая конференция «Экологические проблемы природопользования» (Томск, 2011); Молодежная Всероссийская школа-семинар с международным участием (Томск, 2012); I Международная Интернет-конференция «Современные тенденции в сельском хозяйстве» (Казань, 2012); Всероссийская научная конференция «Физиология растений и микроорганизмов – взгляд в будущее» (Томск, 2013); Международная научно-практическая конференция «Модернизация аграрного образования: технологический аспект» (Томск, 2013), 16-я всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Аграрная наука, образование, производство: актуальные вопросы» (Томск, 2014); Международная научная конференция «Физиология растений – теоретическая основа инновационных агро- и фитобиотехнологий» (Калининград, 2014); Всероссийская научная конференция с международным участием «Растения в условиях глобальных и локальных природно-климатических и антропогенных воздействий» (Петрозаводск, 2015); Всероссийская молодежная научная конференция с международным участием «Биотехнология, биоинформатика и геномика растений и микроорганизмов» (Томск, 2016).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликована 21 работа, в том числе 4 статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук (в том числе 1 статья в зарубежном журнале, индексируемом Web of Science), 17 публикаций в сборниках материалов международных и всероссийских конференций.

**Личный вклад автора.** Автор с 2006 года принимал участие в планировании и проведении экспериментальных исследований. Автором совместно с научным руководителем сделаны выбор и обоснование научной тематики исследований, определены методы исследований. Результаты научных исследований получены при проведении экспериментов совместно с соавторами. Лично автором проведены сбор данных, их обработка, в том числе статистическая, и интерпретация полученных результатов исследований.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 глав (обзор литературы, описание материалов и методов исследований, 2 глав с изложением результатов исследований и их обсуждением), заключения, списка сокращений и условных обозначений и списка использованных источников и литературы, включающего 238 источников (в том числе 148 на иностранных языках). Работа изложена на 141 странице машинописного текста и иллюстрирована 39 рисунками и 18 таблицами.

**Связь темы диссертации с научными программами и договорными исследованиями.** Работа выполнена в ходе выполнения программы «Полимерные композиционные материалы – избирательные фильтры-

преобразователи электромагнитного излучения и их применение в биологических исследованиях, сельском хозяйстве и медицине» по совместному проекту между ИХН СО РАН (Томск), ТГУ, ТГПУ, ООО «Томскнефтехим», ОАО «Полимер» (Кемерово); реализации Договора между ТГПУ и ООО «Томскнефтехим» №93-781-07 от 19.07.2007 «Исследование ФФС и проведение биологических испытаний фотофлуоресцентных пленок ПЭВД для сельского хозяйства» (гос. регистр. №01200005038).

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю проф. А.С. Миничу, без которого защита диссертационной работы была бы невозможна. Автор благодарит за помощь, оказанную при проведении исследований данной работы, доц. И.Б. Минич, доц. А.Е. Иваницкого, аспиранта Е.С. Буценко (ТГПУ), доц. Ю.А. Чурсина (ТПУ).

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В главе проанализированы экологические факторы, влияющие на морфогенез и продуктивность растений, способы оптимизации МК в агроэкосистемах защищенного грунта (теплицах) и основные способы регулирования продуктивности растений пленками различных модификаций.

## 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Объекты исследований.** Объектами исследований служили гибриды  $F_1$  и сорта *Cucumis sativus* L., *Solanum lycopersicum* L., *Solanum melongena* L., *Capsicum annuum* L., *Lactuca sativa* L.

**Методы и условия выращивания растений.** В защищенном грунте на АБС ТГПУ семенным способом выращивались огурец и салат, в КФХ М.П. Борзунова – огурец, баклажан, перец и томат рассадным способом.

Для покрытия контрольных теплиц применялись немодифицированные пленки, для опытных теплиц – ФП, преобразующие УФ излучение в красную область спектра; ТП, обладающие ИК- и УФ-экранирующими свойствами; гидрофильная, препятствующая образованию мелкокапельного конденсата.

Грунтом являлась смесь равных количеств чернозема и перегноя, для салата – чернозема, перегноя и торфа.

**Методы проведения исследований растений.** В онтогенезе у растений отмечались основные фенологические фазы периодов роста. В динамике измерялись морфометрические параметры. Площадь поверхности листьев растений определялась программой «AreaS» 2.1 (Пермяков А.Н., URL: www.ssa.ru). Диаметр стебля измеряли микрометром МК 0-25 мм ГОСТ 6507 с точностью до 0,01 мм. Сырая масса и масса сухого вещества растений определялась на аналитических весах Acculab ALC-210d4 (Acculab, USA).

Продуктивность плодовых овощных культур устанавливалась подсчетом и измерением веса снятых плодов в пересчете на  $\text{кг}/\text{м}^2$ , продуктивность салата – по биомассе.

Определение содержания сахаров в плодах и Хл и Кар в листьях растений

проводилось на спектрофотометрах UV-VIS UV-2600 Shimadzu (Shimadzu Corporation, Япония) и AvaSpec-2048FT-2-SPU (Avantes, Нидерланды). Концентрация Хл и Кар высчитывалась по формулам Хольма-Ветштейна по данным оптической плотности 100 %-ых ацетоновых растительных экстрактов (Шлык, 1971), растворимых сахаров – антроновым методом (Ермаков и др., 1972).

Ионный состав плодов огурца определялся системой капиллярного электрофореза "КАПЕЛЬ 105" (ЛЮМЭКС, Россия) (Komarova, Kamentsev, 2006).

Интенсивности фотосинтеза и транспирации определялись портативным инфракрасным газоанализатором Li-6400, LI-COR (Inc., Lincoln, NE, USA).

**Методы изготовления ПЭ пленок и исследования их фотофизических свойств.** Пленки изготавливались экструзией с раздувом по ГОСТ 16337-77 на «Томскнефтехим» и «Полимер» из ПЭВД 15803-020 (ГОСТ 16337-77), стабилизированы 0,2% масс. Тинувина-622 (Ciba, Швейцария). Композиции для получения ФП готовились «опудриванием» гранул ПЭВД люминофором (Райда и др., 1999). ТП изготавливались нанесением на поверхность контрольной пленки наночастиц металлов методом магнетронного напыления в ИСЭ СО РАН (Zakharov et al., 2012).

Пропускание ИК радиации ТП рассчитывались по ИК-спектрам, полученным на ИК-Фурье спектрометре Nicolet 6700 (Thermo Scientific, USA) в диапазоне волновых чисел 400–3000 см<sup>-1</sup>.

Спектральное пропускание пленками в области ФАР, УФ-А и УФ-В излучения рассчитывалось по данным, полученным на спектрофотометрах AvaSpec-2048FT-2-SPU и UV-VIS UV-2600 Shimadzu (Raida et al., 2003), интегральное пропускание в областях ФАР и УФ излучения – на UV-VIS UV-2600 Shimadzu с интегрирующей сферой (Raida et al., 2003).

Для ФП спектры люминесценции получены на спектрофотометре AvaSpec-2048FT-2-SPU, относительная интенсивность люминесцентного излучения и фотостабильность рассчитывались по интенсивности их люминесцентного излучения относительно эталона (Минич и др., 1992; Минич, Райда, 1998).

**Методы исследований СР и ТР.** Контролем метеорологических условий служили данные Гидрометцентра Томска и результаты собственных наблюдений. Температура воздуха и почвы измерялась регистрирующим устройством в автоматическом режиме с помощью датчиков температуры DS18S20 (Maxim integrated, USA).

Значения суммарной солнечной радиации в диапазоне 280-2300 нм предоставлялись сотрудниками станции высотного зондирования ИОА СО РАН (г. Томск).

Изменения СР в телицах под модифицированными пленками относительно контроля устанавливались на основе данных их ФФС и интенсивности солнечного излучения.

Для **статистической обработки результатов исследований** использовалась программа «Microsoft Excel». Оценка достоверности результатов исследований проводилась при 95%-ом уровне надежности. В таблицах и рисунках для растений приведены средние арифметические значения с



двухсторонним доверительным интервалом из экспериментов, проведенных минимум в трех биологических повторностях не менее чем на 30 растениях, для пленок – на 20 образцах.

### 3. ВЛИЯНИЕ ФОТОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛЕНОК НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМЫ В СООРУЖЕНИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

ТР и СР вне теплиц в период проведения исследований характеризовались близкими показателями к среднегодовым значениям. Основные отличия морфогенеза и продуктивности растений обусловлены неодинаковой интенсивностью солнечной радиации и варьированием ТР, которые определялись различием ФФС исследуемых пленок.

ТП имеют меньшую проницаемость для УФ-А, УФ-В, ИК-А, ИК-В радиации и ФАР по сравнению с нетермической пленкой (табл. 1).

Таблица 1 – Фотофизические свойства ПЭ пленок: нетермической (контроль), термических TF1 и TF2 (толщина: 120 мкм)

Области спектра, нм	Пропускание, %		
	контроль	TF1	TF2
Интегральное пропускание света, %			
290-400(УФ-А + УФ-В)	89,0±1,0	69,8±3,1	62,0±7,3
290-315 (УФ-В)	82,9±3,6	59,0±4,9	40,0±8,2
315-400 (УФ-А)	77,6±3,2	51,4±2,9	28,3±2,5
380-710 (ФАР)	84,5±1,9	61,2±2,5	43,4±5,8
Прямое пропускание излучения, %			
290-315 (УФ-В)	53,4±4,3	0,3±0,1	27,9±1,1
315-400 (УФ-А)	60,1±3,8	11,9±0,9	34,2±3,7
760-1400 (ИК-А)	81,1±1,6	36,5±6,7	12,3±4,6
1400-3000 (ИК-В)	80,5±6,0	41,2±6,1	14,6±5,4

После прохождения солнечного света через пленку TF1 происходит снижение интенсивности УФ, ФАР и ИК излучения. При этом интенсивность светового потока не падает ниже оптимальных значений, необходимых для роста и развития гибридов огурца. Изменение соотношения диапазонов солнечной радиации в сторону уменьшения доли УФ лучей и увеличения доли ИК излучения под пленкой TF1 позволяет улучшить МК в теплице.

Освещенность растений под пленкой TF2 является достаточной для протекания ростовых и фотосинтетических процессов, но происходит максимальное экранирование ИК радиации и увеличение доли прямых УФ лучей, что не способствует оптимизации ТР и СР в теплице.

ФФС исследуемых ФП отличаются незначительно, кроме интегрального светопропускания (табл. 2). Это указывает на то, что под ними морфогенез и продуктивность растений определяются комплексом изменений СР, указанного

в литературе – поглощением части УФ радиации, увеличением доли рассеянных лучей и люминесцентным излучением (Minich, Permyakova et al., 2011; Минич, 2011; Пермякова и др., 2013; Минич, Пермякова и др., 2013).

Однако ФП Л-50 имеет специфическую особенность, принципиально отличающую ее от известных флуоресцентных пленок, – способность сохранять свои люминесцентные свойства более 3 лет, не меняя исходную интенсивность люминесцентного излучения. Сохраняемый в течение всего срока вегетации растений благоприятный СР под данной пленкой способствует более высокой их продуктивности.

Введение гидрофильной добавки не приводит к изменениям ФФС пленки, но препятствует образованию на ее поверхности мелкокапельного конденсата. По литературным данным конденсируемая влага стекает по пленке, что способствует сохранению ее прозрачности, оптимизации СР и повышению продуктивности растений (Pieters, 1996; Pollet, Pieters, 2000; Brown, 2004; Zhou, 2004).

Таблица 2 – Состав и фотофизические свойства ПЭ пленок: немодифицированной (контроль), флуоресцентных (Урожайная, Урожай-2 и Л-50) и гидрофильной (Роса)

Характеристика пленок	Наименование пленок								
	контроль			Л-50	Урожайная		Урожай-2	Роса	
Толщина пленок, мкм	100	120	150	120	120	150	120	100	
Тип введенного в пленку люминофора и содержание, % масс.	нет			ФВИ 0,20	ФЕ 0,05		ФЕ 0,10	нет	
Основной максимум в спектре люминесценции, нм	---			619	615			---	
Относительная интенсивность люминесценции, %: начальная				12,6 ± 0,1	26,8 ± 1,0	28,7 ± 1,3	40,1 ± 0,8	нет	
через месяц эксплуатации		нет		12,5 ± 0,1	9,4 ± 0,2	14,4 ± 0,3	18,3 ± 0,3		
через 4 месяца эксплуатации				12,5 ± 0,1	0,1 ± 0,1	5,4 ± 0,2	6,0 ± 0,2		
Фотостабильность люминофора в пленке, месяц	---			> 36	4	6	5	---	
Содержание гидрофильной добавки, % масс.	нет							0,20	
Пропускание излучения, % в областях, нм:									
	290-330	65,6	65,4	65,1	60,4	54,3	53,7	46,7	65,3
	320-400	70,6	70,4	70,0	65,4	61,0	60,7	56,8	70,3
380-710 (ФАР)	78,5 ± 0,7	78,6 ± 0,8	78,7 ± 0,8	78,2 ± 0,2	77,9 ± 0,8	77,5 ± 0,8	76,4 ± 0,7	78,5 ± 0,6	
Интегральное светопропускание, %	90,6 ± 0,2	90,6 ± 0,2	90,6 ± 0,2	90,2 ± 0,1	90,3 ± 0,1	90,3 ± 0,1	90,1 ± 0,1	90,5 ± 0,3	

#### 4. МОРФОГЕНЕЗ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ ПОД ФЛУОРЕСЦЕНТНЫМИ И ТЕРМИЧЕСКИМИ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫМИ ПЛЕНОЧНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

##### 4.1. Особенности морфогенеза, продуктивности и биохимических параметров *Cucumis sativus* гибридов F<sub>1</sub> Маринда и Кураж под термическими пленками с фотоселективными свойствами TF1 и TF2

Результаты исследований показали, что МК под пленками TF1 и TF2 отличается от контрольной теплицы, что приводит к изменениям роста и развития *C. sativus* (табл. 3).

Таблица 3 – Фенологические фазы *Cucumis sativus* гибридов Маринда и Кураж F<sub>1</sub> под полиэтиленовыми пленками: нетермической (контроль) и термическими TF1 и TF2

Фенологические фазы растений и агротехнические мероприятия		Время от посева, сутки					
		Маринда			Кураж		
		контроль	TF1	TF2	контроль	TF1	TF2
Всходы	единично	8	6	8	8	6	8
	массово	9	7	9	9	7	9
Раскрытие семядолей	единично	10	8	10	10	8	10
	массово	11	9	11	11	9	11
Первый настоящий лист	единично	16	11	14	16	11	14
	массово	17	13	16	17	13	16
Формирование боковых побегов	единично	31	29	29	29	28	29
	массово	32	30	32	31	30	32
Образование завязей и цветение	единично	33	31	32	33	29	32
	массово	34	32	33	34	30	33
Формирование габитуса		47					
Первый сбор плодов		54	50	53	53	50	50
Массовое плодоношение		57	55	57	57	55	55
Ликвидация растений		134					

В начале вегетации у обоих гибридов под пленкой TF1 наблюдалось активное развитие главного побега, сопровождающееся интенсивным формированием ярусов и развитием ассимилирующей поверхности за счет образования большего числа листьев и их размера (рис. 1, 2).

Интенсивный рост и развитие зеленой массы растений под пленкой TF1 способствовали более раннему сроку начала формирования репродуктивных органов (табл. 3). Это в дальнейшем привело к увеличению продуктивности гибрида Маринда на 13,6 % и гибрида Кураж на 35,7 % (табл. 4).

Для гибридов под пленкой TF2 относительно контроля наблюдались идентичные по срокам смены фенологических фаз (табл. 3). Однако

интенсивность роста и развития вегетативной массы растений значительно различалась, что привело к уменьшению продуктивности гибрида Маринда на 26,2 %, гибрида Кураж – на 7,7 %. Это указывает на то, что разница в продуктивности опытных и контрольных растений определяется создаваемым пленками МК и гибридной принадлежностью огурца.

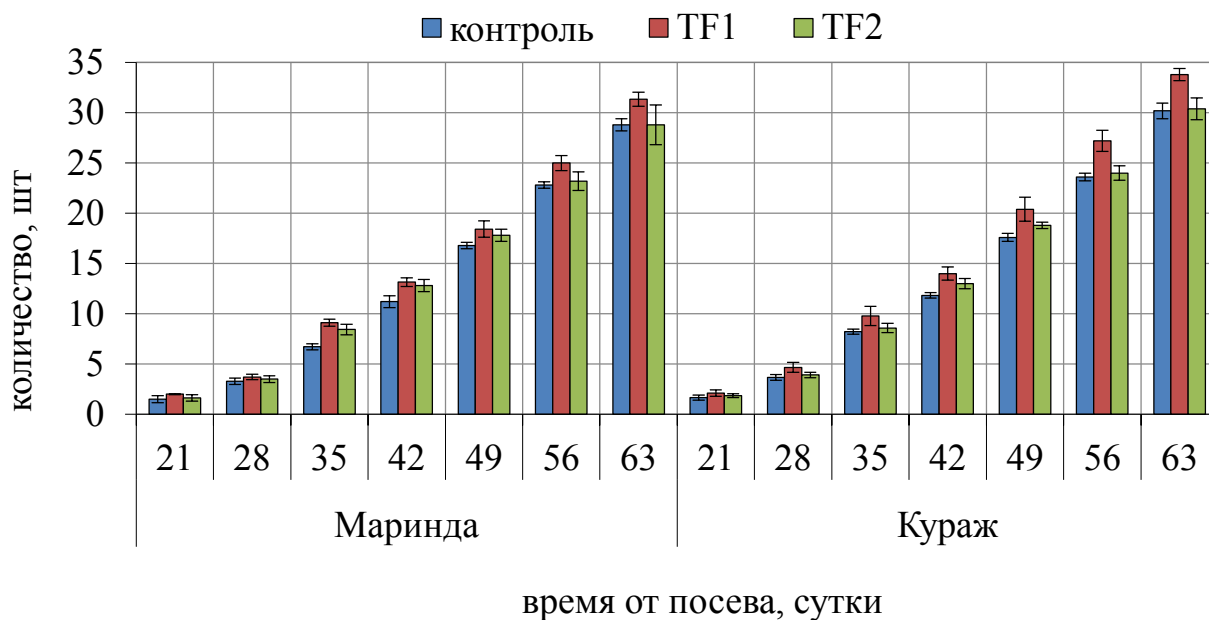


Рисунок 1 – Динамика количества листьев на главном побеге *Cucumis sativus* гибридов Маринда и Кураж F<sub>1</sub> под ПЭ пленками: нетермической (контроль) и термическими TF1 и TF2

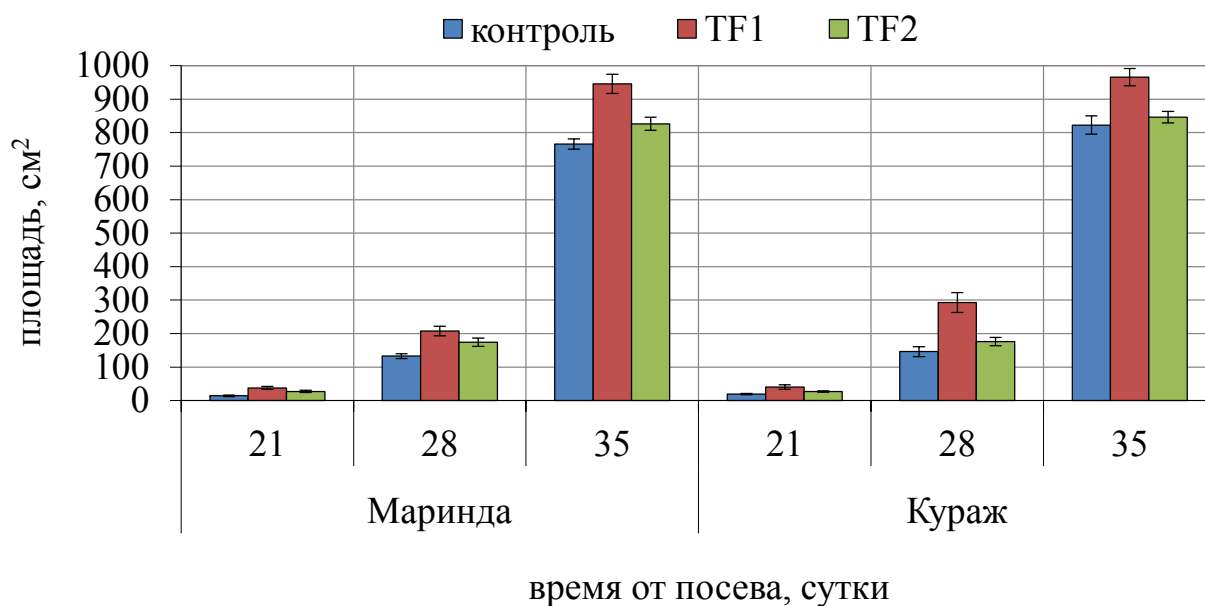


Рисунок 2 – Площадь поверхности листьев *Cucumis sativus* гибридов Маринда и Кураж F<sub>1</sub> под ПЭ пленками: нетермической (контроль) и термическими TF1 и TF2

Таблица 4 – Продуктивность *Cucumis sativus* гибридов Маринда и Кураж F<sub>1</sub> под ПЭ пленками: нетермической (контроль) и термическими TF1 и TF2

Сбор урожая, сутки вегетации	Продуктивность, кг/м <sup>2</sup> (% к контролю)					
	Маринда			Кураж		
	контроль	TF1	TF2	контроль	TF1	TF2
50	0,00	0,28±0,01 (–)	0,00 (–)	0,00	0,48±0,02 (–)	0,06±0,01 (–)
57	1,03±0,01	1,84±0,03 (177,73)	0,807±0,02 (77,66)	0,65±0,01	1,97±0,02 (301,3)	0,97±0,01 (147,67)
64	2,97±0,03	3,95±0,02 (133,13)	2,37±0,03 (80,00)	3,21±0,02	5,99±0,03 (186,12)	3,36±0,03 (104,60)
71	6,65±0,02	7,66±0,04 (115,28)	5,14±0,03 (77,28)	6,63±0,03	9,93±0,04 (149,61)	6,10±0,02 (92,00)
99	19,16±0,02	21,91±0,03 (114,35)	14,06±0,04 (73,37)	17,36±0,02	23,68±0,03 (136,43)	16,01±0,04 (92,26)
133	конец вегетации					
Урожайность, кг/м <sup>2</sup>	25,49±0,03	28,97±0,03 (113,62)	18,81±0,04 (73,79)	22,4±0,02	30,40±0,04 (135,69)	20,68±0,03 (92,31)
Кол-во плодов, шт/м <sup>2</sup>	366,00±1,9	364,09±1,4 (96,22)	237,00±2,0 (62,64)	282,00±2,1	372,90±3,3 (132,23)	240,69±1,8 (85,35)
Средняя масса плода, г	69,65±2,2	79,56±2,3 (114,23)	79,37±1,7 (113,96)	79,46±1,5	81,52±1,9 (102,59)	85,93±1,6 (108,14)

Применение для покрытия теплиц пленки TF1 способствует интенсификации фотосинтеза гибридов Кураж и Маринда за счет увеличения устьичной проводимости и эффективности использования воды (WUE), а также уровня накопления Хл а и Кар (для гибрида Кураж) (табл. 5).

Изменения фотосинтетических процессов гибридов под пленкой связаны со значительным уменьшением облученности растений УФ-А, УФ-В и фиолетово-синими лучами, а также с поддержанием пленкой TF1 оптимального баланса в пропускании тепловых лучей в теплицу и удержанием тепла внутри теплицы. Это приводит к оптимизации МК в теплице и активации роста, развития и повышению продуктивности гибридов огурца.

Под пленкой TF2 ингибируются фотосинтетические процессы обоих гибридов, значительно уменьшается мезофильная проводимость и WUE, а также содержание Хл (для гибрида Маринда), что сопряжено с угнетением их морфогенеза и уменьшением продуктивности. Это обусловлено низкой проникаемостью ИК излучения пленкой TF2 и изменением соотношения УФ/ФАР в сторону увеличения прямых УФ лучей.

Изменение МК теплиц под пленками TF1 и TF2 не влияло на накопление в плодах огурцов большинства ионов и растворимых сахаров, кроме ионов магния, калия, кальция, нитратов и фосфатов. Их содержание было сопряжено с особенностями МК в теплицах, приводящего к изменениям биохимических и формообразовательных процессов растений, продуктивности, а также связано с гибридными особенностями огурца (рис. 3).

Таблица 5 – Динамика устьичной и мезофильной проводимости углекислого газа в листьях *Cucumis sativus* гибридов Маринда и Кураж F<sub>1</sub> под нетермической (контроль) и термическими TF1 и TF2 пленками

Показатели	Время от посева, сутки	Температура воздуха, °С	Теплица		
			контроль	TF1	TF2
Маринда					
Устьичная проводимость, моль/м <sup>2</sup> с	32	21,3 ± 0,1	0,40 ± 0,01	0,35 ± 0,01	0,49 ± 0,01
	39	23,9 ± 0,2	0,92 ± 0,02	1,14 ± 0,01	0,95 ± 0,02
	60	20,1 ± 0,1	1,54 ± 0,04	1,62 ± 0,03	1,68 ± 0,01
	82	27,2 ± 0,2	1,13 ± 0,02	1,17 ± 0,06	1,27 ± 0,03
Мезофильная проводимость, моль/м <sup>2</sup> с	32	21,3 ± 0,1	0,030 ± 0,003	0,045 ± 0,004	0,038 ± 0,003
	39	23,9 ± 0,2	0,056 ± 0,003	0,065 ± 0,006	0,042 ± 0,006
	60	20,1 ± 0,1	0,046 ± 0,009	0,055 ± 0,008	0,034 ± 0,009
	82	27,2 ± 0,2	0,060 ± 0,003	0,053 ± 0,004	0,055 ± 0,009
Концентрация CO <sub>2</sub> в межклетниках, μмоль/моль	32	21,3 ± 0,1	330,2 ± 2,8	300,3 ± 2,2	324,6 ± 2,6
	39	23,9 ± 0,2	324,2 ± 1,0	321,3 ± 0,8	340,1 ± 1,4
	60	20,1 ± 0,1	345,3 ± 1,2	338,1 ± 3,4	351,2 ± 1,8
	82	27,2 ± 0,2	323,8 ± 2,8	330,6 ± 1,4	330,4 ± 2,8
Кураж					
Устьичная проводимость, моль/м <sup>2</sup> с	32	21,3 ± 0,1	0,42 ± 0,01	0,26 ± 0,01	0,18 ± 0,01
	39	23,9 ± 0,2	0,86 ± 0,01	1,19 ± 0,01	1,00 ± 0,03
	60	20,1 ± 0,1	1,77 ± 0,03	1,90 ± 0,05	2,05 ± 0,04
	82	27,2 ± 0,2	1,17 ± 0,04	1,06 ± 0,01	1,05 ± 0,02
Мезофильная проводимость, моль/м <sup>2</sup> с	32	21,3 ± 0,1	0,031 ± 0,004	0,050 ± 0,004	0,038 ± 0,009
	39	23,9 ± 0,2	0,059 ± 0,006	0,064 ± 0,005	0,046 ± 0,002
	60	20,1 ± 0,1	0,050 ± 0,007	0,064 ± 0,008	0,039 ± 0,009
	82	27,2 ± 0,2	0,058 ± 0,005	0,056 ± 0,007	0,042 ± 0,005
Концентрация CO <sub>2</sub> в межклетниках, μмоль/моль	32	21,3 ± 0,1	329,5 ± 1,8	270,2 ± 4,3	280,1 ± 1,9
	39	23,9 ± 0,2	318,1 ± 2,6	323,2 ± 1,6	336,2 ± 2,7
	60	20,1 ± 0,1	348,1 ± 1,8	332,6 ± 1,1	360,0 ± 1,0
	82	27,2 ± 0,2	326,6 ± 3,3	325,9 ± 2,9	339,7 ± 4,2

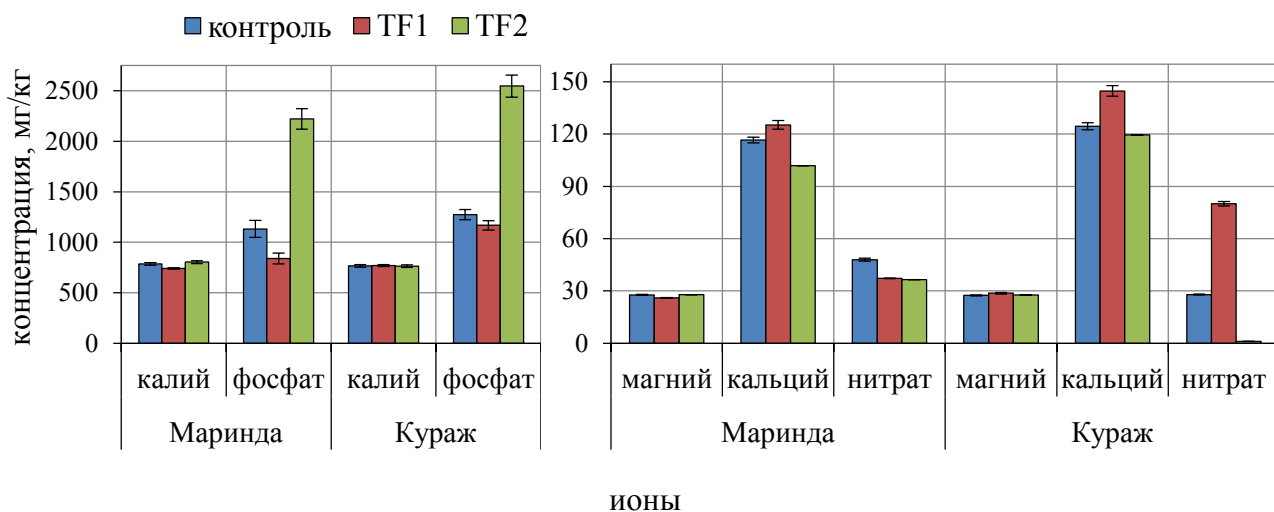


Рисунок 3 – Концентрация некоторых ионов в плодах *Cucumis sativus* гибридов Маринда и Кураж F<sub>1</sub> под нетермической (контроль) и термическими TF1 и TF2 ПЭ пленками

Таким образом, изменение МК ТП TF1 и TF2, определяемые спецификой их проницаемости УФ, ИК и ФАР, оказывает противоположное влияние на морфогенез и продуктивность гибридов огурца.

Улучшение МК в теплице под пленкой TF1 определяется уменьшением негативного влияния на растения прямых УФ лучей, оптимизацией ТР за счет 2-кратного снижения пропускания ИК излучения при сохранении интенсивности ФАР в оптимуме. Такие изменения способствуют активации фотосинтетических процессов гибридов огурца Кураж и Маринда за счет увеличения устьичной проводимости, интенсивности транспирации и WUE, распределения ионов кальция и фосфатов. Это приводит к активному росту и развитию растений, формированию репродуктивных органов и повышению продуктивности.

Под пленкой TF2 изменения СР и ТР в теплицах не способствуют оптимизации МК, следствием чего является угнетение биохимических и формообразовательных процессов гибридов огурца Кураж и Маринда и снижение их продуктивности.

#### **4.2. Особенности морфогенеза и продуктивности сельскохозяйственных культур под флуоресцентными пленками Л-50, Урожай-2 и Урожайная**

На ранних этапах онтогенеза *C. sativus* гибрида Примадонна под исследуемыми ФП наблюдался ускоренный рост, интенсивное формирование репродуктивных органов и раннее плодоношение. Со стадии массового плодоношения и на поздних этапах онтогенеза под пленкой Л-50 выявили максимальное замедление процессов старения и удлинение репродуктивной фазы, что приводит к увеличению продуктивности огурца по сравнению не только с контролем, но и с ФП Урожайная (табл. 6).

Для исследуемых растений семейства Solanaceae под ФП наблюдаются схожие изменения: активация роста на ранних этапах развития, интенсивное формирование репродуктивных органов, удлинение сроков активного плодоношения растений на 2-3 недели и увеличение продуктивности (табл. 6). Однако максимальные положительные изменения ростовых процессов и продуктивности для большинства исследуемых культур выявлены под пленкой Л-50. Наибольшие изменения отмечаются с середины онтогенеза, что сопряжено с сохранением данной пленкой исходных оптических свойств и оптимального МК в теплицах.

Исследования на *L. sativa* показали, что под пленками Л-50, Урожай-2 и Урожайная за счет оптимизации СР и повышения температуры верхнего слоя почвы активируется развитие растений, в том числе корневой системы. Это способствует ускоренному росту, развитию надземной части растений и увеличению продуктивности. Наибольшие положительные изменения ростовых процессов и продуктивности салата отмечены под пленкой Л-50 (табл. 7).

Таблица 6 – Продуктивность различных видов и сортов/гибридов растений под ПЭ пленками: немодифицированной (контроль), флуоресцентными Л-50, Урожай-2, Урожайная и гидрофильной пленки Роса

Культура		Тип пленки	Продуктивность растений (% к контролю)		
наименование	сорт/гибрид		кол-во плодов, шт/м <sup>2</sup>	средняя масса плода, г	продуктивность, кг/м <sup>2</sup>
Огурец	Примадонна	контроль	212,80 ± 4,50	53,60 ± 1,90	11,40 ± 0,44
		Л-50	264,40 ± 3,85 (124,24)	51,95 ± 1,80 (96,92)	13,73 ± 0,25 (120,43)
		Урожайная	241,31 ± 2,22 (113,40)	53,02 ± 1,75 (98,92)	12,79 ± 0,24 (112,19)
	Валентина	контроль*	143,25 ± 4,33	117,30 ± 1,50	16,76 ± 0,35
		Л-50	169,38 ± 2,70 (118,24)	114,85 ± 1,87 (98,15)	19,45 ± 0,49 (116,05)
		Урожайная и Роса*	163,29 ± 2,33 (113,99)	116,23 ± 2,05 (99,08)	19,51 ± 0,22 (116,40)
Томат	Ля-ля-фа	контроль	40,32 ± 1,89	170,88 ± 1,97	6,89 ± 0,44
		Л-50	52,69 ± 2,67 (130,68)	170,93 ± 2,33 (100,03)	9,00 ± 0,33 (130,62)
		Урожайная	47,50 ± 2,11 (117,81)	171,20 ± 1,05 (100,19)	8,13 ± 0,28 (118,00)
	Джина	контроль	38,03 ± 3,17	152,58 ± 1,10	5,80 ± 0,25
		Л-50	45,06 ± 3,25 (118,49)	151,09 ± 2,33 (99,02)	6,81 ± 0,23 (117,41)
		Урожайная	43,12 ± 2,93 (113,38)	152,45 ± 1,21 (99,91)	6,57 ± 0,32 (113,28)
Баклажан	Алмаз	контроль	18,27 ± 2,22	206,47 ± 1,45	3,77 ± 0,53
		Л-50	29,82 ± 4,53 (163,22)	208,94 ± 1,52 (101,20)	6,23 ± 0,34 (165,25)
		Урожай-2	26,56 ± 3,08 (145,37)	208,32 ± 1,39 (100,90)	5,53 ± 0,26 (146,68)
	Барон	контроль	8,45 ± 1,01	317,20 ± 2,15	2,68 ± 0,18
		Л-50	10,67 ± 2,95 (126,17)	320,11 ± 2,05 (100,92)	3,41 ± 0,19 (127,24)
		Урожай-2	9,59 ± 3,03 (113,49)	316,40 ± 2,15 (99,75)	3,03 ± 0,17 (113,06)
Перец	Богатырь	контроль	24,70 ± 2,44	101,67 ± 1,67	2,51 ± 0,33
		Л-50	38,90 ± 2,57 (157,49)	102,09 ± 1,25 (100,41)	3,97 ± 0,35 (158,17)
		Урожай-2	32,73 ± 2,55 (132,51)	102,23 ± 1,21 (100,55)	3,35 ± 0,23 (133,47)

Примечание: \* – теплицы были покрыты двумя слоями пленок с воздушным зазором 5 см.

Таблица 7 – Продуктивность 39-суточного *Lactuca sativa* сорта Московский парниковый под полиэтиленовыми пленками: немодифицированной (контроль) и флуоресцентными (Л-50, Урожайная, Урожай-2)

Тип пленки	Кол-во листьев, шт	Площадь поверхности листьев, см <sup>2</sup>	Сырая масса, г		Сухая масса, мг	
			розетки листьев	корней	розетки листьев	корней
контроль	9,52±0,30	207,54±11,34	5,550±0,501	0,400±0,065	479,38±27,63	25,80±4,05
Л-50	12,11±0,77	636,94±65,29	13,400±1,264	0,960±0,138	786,26±77,53	75,92±11,63
Урожайная	9,00±0,13	317,40±22,25	10,401±0,581	0,433±0,112	535,67±45,45	37,27±11,63
Урожай-2	9,20±0,27	335,04±23,45	10,850±0,686	0,480±0,059	542,60±47,57	38,68±4,23



Таким образом, особенность ФП Л-50 не менять исходную интенсивность люминесцентного излучения со временем позволяет сохранять оптимальный СР в агроэкосистемах весь срок вегетации растений и увеличивать их продуктивность по сравнению с использованием других типов ФП.

#### **4.3. Морфогенез и продуктивность *Cucumis sativus* гибрида Валентина F<sub>1</sub> под флуоресцентной пленкой Л-50 и двухслойным покрытием из флуоресцентной пленки Урожайная и гидрофильной пленки Роса**

Сравнительные исследования изменения ростовых процессов и продуктивности *C. sativus* гибрида Валентина за счет оптимизации СР с использованием двухслойного покрытия из ФП Урожайная и гидрофильной пленки Роса и однослойного покрытия из ФП Л-50 показали практически идентичные ответы (табл. 6). Изменение МК в обеих опытных теплицах положительно влияет на интенсивность развития побега и формирование ярусов, сопряженных с удлинением междоузлий, развитием листовых пластинок и формированием репродуктивных органов. Сходные показатели увеличения продуктивности (около 16 %) гибрида огурца Валентина указывают на сохранение СР в теплице под пленкой Л-50 весь период вегетации и эффективность использования таких агроэкосистем.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Определено, что специфика микроклимата агроэкосистем под полиэтиленовыми термическими пленками, модифицированными нанесением на их поверхность наночастиц на основе соединений меди (TF1) и меди и серебра (TF2) методом магнетронного напыления, определяется изменениями температурного и светового режимов за счет особенности проницаемости солнечной радиации в УФ, ФАР и ИК диапазонах.

2. Впервые установлено, что улучшение микроклимата агроэкосистем под термической пленкой TF1 определяется уменьшением влияния на растения прямых УФ лучей, сохранением интенсивности ФАР в оптимуме и улучшением температурного режима за счет двукратного снижения пропускания ИК излучения. Такая оптимизация микроклимата способствует активации фотосинтетических процессов *Cucumis sativus* гибридов Маринда и Кураж F<sub>1</sub> за счет увеличения устьичной проводимости, интенсивности транспирации и WUE, интенсивного распределения ионов кальция и фосфатов, что приводит к активному росту и развитию обоих гибридов, ускоренному формированию репродуктивных органов и повышению продуктивности.

3. Впервые установлено, что в агроэкосистеме под термической пленкой TF2 за счет двукратного уменьшения интенсивности ФАР и шестикратного снижения пропускания тепловых лучей при увеличении интенсивности прямого УФ излучения по отношению к ИК и ФАР не происходит оптимизация микроклимата, следствием чего является угнетение биохимических и

формообразовательных процессов *Cucumis sativus* гибридов Маринда и Кураж F<sub>1</sub> и снижение их продуктивности.

4. Установлено, что специфика микроклимата агроэкосистем под флуоресцентной пленкой Л-50 определяется не только общими для флуоресцентных пленок изменениями светового режима – уменьшением интенсивности УФ радиации за счет частичного ее поглощения, увеличением доли рассеянных лучей за счет преломления и рассеивания солнечного излучения, наличия низкоинтенсивного люминесцентного излучения с максимумом длины волны 619 нм, но и ее способностью сохранять исходную интенсивность люминесцентного излучения в течение всего периода вегетации растений. Такой микроклимат агроэкосистем способствует увеличению продуктивности растений за счет активации роста и развития с начала вегетации, а для овощных культур – за счет удлинения репродуктивной фазы, сопряженного с интенсивным формированием генеративных органов, более ранним и продолжительным плодоношением.

5. Установлено, что улучшение световых условий в агроэкостемах за счет применения однослойного покрытия из флуоресцентной пленки Л-50 и двухслойного покрытия из флуоресцентной пленки Урожайная и гидрофильной пленки Роса приводит к близким ответным ростовым процессам и повышению продуктивности *Cucumis sativus* гибрида Валентина F<sub>1</sub>.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

*Статьи, опубликованные в журналах, включённых в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:*

1. Минич А. С. Использование фотолюминесцентной и гидрофильной пленок для повышения продуктивности огурца посевого в защищенном грунте / А. С. Минич, И. Б. Минич, О. В. Шайтарова, **Н. Л. Пермякова (Чурсина)**, В. С. Райда // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1 (2). – С. 97–101. – 0,31 / 0,06 а.л.

2. Minich A. S. Vital activity of *Lactuca sativa* and soil microorganisms under fluorescent films / A. S. Minich, I. B. Minich, O. V. Shaitarova, **N. L. Permyakova (Chursina)**, N. S. Zelenchukova, A. E. Ivanitskiy, D. A. Filatov, G. A. Ivlev // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2011. – Вып. 8 (110). – С. 78–84. – 0,44 / 0,05 а.л.

3. Минич А. С. Продуктивность различных видов и сортов растений семейства *Solanaceae* под флуоресцентными пленками / А. С. Минич, И. Б. Минич, **Н. Л. Пермякова (Чурсина)** // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2012. – Вып. 7 (122). – С. 100–105. – 0,38 / 0,12 а.л.

4. Minich A. S. Morphogenesis and productivity of *Cucumis sativus* L. hybrids under the thermic polyethylene films modified by coating of metals by magnetron sputtering / A. S. Minich, I. B. Minich, **N. L. Chursina**, A. E. Ivanitskiy, E. S. Butsenko, E. A. Rozhdestvenskiy // Horticultural Science. – 2016. – Vol. 43, is. 2 – P. 59–66. – DOI: 10.17221/93/2015-HORTSCI. – 0,5 / 0,25 а.л. (*Web of Science*)

*Публикации в прочих научных изданиях:*

5. **Пермякова (Чурсина) Н. Л.** Морфогенез, продуктивность и накопление аскорбиновой кислоты *Cucumis sativus* гибрида Примадонна F<sub>1</sub> при выращивании под светокорректирующей пленкой / Н. Л. Пермякова (Чурсина), К. А. Батракова, О. В. Шайтарова, О. Г. Таукина // Наука и образование : материалы XIV Всероссийской с международным участием конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 19–23 апреля 2010 г. – Томск, 2010. – Т. 1, ч. 2. – С. 65–72. – 0,5 / 0,12 а.л.

6. Потехина Н. Н. Влияние на морфогенез и продуктивность *Lactuca sativa* L. длины волны люминесцентного излучения флуоресцентных пленок / Н. Н. Потехина, **Н. Л. Пермякова (Чурсина)**, К. А. Батракова // I Всероссийский фестиваль науки : Наука и образование : материалы Всероссийской с международным участием конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 25–29 апреля 2011 г. – Томск, 2011. – Т. 1 : Естественные и точные науки. – С. 260–265. – 0,38 / 0,12 а.л.

7. Сенникова Д. С. Влияние на рост и развитие *Lactuca sativa* L. интенсивности люминесцентного излучения флуоресцентных пленок / Д. С. Сенникова, **Н. Л. Пермякова (Чурсина)**, К. А. Батракова // I Всероссийский фестиваль науки : Наука и образование : материалы

Всероссийской с международным участием конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 25–29 апреля 2011 г. – Томск, 2011. – Т. 1 : Естественные и точные науки. – С. 275–279. – 0,38 / 0,12 а.л.

8. Колчев М. Л. Влияние на рост и развитие проростков *Lactuca sativa* красного низкоинтенсивного излучения фильтров-преобразователей УФ-излучения на основе органического фотолуминофора / М. Л. Колчев, А. Е. Иваницкий, **Н. Л. Пермякова (Чурсина)**, Е. С. Буценко, М. В. Савиных // Актуальні питання біологічної фізики та хімії (БФХХ – 2011) : матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції. Севастополь, 26–30 квітня 2011 р. – Севастополь, 2011. – С. 34–35. – 0,12 / 0,02 а.л.

9. Минич А. С. Влияние на морфогенез, гормональный баланс *Lactuca sativa* и микрофлору почвы люминесцентного излучения флуоресцентных пленок / А. С. Минич, И. Б. Минич, **Н. Л. Пермякова (Чурсина)**, А. Е. Иваницкий, Д. А. Филатов, Г. А. Ивлев // VII Съезд Общества физиологов России «Физиология растений – фундаментальная основа экологии и инновационных биотехнологий» и Международная научная школа «Инновации в биологии для развития биоиндустрии сельскохозяйственной продукции» : материалы докладов. Нижний Новгород, 04–10 июля 2011 г. – Н. Новгород, 2011. – Ч. II. – С. 476–477. – 0,12 / 0,02 а.л.

10. Иваницкий А. Влияние люминесцентного излучения флуоресцентной пленки на урожайность *Cucumis sativus* / А. Иваницкий, А. Минич, И. Минич, **Н. Пермякова (Чурсина)**, М. Колчев, Г. Ивлев // VI Съезд Российского фотобиологического общества : материалы съезда. пос. Шепси, 15–22 сентября 2011 г. – Москва, 2011. – С. 84. – 0,06 / 0,01 а.л.

11. Колчев М. Л. Разработка и биологическое тестирование фильтра-преобразователя УФ излучения на основе органического люминофора / М. Л. Колчев, **Н. Л. Пермякова (Чурсина)**, Е. С. Буценко, М. В. Савиных, А. Е. Иваницкий, А. С. Минич, И. Б. Минич // Экологические проблемы природопользования : материалы всероссийской научно-практической конференции. Томск, 01–02 декабря 2011 г. – Томск, 2012. – С. 70–74. – 0,31 / 0,04 а.л.

12. Колчев М. Л. Биологическое тестирование фильтров-преобразователей УФ излучения на проростках растений / М. Л. Колчев, А. Е. Иваницкий, **Н. Л. Пермякова (Чурсина)**, И. Б. Минич, Н. С. Зеленчукова // Актуальні питання біологічної фізики та хімії (БФХХ – 2012) : матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції. Севастополь, 23–27 квітня 2012 р. – Севастополь, 2012. – С. 60–61. – 0,12 / 0,02 а.л.

13. **Пермякова (Чурсина) Н. Л.** Влияние красного света низкой интенсивности на морфогенез, продуктивность, биохимический состав *Lactuca sativa* и активность почвенной микрофлоры / Н. Л. Пермякова (Чурсина), Ю. С. Белянцева, М. А. Юрьева, А. Г. Ивлева, И. Б. Минич // Труды / Томский государственный университет. Серия биологическая. – Томск, 2013. – Т. 284 : Современные подходы и методы изучения рационального использования и охраны биоразнообразия : материалы молодежной всероссийской школы-

семинара с международным участием. Томск, 09–12 октября 2012 г. – С. 136–144. – 0,56 / 0,11 а.л.

14. Минич А. С. Влияние метеоусловий на продуктивность растений в защищенном грунте под флуоресцентными пленками / А. С. Минич, И. Б. Минич, А. Е. Иваницкий, **Н. Л. Пермякова (Чурсина)**, М. Л. Колчев // Современные тенденции в сельском хозяйстве : сборник трудов I Международной Интернет-конференции. Казань, 15–17 октября 2012 г. – Казань, 2012. – С. 148–151. – 0,25 / 0,05 а.л.

15. **Пермякова (Чурсина) Н. Л.** Взаимосвязь продуктивности *Lactuca sativa* L., активности гетеротрофных бактерий почвы и спектрального состава света / Н. Л. Пермякова (Чурсина), Ю. С. Белянцева, М. А. Юрьева, А. Г. Ивлева, И. Б. Минич, А. С. Минич // Физиология растений и микроорганизмов – взгляд в будущее : материалы Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора Р. А. Карначук и 90-летию со дня основания кафедры физиологии растений и биотехнологии Томского государственного университета. Томск, 02–05 апреля 2013 г. – Томск, 2013. – С. 71–73. – 0,19 / 0,03 а.л.

16. Иваницкий А. Е. Биологическое тестирование промышленной флуоресцентной пленки / А. Е. Иваницкий, А. С. Минич, И. Б. Минич, Н. С. Зеленчукова, М. Л. Колчев, **Н. Л. Пермякова (Чурсина)**, Е. С. Буценко // Актуальні питання біологічної фізики та хімії (БФХХ – 2013) : матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції. Севастополь, 22–26 квітня 2013 р. – С. 24–26. – 0,18 / 0,02 а.л.

17. Шайтарова О. В. Применение модифицированных полиэтиленовых пленок как способ повышения урожайности гибридов *Cucumis sativus* L. в защищенном грунте / О. В. Шайтарова, А. С. Минич, И. Б. Минич, **Н. Л. Пермякова (Чурсина)**, А. Е. Иваницкий // Модернизация аграрного образования : технологический аспект : материалы международной научно-практической конференции. Томск, 29–30 октября 2013 г. – Томск, 2013. – С. 248–251. – 0,25 / 0,05 а.л.

18. Минич А. С. Урожайность *Cucumis sativus* L. под полиэтиленовыми пленками с напыленными на их поверхность наночастицами металлов / А. С. Минич, И. Б. Минич, **Н. Л. Пермякова (Чурсина)**, А. Е. Иваницкий, Е. С. Буценко // Аграрная наука, образование, производство: актуальные вопросы : сборник трудов всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Томск, 24 апреля 2014 г. – Новосибирск, 2014. – С. 232–234. – 0,19 / 0,03 а.л.

19. Минич А. С. Изменение урожайности *Cucumis sativus* в защищенном грунте под термическими полиэтиленовыми пленками / А. С. Минич, И. Б. Минич, **Н. Л. Пермякова (Чурсина)**, А. Е. Иваницкий, Е. С. Буценко // Физиология растений – теоретическая основа инновационных агро- и фитобиотехнологий : материалы международной научной конференции и школы молодых ученых. Калининград, 19–25 мая 2014 г. – Калининград, 2014. – Ч. 1. – С. 294–296. – 0,19 / 0,03 а.л.

20. Минич А. С. Изменение интенсивности фотосинтеза и транспирации гибридов *Cucumis sativus* под фотоселективными пленками с термическими свойствами / А. С. Минич, И. Б. Минич, **Н. Л. Чурсина**, Е. С. Буценко, А. Е. Иваницкий, С. В. Гизбрехт, О. Г. Бендер // Растения в условиях глобальных и локальных природно-климатических и антропогенных воздействий : тезисы докладов Всероссийской научной конференции с международным участием и школы молодых ученых. Петрозаводск, 21–26 сентября 2015 г. – Петрозаводск, 2015. – С. 350. – 0,06 / 0,01 а.л.

21. Минич А. С. Изменение численности гетеротрофных бактерий и продуктивности *Cucumis sativus* L. гибридов Маринда и Кураж под термическими полиэтиленовыми пленками / А. С. Минич, И. Б. Минич, **Н. Л. Чурсина**, А. Е. Иваницкий, Е. С. Буценко, С. В. Гизбрехт, Д. А. Филатов // Биотехнология, биоинформатика и геномика растений и микроорганизмов : материалы Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием. Томск, 26–28 апреля 2016 г. – Томск, 2016. – С. 12–16. – 0,31 / 0,04 а.л.



Подписано в печать 27.04.2018 г.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная.

Гарнитура «Times New Roman». Тираж 100 экз. Заказ: 1035/н

**Издательство**

**Томского государственного педагогического университета**

634061, г. Томск, ул. Герцена, 49. Тел.: (382-2) 31-14-84

e-mail: [tipograf@tspu.edu.ru](mailto:tipograf@tspu.edu.ru)