

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Волгоградский государственный аграрный университет»

**На правах рукописи**

**Орлов Александр Сергеевич**

**КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ И УДОБРЕНИЕ ОГУРЦОВ  
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА РАННЮЮ ПРОДУКЦИЮ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВРЕМЕННЫХ ПЛЕНОЧНЫХ УКРЫТИЙ**

Специальность 06.01.02 – Мелиорация, рекультивация и охрана земель

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

**Научный руководитель:**  
доктор технических наук,  
профессор **С.М. Григоров**

**Волгоград-2015**

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
<b>1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОГУРЦОВ В РАННЕЙ КУЛЬТУРЕ .....</b>	<b>9</b>
1.1 Народно-хозяйственное значение и современное состояние производства огурцов .....	9
1.2 Ботаническая характеристика и требования к факторам жизни .....	17
1.3 Выращивание огурцов в условиях дефицита естественной влагообеспеченности .....	23
1.4 Способы производства огурца во внесезонный период. Перспективные направления совершенствования технологии выращивания ранних огурцов .....	28
<b>2. СХЕМА, МЕТОДИКИ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ .....</b>	<b>35</b>
2.1 Место, цель и программа экспериментальных исследований	35
2.2 Почвенные условия опытного участка .....	39
2.3 Агрометеорологические условия проведения опытов в 2010-2012 гг. ....	42
2.4 Методики исследований .....	46
2.5 Особенности агротехники огурцов в опытах .....	51

<b>3.</b>	<b>ВОДНЫЙ И ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМЫ ПОЧВЫ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ РАССАДНЫХ ОГУРЦОВ В ТОННЕЛЬНЫХ УКРЫТИЯХ .....</b>	<b>54</b>
3.1	Температурный режим воздуха и почвы при выращивании огурцов в тоннельных укрытиях .....	54
3.2	Фактический режим капельного орошения рассадных огурцов в опытах .....	60
3.3	Основные статьи баланса почвенной влаги при капельном орошении рассадных огурцов .....	72
3.4	Региональные параметры биоклиматической модели испарения влаги для рассадных огурцов при выращивании с использовани- ем тоннельных укрытий .....	83
<b>4.</b>	<b>ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ПЛОДОНОШЕНИЯ РАССАДНЫХ ОГУРЦОВ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ В ТОННЕЛЬНЫХ УКРЫТИЯХ .....</b>	<b>93</b>
4.1	Результаты фенологических исследований .....	93
4.2	Факторы повышения приживаемости рассады при капельном орошении огурцов в тоннельных укрытиях .....	97
4.3	«Нетто-фотосинтез» и главные особенности формирования рас- тениями органического вещества при выращивании рассадных огурцов в тоннельных укрытиях .....	102
4.4	Динамика плодоношения рассадных огурцов и факторы, ее определяющие .....	120

<b>5.</b>	<b>ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ РАССАДНЫХ ОГУРЦОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОННЕЛЬНЫХ УКРЫТИЙ .....</b>	<b>133</b>
5.1	Урожайность и качество плодов огурца при капельном орошении в тоннельных укрытиях .....	133
5.2	Эффективность использования воды на формирование урожая при капельном орошении рассадных огурцов .....	141
5.3	Экономическая эффективность капельного орошения рассадных огурцов при выращивании с использованием тоннельных укрытий .....	148
	<b>Заключение .....</b>	<b>156</b>
	<b>Литература .....</b>	<b>159</b>
	<b>Приложения .....</b>	<b>171</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследований.** Сезонная динамика производства и цен на огурцы в России носит намного более выраженный характер, чем в странах ближайшего торгового окружения. По официальным статистическим данным Российские закупочные цены на огурцы в мае и первых декадах июня достигают 35-40 руб./кг, что в 2-3 раза выше, чем в таких странах, как Израиль, Турция, США и Беларусь. Это делает отечественную продукцию неконкурентоспособной, что подтверждается растущими объемами импорта, которые в настоящее время превышают 160 тыс. тонн на сумму более 120 млн. долл.

Оптимальный выход из создавшейся ситуации видится в создании отечественного производства ранней продукции огурцов на основе малозатратных технологий. К элементам таких технологий, обеспечивающих раннее производство огурца, следует отнести использование пленочных тоннельных укрытий. Другим перспективным способом является использование рассадной технологии для производства ранней овощной продукции. Актуальность темы исследований определяется необходимостью разработки приемов управления водным и минеральным питанием растений, обеспечивающих в природных условиях региона Нижней Волги гарантированное получение ранней продукции огурца при возделывании из рассады в пленочных тоннельных укрытиях.

**Степень разработанности темы исследований.** В настоящее время разработаны и успешно прошли апробацию современные технологии выращивания огурцов в условиях открытого и защищенного грунта (К.Л. Алексеева, Ю.М. Андреев, Ф.С. Джалилов, Д.В. Пацурия, 2011; В.Ф. Белик, 1999; О.А. Ганичкина, 2012, Н.Н. Дубенок, Р.В. Калиниченко, 2010; А.Т. Лебедева, 2004; Е.О. Самусь, 2011). Для получения урожая огурцов во внесезонный период используются капитальные тепличные сооружения или пленочные теплицы, организация производства в которых требует значительных капиталовложений. Следует признать, что технология производства ранних огурцов из рассады с использованием пленочных тоннельных укрытий в регионе Нижней Волги до сих пор не нашла научного обоснования. Это определяет разработку технологии возделывания рассадных огурцов в

тоннельных укрытиях как комплексную научную задачу, решаемую с учетом возможности оптимизации водного и минерального питания растений, обеспечивающих формирование планируемых урожаев стандартной продукции.

**Цель исследований** – повышение эффективности производства ранних огурцов за счет разработки элементов технологии возделывания в рассадной культуре и капельного орошения во временных пленочных укрытиях, обеспечивающих в условиях резко континентального климата Нижневолжского региона получение 50-90 т/га конкурентоспособной продукции с началом плодоношения во внесезонный период.

**Задачи исследований:**

1) Исследовать современный научный и производственный опыт возделывания огурцов во внесезонный период, обосновать направления поиска ресурсосберегающих эффектов и возможностей снижения себестоимости продукции;

2) Обосновать возможность и необходимые условия эффективного использования рассадной культуры огурца для получения в условиях резко континентального климата Нижневолжского региона гарантированных урожаев ранней продукции;

3) Определить уровни минерального питания и водообеспечения, обеспечивающие получение планируемых урожаев плодов огурца, отвечающих требованиям стандарта качества;

4) Изучить возможности водосбережения при капельном орошении рассадных огурцов во временных тоннельных укрытиях;

5) Обосновать эффективные сочетания уровней водообеспечения и минерального питания огурца, обеспечивающих при использовании рассадной технологии и временных тоннельных укрытий снижение себестоимости ранней продукции.

**Научная новизна.** Для условий резко континентального климата Нижневолжского региона экспериментально обоснована эффективность использования уширенных тоннельных пленочных укрытий, обеспечивающих благоприятные условия для выращивания огурцов из рассады с целью получения ранней продукции. Установлены закономерности формирования водного режима почвы и обоснова-

ны элементы технологии капельного орошения рассадных огурцов. Обоснованы допустимые уровни минерального питания рассадных огурцов при выращивании с использованием капельного орошения, обеспечивающие формирование гарантированных урожаев экологически безопасной продукции.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Сформулирована и подтверждена гипотеза о возможности использования рассадной культуры огурца для получения ранней продукции в условиях резко континентального климата Нижневолжского региона. Установлены закономерности формирования микроклимата в пленочных тоннельных укрытиях, водопотребления и формирования водного режима почвы, особенности динамики плодоношения огурцов выращивании из рассады. Практическая ценность диссертации состоит в обосновании эффективности использования уширенных тоннельных укрытий, элементов технологии возделывания и капельного орошения рассадных огурцов, обеспечивающих получение до 80 т/га высококачественных плодов с началом плодоношения во внесезонный период.

**Методология и методы исследований.** Теоретическое обобщение и анализ ранее проведенных исследований по литературным данным позволили сформулировать гипотезу исследований, как допущение возможности использования преимуществ капельного способа орошения для эффективного выращивания огурцов из рассады в пленочных тоннельных укрытиях. Методологической основой проверки научной гипотезы стал метод полевого эксперимента. Полевые исследования и наблюдения проводили с учетом требований общепризнанных методик полевого опыта и изучения водного режима почвы (Б.А. Доспехов, 1985 г., В.Н. Плешаков, 1983 г., А.А. Роде, 1960 г., Н.А. Качинский, 1970 г. и др.).

**Положения, выносимые на защиту:**

- научное обоснование эффективности применения уширенных (до 1,0 м) тоннельных пленочных укрытий для выращивания ранних огурцов из рассады с возможностью получения до 80 т/га экологически безопасной продукции;
- закономерности водопотребления и условия эффективного управления водным режимом почвы при капельном орошении рассадных огурцов с целью получения ранней продукции;

– допустимые уровни минерального питания рассадных огурцов при выращивании с использованием капельного орошения, обеспечивающие формирование гарантированных урожаев экологически безопасной продукции.

**Степень достоверности и апробация работы.** Достоверность полученных данных подтверждается повторением качественных взаимосвязей формирования водного режима почвы и ростовых процессов огурца в течение трехлетнего периода исследований, а также результатами статистической обработки. Проверка результатов исследований на производственном участке ООО «ЛИДЕР» Николаевского района Волгоградской области общей площадью 3 га с использованием уширенных до 1,0 м пленочных тоннельных укрытий и капельного орошения подтвердила возможность получения свыше 80 т/га экологически безопасной продукции на 20 дней раньше начала плодоношения огурцов открытого грунта.

Основные результаты исследований, проведенных в рамках диссертационной работы докладывались на VI Всероссийской научно-практической конференции «Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы» (Саратов: СГАУ, 2012), научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития мелиоративного, лесомелиоративного и водохозяйственного комплексов юга России» (Новочеркасск: НГМА, 2012), международной научно-практической интернет-конференции «Наука на службе сельского хозяйства» (Украина: Киев, 2013), научно-практической конференции «Современные проблемы растениеводства на орошаемых землях, посвященная 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова» (Новочеркасск: РОСНИИПМ, 2013).

По результатам исследований опубликовано 11 работ, в т.ч. – 5 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Общий объем публикаций – 4,02 печ.л., из которых 3,25 печ.л. принадлежит лично автору.

**Структура диссертационной работы.** Содержание диссертационной работы изложено на 198 стр. компьютерного текста, в т.ч. 112 стр. основного текста, 38 таблиц, 30 рисунков, 27 приложений. Диссертация структурно представлена пятью главами, включает введение, выводы и предложения производству. Список литературы состоит из 133 наименований, включая 5 работ иностранных авторов.



# 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОГУРЦОВ В РАННЕЙ КУЛЬТУРЕ (изученность вопроса)

## 1.1 Народно-хозяйственное значение и современное состояние производства огурцов

Большинство современных ученых сходятся во мнении, прародиной огурцы является северо-западная Индия [10, 57, 93, 103, 125]. Альтернативой данному мнению является утверждение, что настоящее место происхождения огурца, как и форма его прародителей потеряны [80, 106]. Дикие формы огурца в настоящее время не известны, а природные условия северо-западной Индии действительно наиболее соответствуют биологии этой культуры, но только в современном мире [80]. В культуру же огурцы были введены более 3000 лет назад [103].

В ходе тысячелетней истории огурца его культура не была потеряна, но напротив, получила многообразие форм и видов и широчайшее распространение по всему миру [103]. Это ясно свидетельствует в пользу большого народно-хозяйственного значения культуры, хотя биохимический состав не отражает исключительной пищевой ценности плодов огурца.

Большая часть плодов огурца – это вода, которая занимает до 95-97 % [51]. Содержание белков не превышает 0,8 %, жиров 0,1 %, углеводов – не более 3,0 %, ничтожное содержание крахмала (0,1 %), пищевых волокон (0,7 %) и органических кислот (0,1 %). Кроме того, хоть и в разной степени, в плодах огурцы присутствуют витамины (в среднем, витамина А – 0,06 мг, витамина В1 – 0,03 мг, витамина В2 – 0,04 мг, витамина В3 – 0,3 мг, витамина В6 - 0,04 мг, витамина В9 – 4,0 мкг, витамина С – 10,0 мг, витамина Е – 0,1 мг, витамина Н – 0,9 мкг, витамина РР – 0,2 мг) и минеральные вещества (среднее содержание железа 0,9 мг, калия – более 140 мг, 23,0 мг кальция, 14,0 мг магния, 8,0 мг натрия, до 42,0 мг фосфора и 25,0 мг хлора). Среди минерального остатка в меньших количествах присутствуют кобальт, молибден, фтор, медь, алюминий, йод, марганец, хром и цинк [21].

Таким образом, пищевая ценность плодов огурца невысока: содержание белка, жира или углеводов явно недостаточно для восполнения потребностей человеческого организма, содержание большинства витаминов и минеральных веществ – невысокое. Калорийность огурцов не превышает 154 ккал на килограмм плодов. Однако вкусовые качества не являются единственным преимуществом огурцов, как это представлено в некоторых исследовательских работах [103].

Аскорбиновая кислота содержится, преимущественно, в кожице плода, причем 300-400 г огурцов в сутки способны восполнить дефицит витамина С в организме человека в полном объеме [126]. Большая часть зольных элементов содержится из необходимых человеку калия и фосфора. Ввиду слабого желчегонного и мочегонного действия и благодаря особенностям минерального состава плодов огурцы полезны при заболеваниях сердца. Повышенное содержание калия способствует регуляции работы почек. Кроме того, огуречный сок способствует улучшению аппетита, активизирует ферментативную функцию желудочно-кишечного тракта, его можно употреблять как болеутоляющее средство при желудочно-кишечных коликах [125]. Уникальный щелочной состав огуречного сока способствует снижению желудочной кислотности, благоприятно влияет на перевариваемость белков и жиров, повышая их усвояемость, оказывает антисептическое действие, способствует выведению излишнего холестерина. Поэтому огурцы во многих странах мира являются неотъемлемой частью сбалансированной системы питания человека.

Фракционный состав и физико-технологические свойства плодов огурца важны, прежде всего, при переработке (консервировании) продукции. Вместе с тем, определенные требования предъявляются и к продукции, потребляемой в свежем виде [32]. Например, согласно установленным государственным стандартным требованиям, размер короткоплодных огурцов не должен превышать 11 см при диаметре 5,5 см для 1 группы качества, соответственно длина огурца должна быть в пределах 12-14 см – для второй группы качества. Для среднеплодных огурцов длинна не должна превышать 25 см при диаметре 5,5 см, а для длинноплодных – длинна должна быть более 25 см при диаметре не более 5,5 см [32].

Благодаря высоким вкусовым качествам культура огурца получили самое широкое распространение в мире, его производство в существенных для нации объемах, налажено в более, чем в 70 странах мира. Представленные на рисунке 1.1 страны производят более 97 % всех огурцов в мире [112]. Наиболее развито производство огурцов в Китае. В 2011 году здесь было произведено свыше 47 млн тонн плодов огурца, что составляет 72,5 % производства огурцов в мире. Российская Федерация занимает четвертое место по объемам производства огурцов в мире: по данным за 2011 год было произведено более 1,2 млн тонн плодов огурца. США по производству огурцов стоят на шестом месте в мире, производство плодов в 2011 году составило чуть более 750 тыс. тонн.

Производство огурцов в Китае является рекордным как по общим объемам, так и по производству на душу населения. При численности населения около 1,4 млрд чел. на душу населения здесь производится 34,5 кг (рисунок 1.2). Еще больше в расчете на душу населения огурцов производится в Иордании, Белоруссии и Палестине. Российская Федерация по производству огурцов на душу населения существенно отстает, занимая 32 место в мире, уступая ряду стран, таких как Нидерланды, Армения, Казахстан, Узбекистан, Киргизстан, Финляндия и др.

Производство огурцов в России рухнуло с развалом СССР, но постепенно наращивалось в течение постперестроечного периода вплоть до 2000 года (рисунок 1.3). С начала нового века объемы производства огурцов стабилизировались, а занимаемая под посевами площадь неуклонно сокращалась, достигнув к 2011 году 66,2 тыс. га. Стабилизация производства огурцов в России обеспечилась, преимущественно, за счет роста продуктивности посевов. Рост урожайности огурцов за последние 20 лет – это единственный тренд, который отличается максимальной устойчивостью. Связано это, по видимому, с вовлечением современных интенсивных технологий производства этой культуры на все большие площади.

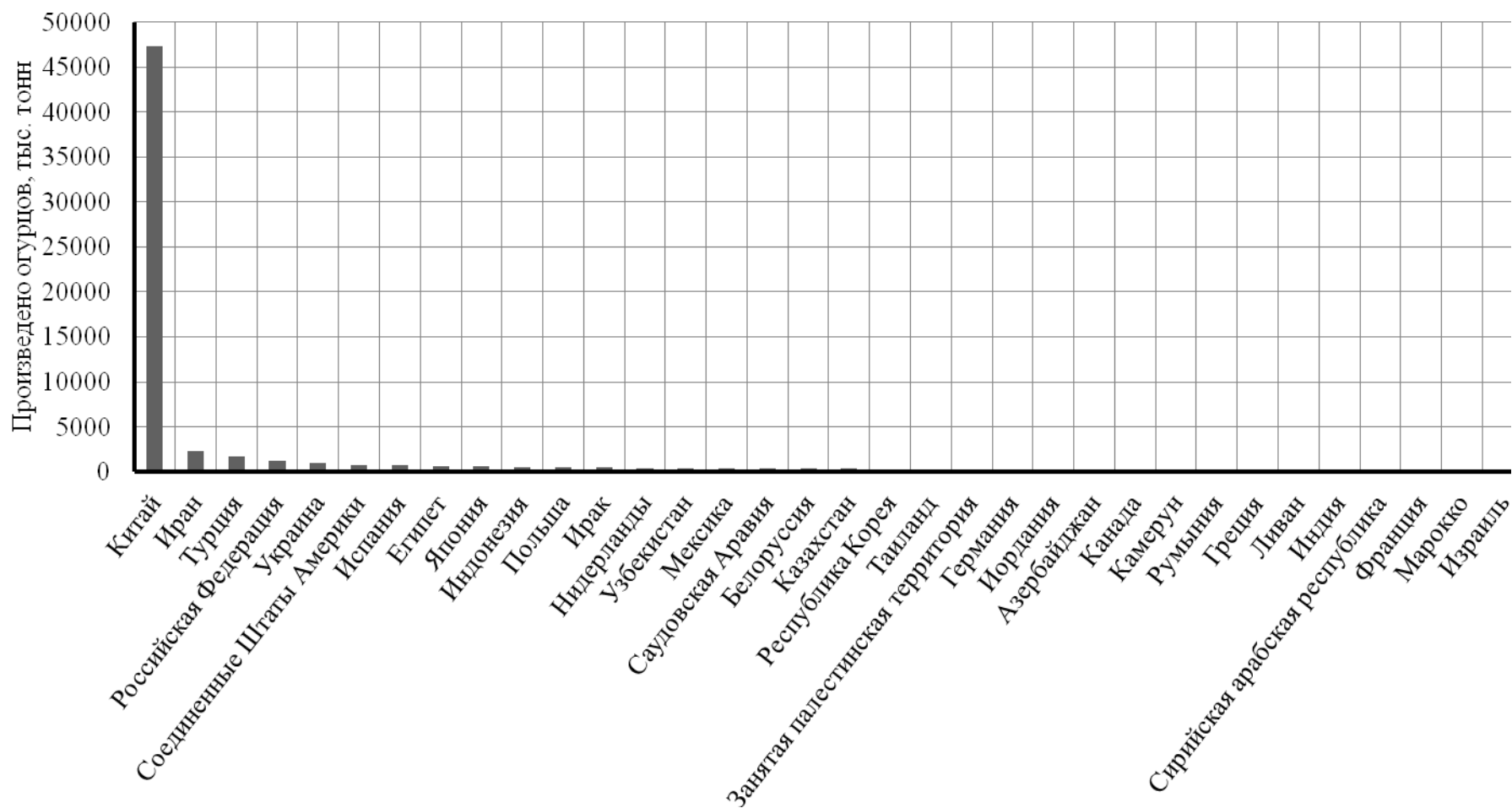


Рисунок 1.1 – Распределение современного производства огурцов в мире (по данным статистики ФАО ООН за 2011 г.)

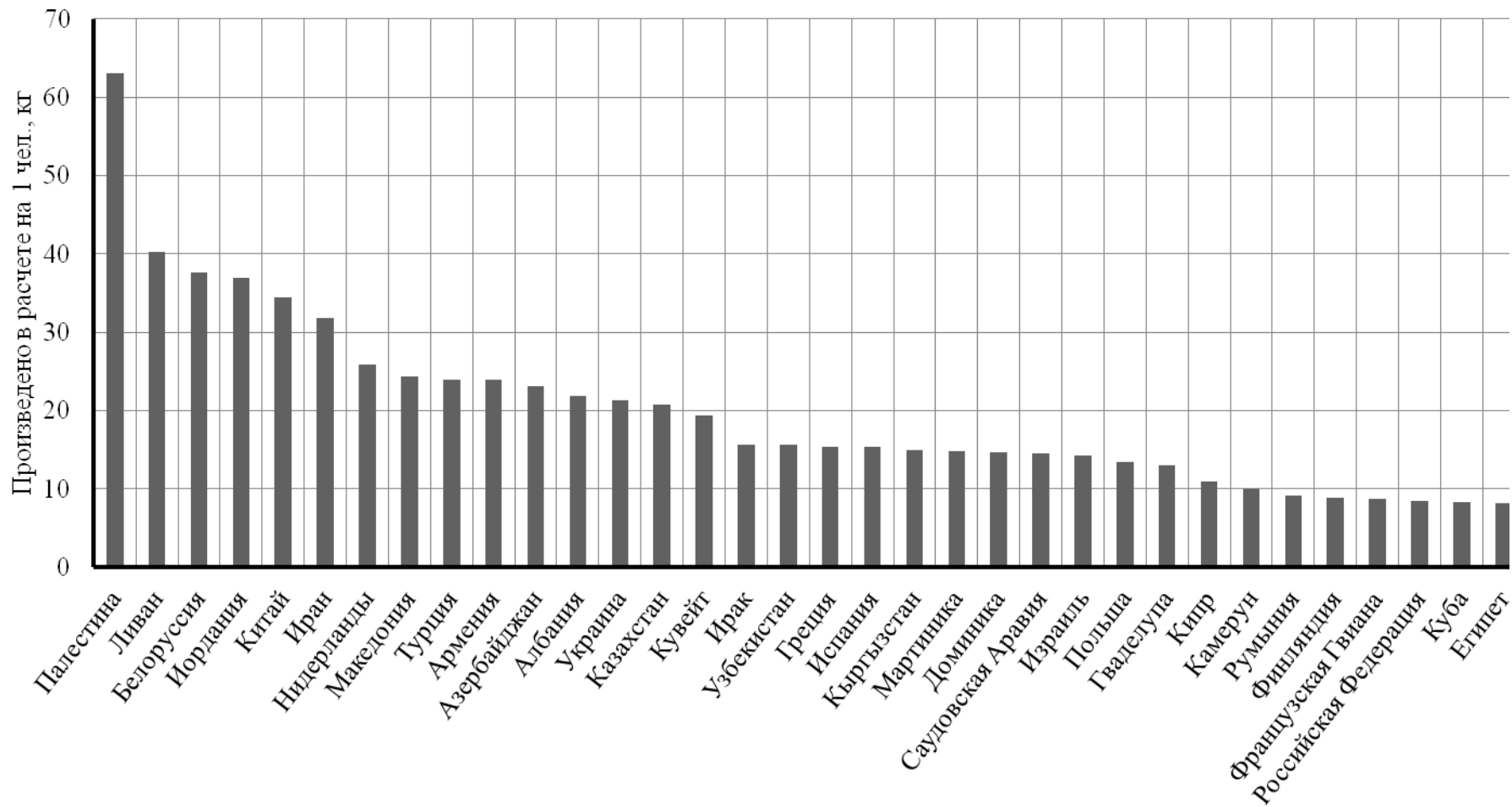


Рисунок 1.2 – Уровень обеспечения населения по объемам производства огурцов на каждого человека (по данным статистики ФАО ООН за 2011 г.)

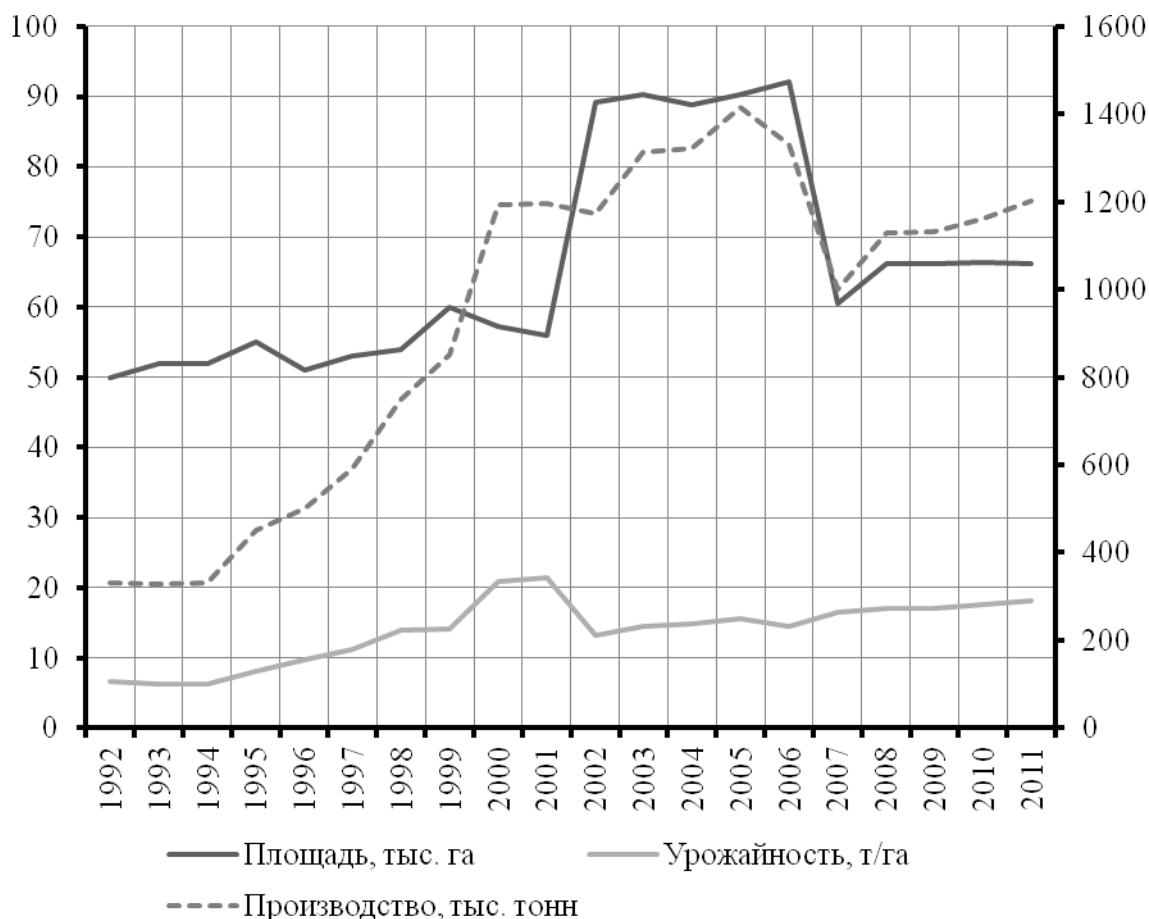


Рисунок 1.3 – Динамика производства огурца в Российской Федерации в постперестроечный период [121]

Вместе с тем, средняя урожайность огурцов в России все еще не выросла за 20 т/га, что существенно ниже продуктивности этой культуры в других странах. Последнее обуславливает высокую себестоимость отечественной продукции, ее низкую конкурентоспособность в сравнении с произведенной в ближнем и дальнем зарубежье.

На графике 1.4 представлена сезонная динамика рыночных цен на огурцы в основных странах торгового окружения Российской Федерации, а также в самой России. Из графика видно, что динамика цен на огурцы в России носит наиболее выраженный сезонный тренд. Кроме того, цены на продукцию независимо от сезона выше цен на огурцы за рубежом. Из прочих стран, представленных на графике, выраженной сезонностью динамики цен на огурцы, отличается Белоруссия. Вместе с тем здесь дифференциация цен в осенне-зимний и летний периоды значительно меньше, чем в России.

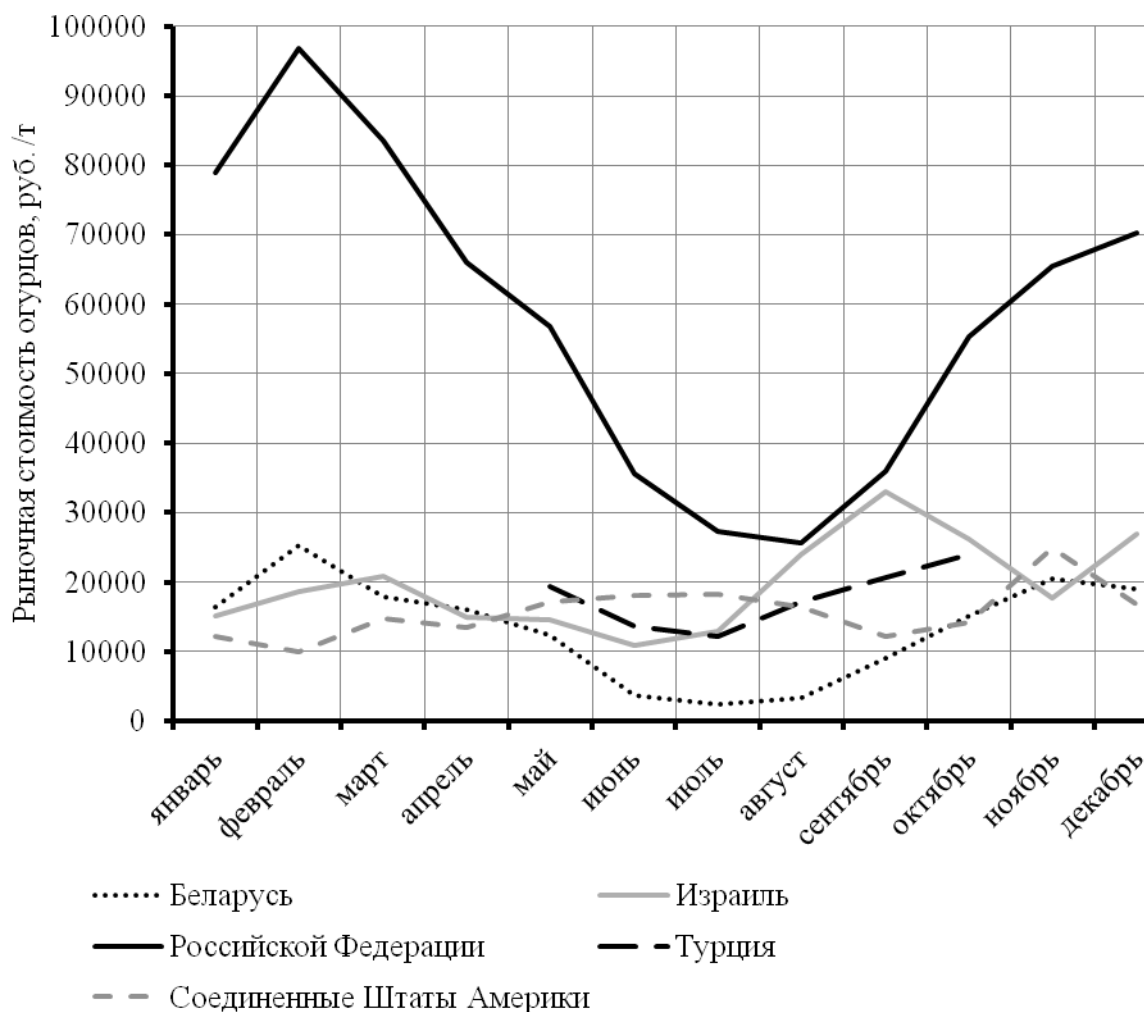


Рисунок 1.4 Сезонная рыночная динамика цен на огурцы в странах мира [112]

Данные, представленные на графике 1.4, ясно свидетельствуют о низкой конкурентоспособности отечественной продукции при существующем уровне интенсификации производства. Разница цен на огурцы в период формирования ранней продукции (май-июнь) в России и Белоруссии составляет 31,9-44,5 руб./кг, в России и Израиле – 24,8-42,2 руб./кг, в России и Турции – 22,1-37,5 руб./кг. Это обуславливает интенсификацию процесса импортозамещения по огурцам (рисунок 1.5). Из графика видно, что объем импорта огурцов в Россию в последние годы интенсивно растет. Если в 2000 году импортировалось не более 12 тыс. тонн плодов огурца, то к 2009 году объем импорта увеличился до 165 тыс. тонн. Стоимость импорта по огурцам в 2009 году достигла 125 млн. долларов. Большая часть импорта приходится на раннюю продукцию.

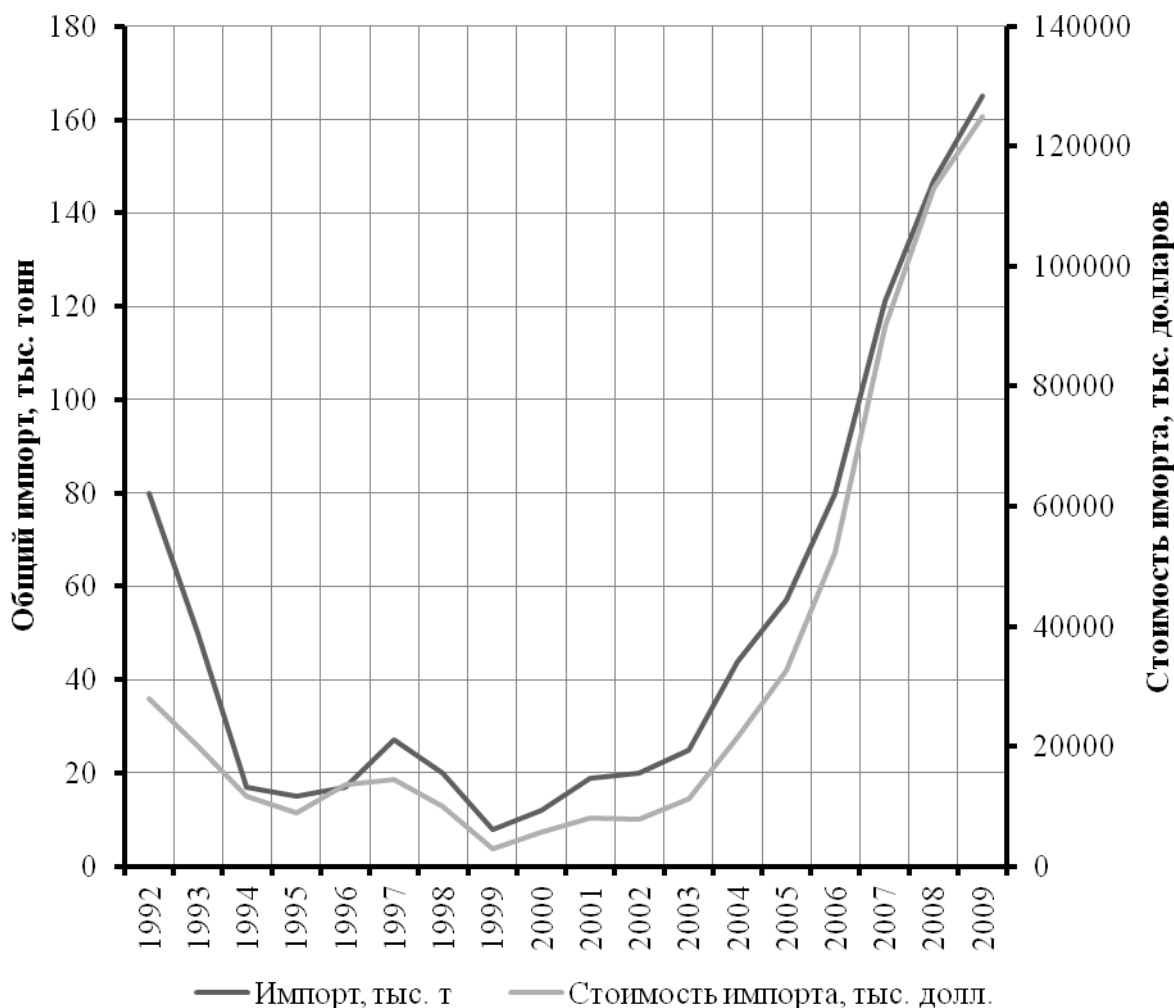


Рисунок 1.5 – Таможенная статистика по свежим огурцам в России [112]

Таким образом, огурцы являются одним из важнейших компонентов сбалансированного рациона питания, что обуславливает их высокую народно-хозяйственную значимость и служит главной причиной широкого распространения этой культуры в мире. Россия занимает четвертое место по объему производства огурцов в мире, однако в расчете на душу населения уступает большинству развитых стран мира. В последние годы наметилась тенденция интенсификации производства огурца в России, которая сдерживается низкой конкурентоспособностью отечественной продукции. Главным приоритетом в развитии конкурентоспособного производства огурцов в Российской Федерации является снижение себестоимости продукции за счет научного обоснования и внедрения интенсив-



ных технологий выращивания. Наиболее перспективно развитие низкзатратного производства ранних огурцов.

## **1.2 Ботаническая характеристика и требования к факторам жизни**

Огурец обыкновенный (*Cucumis sativus* L.) – одно из самых распространенных в сельскохозяйственной культуре растений семейства тыквенные (*Cucurbitaceae*), является видом рода огурец (*Cucumis*) [103]. Огурец представляет собой однолетнее лианное растение с длинным стеблем и слабой корневой системой. Длина основного стебля достигает 0,5-2,5 м, на котором образуются побеги первого порядка [106]. Обычно растение имеет стелющуюся форму, но в первые фазы жизни стебель, как правило, прямостоячий. Стебель имеет усики, которыми он может цепляться за окружающие предметы и приподниматься над поверхностью почвы. От побегов первого порядка отходят побеги второго порядка, иногда бывают побеги третьего порядка. Образование побегов очень сильно зависит от сорта и условий возделывания; например, в загущенных посевах побеги второго порядка могут не образовываться [126]. В настоящее время широко распространены детерминантные формы огурцов, у которых рост главного стебля приостанавливается при образовании 10-12 междоузлий.

Листья на огуречных плетях расположены поочередно, черешковые, имеют трех- или пятилопастную пластинку. Первый, образующийся после всходов лист по форме существенно отличается от последующих, а последующие листья имеют рассеченную и зубчатую форму [120]. Размеры, а также окраска листьев сильно зависят от сортовых особенностей и от условий выращивания.

Корень у огурца стержневой, но имеет множество боковых ответвлений [10]. Корневая система отличается слабым ростом, поэтому распространение ее сильно зависит от почвенных условий и динамики поступления метеоресурсов. В северных районах России максимальная глубина проникновения корней составляет 0,8 м, а в южных – может достигать 1,2 м. Однако большая часть продуктивных корней располагаются в пахотном слое почвы.

В большинстве случаев огурец - это однодомное и раздельнополое растение, на котором образуются как мужские, так и женские цветки, которые расположены в разных местах [103]. Цветки мужского пола располагаются в пазухах листьев и имеют форму соцветий, тогда как женские цветки образуются по одному, иногда по два-три и располагаются в других местах. Мужские и женские цветки имеют различное строение: женские имеют завязь, которая размещается ниже венчика и рыльца, находящегося внутри цветка, а мужские – содержат тычинки с пылью. На сегодняшний день получены формы с гермафродитными (обоеполыми) цветками. В раздельнополых растениях количество мужских цветков всегда намного превышает количество женских. В последнее время все большую популярность приобретают партенокарпические гибриды, которым не требуется опыление для завязи плодов [43].

Плод огурца, по сути, является ложной ягодой [103]. Как правило, плод огурца имеет от 3 до 5 семенных камер и размеры в длину от 5 до 70 см. Огурцы употребляют в незрелом состоянии: в пищу идут 3-5-суточные завязи и плоды в возрасте 8-12 суток. Плоды огурца обладают рядом морфологических признаков, среди которых наиболее важны форма, окраска, величина, поверхность и опушение. Поверхность огурца бывает гладкой, мелкобугорчатой, может быть крупнобугорчатой. Как правило есть связь между опушением и поверхностью плода: при простом опушении поверхность плода – гладкая, при сложном опушении (каждый волосок имеет утолщенное шаровидное основание) – поверхность бугорчатая.

Семена огурца по форме являются удлинённо-эллиптическими, их длина варьирует от 7 до 16 мм, ширина – в пределах 3-6 мм, а толщина – не более 2-3 мм [21]. Вес тысячи семян в зависимости от сорта огурца и условий выращивания может изменяться вдвое, но не превышает 16-33 г.

Последовательно в развитии огурца отмечают следующие этапы: всходы, образование первого настоящего листа, ветвление, цветение, плодоношение. Последние три фазы существенно перекрываются [125]. При благоприятных условиях и использовании высококачественных семян всходы огурца могут появляться уже на 3 день после посева. Часто, однако всходы появляются позже – на 7 -10 день

после посева. Если всходы появляются еще позже, то это, как правило, связано с изреживанием посева. В среднем, через неделю после всходов появляется первый настоящий лист, затем поочередное образование листьев происходит через 2-7 суток. При образовании, в среднем 5-6 листьев, огурцы дают боковые побеги [16]. Биологическая спелость огурца (фаза семенной зрелости) наступает через 40-60 дней после цветения.

Огурцы – очень «нежная» культура, требовательная ко всем факторам жизни. Тепло, свет, вода, почва, углеродное и минеральное питание в оптимуме могут обеспечить получение до 60 кг/м<sup>2</sup> зеленцов огурца [94]. Фактическая урожайность огурцов в открытом грунте редко превышает 2-3 кг/м<sup>2</sup>.

Огурцы очень требовательны к температурному режиму окружающей среды, причем важны как температура воздуха, так и температура почвы [22]. Прорастание семян начинается при температуре не ниже 12-15<sup>0</sup>С, и лишь после специальной закалки семена могут начать расти при 10<sup>0</sup>С. Научкой и практикой установлено, что чем выше температура окружающей среды, тем более дружные всходы появляются. Есть данные, что при температуре почвы в посевном слое не ниже 20<sup>0</sup>С всходы обеспечиваются уже на 5 сутки, а при температуре почвы 18<sup>0</sup>С – только через 10 суток [93]. Таким образом, разница всего в 2<sup>0</sup>С вдвое задерживает появление всходов.

У уже растущих огурцов понижение температуры ниже 15<sup>0</sup>С ингибирует поглощение воды и питательных веществ корнями из почвенного раствора, а при снижении температуры почвы до 8-9<sup>0</sup>С функционирование корневой системы замедляется до критического уровня. Если температура почвы в активном слое держится ниже 10<sup>0</sup>С долго, растения могут погибнуть. Однако и непродолжительное понижение температуры способно в разы снизить продуктивность посева [103].

Большинство ученых считают оптимальной дневной температурой для роста растений огурца +25 – +30<sup>0</sup>С, ночной +15 – + 18<sup>0</sup>С [10, 21, 22, 125]. Однако в период плодоношения температурный минимум должен быть повышен до 20<sup>0</sup>С. В фазу плодоношения происходит активное перемещение продуктов фотосинтеза к

интенсивно растущим плодам, что сопровождается освобождением большого количества энергии на дыхание. Известно, что дыхание интенсивнее при повышенной температуре. Учитывая преимущественно ночной рост плодов огурца и выше изложенные научные факты, следует признать важность повышенных температур в период плодоношения. Также необходимо учитывать, что перепад суточных температур воздуха не должен превышать  $5^{\circ}\text{C}$ , в противном случае ухудшается качество плодов [57].

Отрицательно реагируя на понижение температурного режима, огурцы также не выносят и повышенных температур, характерных для региона Нижней Волги. Фотосинтез и обменные процессы в растении прекращаются при температуре выше  $42^{\circ}\text{C}$  [103]. При температуре выше  $+38^{\circ}\text{C}$  пыльца у огурца становится стерильной, прекращается образование новой завязи.

Хорошее освещение для огурца не менее важно, чем соблюдение температурного режима почвы и воздуха. Огурцы относятся к культурам короткого дня. Укороченный день особенно важен при выращивании рассады, взрослые растения не так сильно реагируют на продолжительность освещения [126]. Вместе с тем, есть сведения, что при выращивании огурца в условиях укороченного дня (10-12 часов) ускоряется цветение, интенсифицируется образование женских цветков, чем обеспечиваются условия для получения раннего урожая [79].

Для огурца важна сила света [21]. При затенении растений в загущенных посевах у огурцов снижается интенсивность роста и плодоношения. Минимальный уровень освещенности, при котором растения способны перейти к фазе цветения и плодоношения – 2400 лк, оптимальная освещенность на порядок больше и достигает 20 тыс. лк. Загущенные посевы отрицательно сказываются на урожае огурцов и еще по одной причине. Дело в том, что способность к ветвлению у огурца снижается при загущении посевов, а женские цветки располагаются, преимущественно на боковых побегах. Таким образом, загущая посевы, мы способствуем сокращению доли женских цветков и увеличению – мужских (пустоцветов), что ведет к сокращению числа образовавшейся завязи на растении [103].

Эдафический фактор является важнейшим для успешного возделывания огурцов, так как с ним связаны режимы воздушно-газового и водного питания, питание минеральными элементами, кислотно-щелочной баланс почвенного раствора, развитие патогенной и полезной микробиоты и пр. [67]. Для огурца целесообразно использовать рыхлые почвы. Семена огурцов очень чувствительны к недостатку воздуха. В плотных, тяжелых почвах они быстро теряют энергию прорастания, снижается всхожесть. Обеспечение корневой системы огурца кислородом связано с необходимостью проведения частых рыхлений почвы в течение вегетационного периода.

Относительно высоки у огурца требования к условиям минерального питания. Данные, полученные разными исследователями [15, 16, 21, 58] свидетельствуют, что для формирования каждых 10 т/га плодов огурца посевами выносятся, в среднем, 11 кг азота, 6 кг фосфора и 24 кг калия. За относительно короткий срок вегетации (85-100 суток) при создании оптимальных условий огурцы способны сформировать большой урожай. При этом корни растений располагаются, преимущественно в пахотном слое почвы и не могут использовать минеральные элементы из более глубоких слоев. Это объясняет требовательность огурцов к плодородию почвы.

Оптимальное содержание гумуса в почве для огурцов 2-4 %. При всей требовательности к обеспеченности элементами минерального питания огурцы не удаются на кислых почвах и почвах с высокой концентрацией почвенного раствора. В оптимуме реакция почвенного раствора должна быть близка к 6,0-6,5 рН [93].

Согласно опубликованным данным [79] динамика потребления элементов минерального питания у растений огурца изменяется в течение их роста и развития. В первые фазы вегетации огурцы интенсивно поглощают азот; с началом образования и интенсивного роста боковых плетей возрастает потребление калия и фосфора, а в последующем из-за быстрого роста вегетативной массы снова повышается потребление азота.

Водный режим почвы преимущественно определяет продуктивность огурца в засушливых условиях Нижнего Поволжья [92]. Высокая требовательность к

влажности почвы у огурцов объясняется с одной стороны слабо развитой корневой системой, а с другой стороны интенсивной транспирацией, которая определяется мощным развитием вегетативной части. почвы и воздуха. По данным [73], при урожайности посева в 20-30 т/га огурцы на образование каждой тонны продукции затрачивали от 100 до 150 м<sup>3</sup> воды.

Растения огурца нуждаются в усиленном водообеспечении в течении всего вегетационного периода, включая фазы прорастания семян, накопления вегетативной массы, формирования генеративных органов, завязи плодов и роста зеленца [17]. Коэффициент транспирации огурца, который характеризует взаимосвязь расхода воды и продуктивности посева, специфичен для сорта или гибрида. Кроме того, для огурца он существенно изменяется в зависимости от погодных условий вегетационного периода. Даже при оптимальном водоснабжении урожай плодов огурца может существенно снижаться при сохранении уровня водопотребления [50]. Большое значение в этом плане имеет влажность воздуха. Для активного развития вегетативной части и интенсивного роста плодов огурцу требуется влажность воздуха не ниже 80-90 % [103]. В условиях открытого грунта при выращивании огурцов в Нижнем Поволжье такой уровень содержания влаги в воздухе, как правило, не обеспечивается.

Таким образом, в засушливых условиях Нижнего Поволжья для формирования высоких урожаев огурца необходимо обеспечить своевременную подачу воды для оптимизации условий водного питания растений, оптимизировать режим минерального питания с использованием минеральных удобрений и применением принципов программирования урожая. Для получения раннего урожая необходимо найти наименее затратные решения для оптимизации температурного режима окружающей растении огурца среды.

### 1.3 Выращивание огурцов в условиях дефицита естественной влагообеспеченности

Россия является странной преимущественно аридного земледелия [36]. Значительная часть пашни и большая часть производства овощных культур размещена на территории недостаточного или неустойчивого увлажнения. Для влаголюбивой культуры огурца дефицит естественной влагообеспеченности территории свидетельствует о необходимости применения оросительных мелиораций.

Большинство ученых относят огурец к культурам, плохо добывающим воду и неэкономно ее использующим [10, 21, 48, 65, 103]. По мнению В.А. Кулыгина [76] критическими периодами вегетации по требовательности огурца к условиям водообеспечения являются периоды массовых всходов, начало плодообразования и весь период плодоношения. Отмечается, что наиболее велика потребность огурца в воде в период плодоношения.

Крайне важно создать оптимальные условия водообеспечения для огурца в фазу прорастания семян. Семена активно поглощают воду. При этом семена сухие отличаются наибольшей сосущей силой, и им легче использовать влагу из почвы [108]. По мере набухания сосущая сила семян ослабевает и довольно значительно. В условиях дефицита почвенной влаги могут создаваться условия, когда сосущая сила семян и почвы станут равны и поступление влаги в семя прекратится. Если такое произойдет на поздних этапах развития, то семена потеряют всхожесть.

В опытах с орошением огурца, проведенных в Ростовской области, наиболее эффективным оказалось поддержание постоянного в течение вегетационного периода порога предполивной влажности почвы не ниже 80 % НВ [73]. При этом была получена наибольшая урожайность зеленцов огурца (38,4 т/га) при расходовании на каждую тонну урожая не более 99 м<sup>3</sup> воды. В сравнении с другими овощными культурами, исследования с которыми проводились в этом же опыте, затраты воды на формирование урожая были не велики. В частности, у капусты в сходных условиях коэффициент водопотребления составил 126,9 м<sup>3</sup>/т, у лука – 134 м<sup>3</sup>/т, у картофеля – 186 м<sup>3</sup>/т. Таким образом, эффективность использования воды огурцами сильно зависит от условий выращивания и, в частности, определя-

ется своевременностью водообеспечения в критические периоды роста и развития.

Дифференцирование уровней предполивной влажности почвы по схемам 70-80-80 и 70-80-70 % НВ в опытах [48] не принесло положительного эффекта, урожайность зеленцов огурца снижалась на 7,3-17,5 %.

В сходных условиях на юге Украины получены данные об эффективности поддержания порога предполивной влажности почвы не ниже 80 % НВ в период до начала плодообразования с последующим повышением до 90 % НВ в период плодоношения [86]. Урожайность огурцов в сравнении с вариантом, где уровень предполивной влажности почвы поддерживали по схеме 70-80 % НВ, выросла на 19,5 %.

Исследованиями А.А. Аутко [93] в условиях республики Беларуси доказана целесообразность проведения не более 3-4 поливов за весь вегетационный период огурца в открытом грунте, а при засухе – до 5-6 поливов. По результатам исследований им рекомендуется учитывать не только уровень влагообеспеченности и тепловой режим почвы и воздуха. При снижении температуры воздуха до 15-17 °С поливы проводить нецелесообразно даже при дефиците влаги в почве, так как это создает условия, которые угнетают рост и развитие растений.

По данным [65] на юге России огурцы нуждаются в регулярных и более частых поливах. Резкие изменения влажности почвы в условиях острозасушливого климата существенно отражаются на продуктивности растения и качестве плодов. В Ростовской области поливы в посевах огурца проводят более 8-10 раз, в условиях степного Крыма огурцы рекомендуется поливать не реже 1 раза в неделю, а за сезон давать не менее 12 поливов. Для Нижнего Поволжья число поливов, необходимых для оптимального водообеспечения растений огурца изменяется от 6 для более увлажненной северо-западной зоны до 15 для более засушливой юго-восточной части региона зоны. Указывается, что в зависимости от условий года число поливов то уменьшается, то возрастает на 2-3.

Безусловно, потребное число поливов существенно зависит от почвенных условий сельскохозяйственного угодья, нормы полива, состояния посева. Ряд ученых



[17, 24, 48, 110] свидетельствуют о целесообразности снижения поливных норм под огурцы при сокращении продолжительности межполивных интервалов. Этим достигается как повышение продуктивности посева, так и возможность получения более раннего урожая.

Ученые сходятся во мнении, что огурец чувствителен не только к влажности почвы, но и к формированию микроклимата [106, 129, 132]. В частности, протекание основных биохимических процессов у огурца сильно зависит от влажности воздуха. В случае, если влажность воздуха меньше биологического оптимума, снижается динамика поглощения влаги листьями, замедляется отток питательных веществ, что сопровождается снижением фотосинтетической активности посева. Динамика приростов растений снижается, организм растений быстро стареет, что отрицательно сказывается на урожае и его качестве. На практике микроклимат улучшали за счет проведения освежительных поливов. Их проводили небольшими нормами, по 50-70 м<sup>3</sup>/га, преимущественно, способом дождевания. При других способах полива эффективность освежительных поливов меньше [65].

Полив огурца в пленочных укрытиях является трудоемкой операцией, так как требует регулярного снятия пленки, а затем проведения операции укрытия. По данным [93] весьма перспективным для пленочных укрытий является полив через сеть из полиэтиленовых трубопроводов, оснащенных капельницами. При этом вода подается в почву в отдельных точках, а остальная площадь поля в течение вегетационного периода остается рыхлой и сухой. В Беларуси применение капельного орошения позволило повысить урожайность плодов зеленца в среднем за три года исследований на 18,5 %.

Опытами Н.Н. Дубенка и Р.В. Калиниченко [48] в условиях Нижнего Поволжья установлена возможность получения за счет использования капельного орошения до 66 т/га стандартных плодов огурца. Для этого потребовалось поддержание постоянного порога предполивной влажности почвы не ниже 90 % НВ в слое почвы 0,3-0,5 м. При поддержании влажности почвы не ниже 80 % НВ урожайность огурцов снизилась до 54,8 т/га.

Исследования А.С. Овчинникова и М.А. Акулининой [92] при капельном орошении показали возможность получения до 70 т/га плодов огурца при расходовании не более 61 м<sup>3</sup> воды на формирование тонны урожая. Для этого потребовалось внесение минеральных удобрений дозой N<sub>145</sub>P<sub>80</sub>K<sub>55</sub> и поддержание в течение вегетационного периода предполивной влажности почвы не ниже 90 % НВ. Для оптимизации микробиологических процессов в почве опытами предусматривалось полосное внесение соломы в зону увлажнения, что позволило дополнительно получить до 9,7 т/га плодов огурца.

Внедрение инновационных приемов и оптимизация агротехники огурца являются общей тенденцией при решении проблемы высокой себестоимости орошаемых овощей. Затраты на орошение могут достигать 30-70 % от совокупных затрат на возделывание овощных культур [61]. Поэтому эффективное использование оросительных мелиораций для выращивания огурцов возможно лишь при комплексном обновлении и оптимизации всех элементов агротехники.

По данным [110] использование научно-обоснованного состава питательной смеси (таблица 1.1) для полива огурцов в условиях защищенного грунта позволило получить до 31 кг огурцов с 1 м<sup>2</sup> площади теплицы. В этом же источнике приводятся сведения об общих затратах удобрений при выращивании огурцов в теплицах: аммиачной селитры – более 1,4 т/га, калия сернокислого – более 1 т/га, ортофосфорной кислоты – около 460 кг/га, азотной кислоты – более 2,5 т/га. Кроме того, в составе питательной смеси используются хелаты железа, марганец сернокислый, цинк сернокислый, борная кислота, медь сернокислая.

В опытах с огурцами в условиях Северо-Кавказского региона [107] установлено существенное влияние на урожайность орошаемых огурцов даты посева, способа и нормы высева, дозы внесения минеральных удобрений. Указывается, что плотность посева огурца с улучшением условий водообеспечения, в отличие от прочих овощных культур, не должна увеличиваться. Это связано с тем, что при загущении растения огурца развивается в один – главный стебель, на котором расположены, преимущественно, – мужские цветки – пустоцветы. Внесение минеральных удобрений дозой N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> позволило сформировать урожайность огурцов

сорта Конкурент на уровне 37,5 т/га, сорта Воронежский – 42,3 т/га, сорта Вязниковский – 36,6 т/га, почти вдвое больше, чем на контроле (без удобрений).

Таблица 1.1 – Состав питательной смеси для полива огурцов [110]

Раствор №	Фаза развития растений	рН	N(NO <sub>3</sub> )	P	S	N(NH <sub>4</sub> )	K	Ca	Mg
			ммоль/л						
1	Полив рассады	6,0	16,0	1,5	1,3	1,2	6,5	4,8	1,4
2	Посадка - начало плодоношения	6,0	8,5	0,5	2,1	0,9	4,6	2,2	1,7
3	Начало плодоношения	6,0	10,7	0,5	1,9	1,2	5,2	2,2	2,1
4	Массовое плодоношение	6,0	14,3	0,5	1,1	1,3	6,4	2,5	2,1
5	Лето	6,0	12,9	0,5	0,7	1,2	5,8	2,2	1,7

В опытах [48] при капельном орошении огурца в Нижнем Поволжье повышенные дозы внесения минеральных удобрений с N<sub>95</sub>P<sub>35</sub>K<sub>0</sub> до N<sub>165</sub>P<sub>65</sub>K<sub>65</sub> позволило повысить урожайность зеленцов более, чем на 16 т/га. При этом рентабельность производства повысилась на 49 %, а окупаемость потенциальных инвестиционных проектов сократилась с 2 до 1 года.

По данным О.В. Селицкой, Л.В. Самохина и ЕА. Блинкова [109] засуха для огурца особенно вредна в совокупности с низкими температурами воздуха. Это, в частности, ингибирует эффективность применения микробных земледобрильных препаратов, разработанных для решения задач биологизации современного земледелия.

В свою очередь, низкие температуры воздуха при орошении способствуют развитию корневых гнилей, что резко повышает себестоимость плодов огурца при орошении. Решению этой проблемы посвящены работы ряда исследователей [4, 31, 43, 70, 109, 111].

К.Л. Алексеева и Н.А. Аникеева [4] считают, что в системе защиты от корневых гнилей главным является производство качественной рассады, которая обладает хорошо развитой корневой системой, не пораженной скрытыми инфекциями. Совместное применение регуляторов роста и биопрепаратов в их эксперименте

оказало существенное влияние на силу начального роста, всхожесть семян и биометрические параметры рассады. Лучшие показатели были получены при обработке семян экогелем: энергия роста 80 %, всхожесть семян – 100 %, высота рассады – 27,4 см при формировании 5-6 настоящих листьев. Наблюдения показали, что к концу вегетации доля пораженных растений огурца на участках с совместным использованием регуляторов роста и биопрепаратов был в 1,9-2,8 раза меньше, чем без них.

Высокую биологическую эффективность по отношению к возбудителям корневых гнилей в опытах И.В. Корсака и Н.Н. Сенаторовой [70] показали штаммы и изоляты триходермы Л-17, Ro1-K-2. Развитие патогенов в разные годы исследований сокращалось до 4-10 раз. Вместе с тем, все биопрепараты снижали эффективность в условиях низких температур.

Таким образом, повышение рентабельности орошения при возделывании огурцов тесно связано с решением задач оптимизации условий их выращивания, прежде всего, - режима минерального питания и режима водообеспечения. Кроме того, рентабельность орошаемого производства огурца можно повысить за счет выращивания ранней продукции, решая при этом проблему низких температур окружающей среды и связанных с этим последствий.

#### **1.4 Способы производства огурца во внесезонный период. Перспективные направления совершенствования технологии выращивания ранних огурцов.**

В настоящее время освоены и активно применяются для массового производства продукции во внесезонный период следующие способы выращивания огурцов [11, 30, 43, 57, 93, 97, 102, 110, 122]:

- способ выращивания огурцов в капитальных «зимних» теплицах;
- способ выращивания огурцов в весенних пленочных теплицах;
- способ выращивания огурцов с использованием временных каркасных и безкаркасных пленочных укрытий;
- способ получения ранней продукции при выращивании огурцов из рассады.

Технология выращивания огурцов в «зимних» теплицах в настоящее время наиболее отработана, а все агротехнические мероприятия максимально автоматизированы и направлены на создание оптимальных условий для формирования рекордных урожаев. По сути, эти капитальные сооружения эксплуатируются как в зимнее, так и в другие времена года лишь с некоторыми технологическими перерывами [110]. Условия выращивания огурца в таких теплицах максимально регулируются. В Болгарии для выращивания огурцов в теплицах используются тюки из пшеничной соломы [31]. В тюках из пшеничной соломы, обогащенных питательными веществами, по завершению ферментации создаются наилучшие условия для роста и функционирования корневой системы: оптимальная аэрация, температурный режим максимально соответствует биологии культуры, увеличена концентрация углекислоты. Огурцы в тюки высаживают из рассады, в теплице регулируется тепловой режим, влажность воздуха и субстрата, режим минерального питания, в технологию интегрирован комплекс по защите растений от вредителей и болезней. Реализация всех этих мероприятий позволяет получать за период с начала декабря до июня до 23-25 кг/м<sup>2</sup> стандартных плодов огурца [31]. В Волгоградской области в ГУП ВОСХП «Заря» наряду с отмеченными выше регуляторами отработана и с 2009 года внедрена технология подкормки огурцов углекислым газом [50]. В среднем, за сезон с декабря по июнь включительно в расчете на 1 га теплицы на этом предприятии расходуется от 56 до 65 тонн углекислоты. Огурцы выращивают по технологии малообъемной гидропоники. В качестве субстрата применяется коковит марки BIO GROW NATURAL. Оптимизация условий выращивания огурца позволила достичь средней продуктивности на уровне 33,1 т/га [50].

Главными недостатками способа производства огурца в «зимних» теплицах остаются высокая капиталоемкость и большие текущие затраты на возделывание, что отражается в себестоимости продукции. По данным [110] средняя себестоимость производства 1 кг огурцов в ведущих тепличных комбинатах России остается на уровне 20-26 руб.

Затраты на строительство весенних пленочных теплиц существенно ниже, так как для укрытия используется относительно недорогой материал – полиэтиленовая пленка, для обогрева используется, преимущественно, энергия солнца, а отопительные конструкции выполняют лишь страховую роль [97]. В качестве грунта при выращивании огурца в пленочных теплицах может использоваться просто удобренная почва, но целесообразно использовать составные грунты из 75 % низинного торфа + 25 % почвы, или 60 % низинного торфа + 20 % почвы + 20 % навоза. Грунт под зиму перекапывается, а весной вносятся минеральные удобрения [10]. Исследования Л.П. Ионовой и Р.А. Арслановой [62] подтвердили эффективность применения таких биопрепаратов, как Биогумус, Гуми, Альбит. Например, применение биогумуса в условиях Астраханской области позволило повысить фотосинтетический потенциал посева с 3,17 до 3,68 млн. м<sup>2</sup> дней/га, а урожайность огурцов - с 13,8 до 19,6 кг/м<sup>2</sup>. Широкое распространение пленочных теплиц в последнее время подтолкнуло селекционеров на создание гибридов, адаптированных к создаваемым в них условиям. Сегодня отечественными и зарубежными производителями семян предлагается уже целый ряд сортов и гибридов, предназначенных для выращивания в весенних пленочных теплицах [31, 43, 56, 132].

Однако, в отличие от «зимних» пленочные теплицы не позволяют полностью управлять режимами выращивания огурца. Другим недостатком является их сезонность, а также снижения продуктивности растений. По данным исследований [48], проведенных в условиях Волгоградской области, съём продукции в весенних пленочных теплицах начинается в мае, а урожайность огурцов составляет около 100-120 т/га.

Временные пленочные укрытия позволяют при минимальных затратах на утепление грунта эффективно компенсировать экстремумы температурного режима, полнее использовать энергию Солнца и, тем самым, существенно сдвинуть сроки высева и получения продукции в ранние сроки. Такие укрытия в настоящее время широко применяются на овощных культурах; накоплен некоторый опыт выращивания огурцов [5, 97, 102, 120, 122]. Временные пленочные укрытия делятся на

каркасные и безкаркасные. Без устройства каркаса пленка используется в качестве мульчи, а также при устройстве специальных посевов по гребневой технологии [97]. Использование каркаса под пленкой позволяет усилить теплосберегающий эффект и проводить посев раньше чем без устройства каркаса. По данным [93] использование каркасных укрытий позволяет получать продукцию огурца на 2-3 недели раньше, чем с открытого грунта. В историческом аспекте использовали разные конструкции каркасов для временных укрытий: с треугольным профилем, на котором жестко закреплялась пленка; со свободным укрытием (пленка на каркасе не закреплялась); шторные укрытия с дугообразным проволочным каркасом [120]. Ширина каркасов для временных укрытий в зависимости от конструкции изменялась от 0,5 до 0,7 м. В настоящее время наиболее распространены тоннельные пленочные укрытия с шириной конструкции 0,5-0,6 м.

Для выращивания огурцов и других овощных культур применяются укрытия из различных видов пленки. Раньше широко использовалась нестабилизированная полиэтиленовая пленка. Она наиболее проста и дешева в изготовлении, выдерживает понижение температуры до  $-65^{\circ}\text{C}$ , незначительно изменяет линейные размеры в зависимости от температуры, однако под влиянием ультрафиолета пленка стареет, снижается ее прочность, светопроницаемость [120]. Срок ее службы, от 3 до 5 месяцев, вполне достаточен для устройства тоннельных укрытий. В случае создания укрытий многократного использования целесообразно применять светостабилизированный полиэтилен. Такие пленки более светлые, а срок их службы на тоннельных укрытиях достигает 2-3 сезонов. В настоящее время апробируются и получают все большее распространение перфорированные и нетканые укрывные материалы [102]. Под укрытиями из полиэтиленовой пленки наблюдаются резкие колебания температур воздуха течение суток, которые возрастают в дневные часы до  $45^{\circ}\text{C}$  и выше. В этом случае необходима вентиляция укрытий, что само по себе является трудоемкой операцией. Перфорация в пленках дает возможность не вентилировать укрытия и исключить дополнительные затраты труда. Такими же свойствами характеризуется и нетканое полотно.

Многие исследователи отмечают повышение урожайности огурца при выращивании с использованием тоннельных укрытий [122]. По данным [93] в условиях Московской области урожайность ранних огурцов при использовании временных укрытий составил 17 т/га, а общий урожай – 30 т/га. Исследованиями [5] установлена возможность получения до 35 т/га плодов огурца при использовании временных пленочных укрытий, тогда как в открытом грунте было получено не более 18 т/га. В условиях Западной Сибири [122] при использовании нетканного полотна для укрытия посевов огурца сорта Димка было собрано 0,95 кг/м<sup>2</sup> ранней продукции.

Приведенные данные урожайности огурцов, выращиваемых с использованием временных укрытий существенно ниже, чем при возделывании огурца в тепличных условиях. В частности, это объясняется относительно худшей регуляцией температурного режима воздуха и почвы. Экстремные снижения температуры в ночные часы оказывают существенное влияние на рост и развитие огурца. По данным [111] только кратковременные снижения температуры воздуха имеют последствием морфогенетический эффект, который проявляется формированием компактных растений и увеличением их холодоустойчивости. Длительное (более 6 часов) понижение температуры воздуха не оказывало влияния на холодоустойчивость растений, но снижало накопление органического вещества и изменяло ее распределение по органам растений. В исследованиях [114] снижение температуры почвы с 22 до 14 °С более, чем на 16 % снижало интенсивность нетто-фотосинтеза огурцов. Снижение температуры почвы ниже 14 °С резко замедляет поглощающую функцию корневой системы и способствует развитию корневых гнилей. Растение впоследствии не восстанавливается. Применение самых современных методов решает проблемы переохлаждения растений огурца лишь частично. Например, применение экзогенных стимуляторов роста (кинетин) на огурцах перед охлаждением позволило повысить число неповрежденных растений до 70 % и уменьшить число погибших до 10 % [81]. На контроле число неповрежденных растений составляло 55 %.



Выращивание огурцов из рассады позволяет получить продукцию на 9-14 дней раньше, чем при выращивании по обычной технологии с посевом семян в почву [30]. Этот способ требует дополнительных затрат на приобретение кассет для выращивания рассады, уход за ней, выборку, перевозку, посадку. Однако дополнительные затраты окупаются увеличением продуктивности и высокой стоимостью ранней продукции. По данным [67] при выращивании огурца из рассады урожайность зеленцов возрастает в сравнении с посевными огурцами на 17-26 %. По мнению [5] особое внимание должно уделяться качеству производимой рассады.

В настоящее время отработана и находит широкое применение кассетная технология выращивания рассады огурца. В Болгарии субстратом для набивки кассет служит торфо-минеральная смесь [31]. Смесь готовится из расчета 1 м<sup>3</sup> торфа, 300 г аммиачной селитры, 300 г сульфата калия и 200 г комплексного удобрения лабин (N10 P40 K10 + микроэлементы). Рассаду выращивают в благоприятных условиях, характеризующихся влажностью почвы – не менее 80 %НВ, температурой воздуха в первые двое суток – 25<sup>0</sup>С, в последующие двое суток – 23<sup>0</sup> С, далее - днем - 23<sup>0</sup>С, ночью - 18-20<sup>0</sup>С. Исследованиями [43] отмечен положительный эффект от применения препарата Превикур по рассаде, который способствовал активизации роста корней, и их доли в общей биомассе растений. Оптимальной концентрацией превикура, оказался 0,1% раствор, который позволял воспрепятствовать развитию корневых гнилей и трахеомикозов. В открытый грунт рассаду рекомендуют высаживать на 10-15 дней позже, чем семена. Это объясняется крайней чувствительностью рассады к температурному режиму воздуха и почвы, большой вероятностью повреждения растений при снижении температуры и массового развития патогенной микрофлоры [63, 109].

Таким образом, для Нижнего Поволжья разработаны и внедряются эффективные приемы возделывания огурцов в условиях открытого грунта при разных способах орошения. Разработаны технологии орошения и применения минеральных удобрений в условиях закрытого грунта, с использованием тепличных сооружений разной конструкции. Последние направлены на решение проблемы производ-

ства огурцов во внесезонное время, но требуют создания капитальных сооружений, затраты на которые входят в себестоимость произведенной продукции. Применение временных тоннельных укрытий для получения ранней продукции огурца является компромиссным решением, не требующим больших инвестиций на капитальное строительство тепличных сооружений, однако для Нижнего Поволжья научного обоснования таких технологий до настоящего времени не было проведено. Еще один способ получения ранней продукции в открытом грунте, - выращивание огурцов из рассады, - в Нижнем Поволжье в условиях промышленного производства не получил распространения. Учитывая накопленный научный и производственный опыт возделывания огурцов в Российской Федерации, в ближнем и дальнем зарубежье следует выделить следующие перспективные направления совершенствования технологии выращивания ранних огурцов в Нижнем Поволжье:

- объединить способы выращивания огурцов из рассады и с использованием временных тоннельных укрытий;
- оптимизировать конструктивные параметры временных тоннельных для целей выращивания огурца из рассады с учетом природных особенностей и климатической характеристики региона исследований;
- определить целесообразные уровни продуктивности огурцов при выращивании из рассады с использованием временных тоннельных укрытий;
- определить уровни минерального питания и водообеспечения, обеспечивающие получение планируемых урожаев плодов огурца;
- разработать технологию орошения и удобрения огурцов при выращивании из рассады с использованием временных тоннельных укрытий с целью получения ранней продукции.

## **2. СХЕМА, МЕТОДИКИ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **2.1 Место, цель и программа экспериментальных исследований**

В качестве рабочей гипотезы исследований принято положение о возможности использования преимуществ капельного способа орошения для эффективного выращивания огурцов из рассады в пленочных тоннельных укрытиях, обеспечивающих с учетом оптимизации водного, пищевого режимов почвы и геометрических параметров конструкций тоннелей формирование планируемых, на уровне 50-90 т/га, урожаев.

Целью экспериментальной части исследований являлось определение эффективного сочетания условий выращивания рассадных огурцов в пленочных тоннельных укрытиях с экспериментальной оценкой количественных параметров моделей управления водным и пищевым режимом почвы для получения планируемых уровней урожайности.

Для достижения поставленной цели и получения репрезентативного опытного материала в достаточных для анализа объемах был заложен трехфакторный полевой опыт (рисунок 2.1). Схема опыта по фактору А являлась реализацией эксперимента по комплексному изучению схемы посева и конструкция тоннельных укрытий. В рамках фактора А было заложено и проведена экспериментальная проверка двух вариантов:

- А1 – вариант, предусматривающий выращивание огурцов по базовой технологии, включающей ленточную посадку растений в два ряда на одной капельной линии с расстоянием между капельными трубопроводами 1,4 м и формированием временных тоннельных укрытий шириной 0,5 м. Такая схема расположения капельных линий, высадки рассадных растений и конструкции тоннельных укрытий

типичны и широко используются в регионе для выращивания овощных культур (рисунок 2.2);

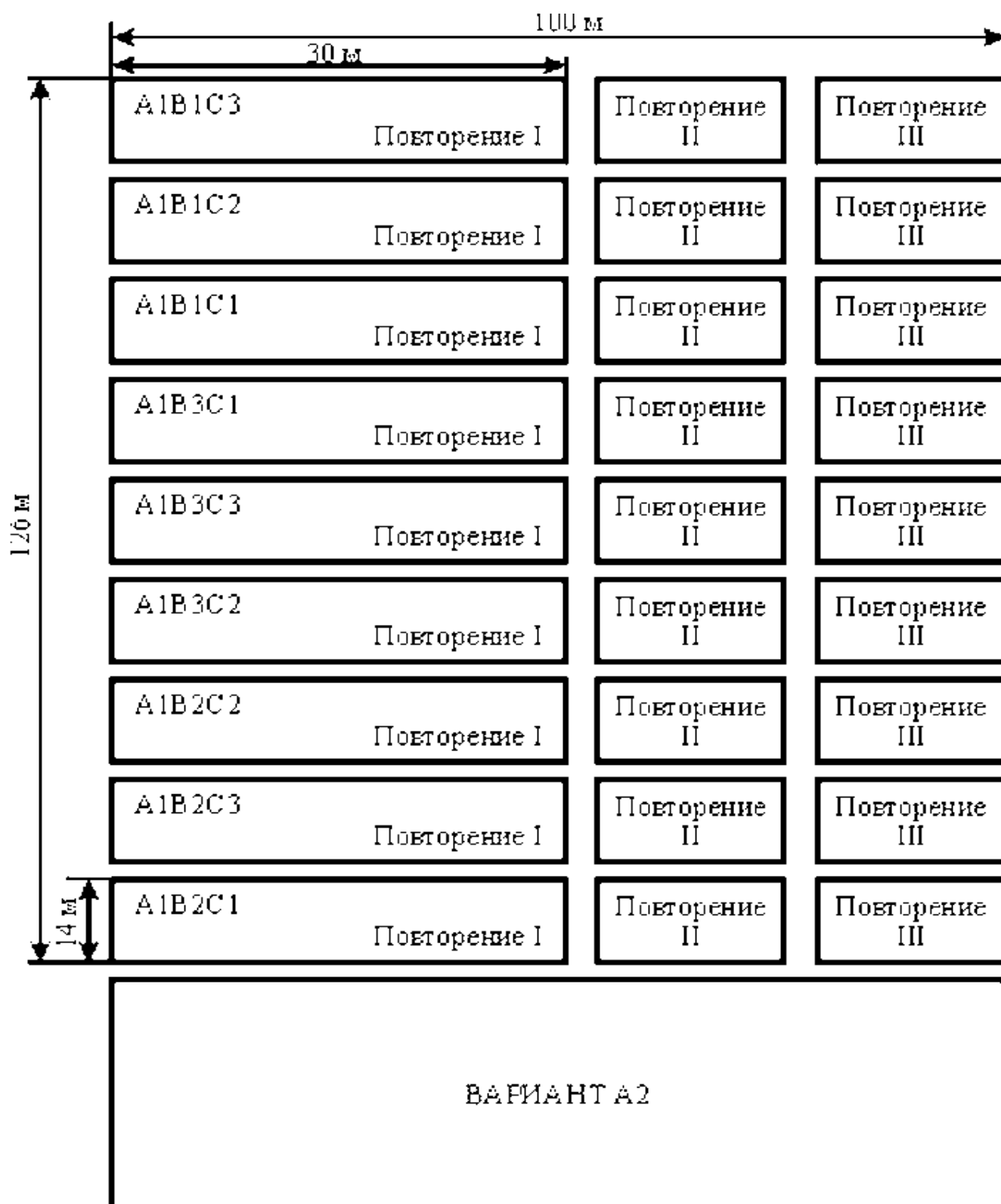


Рисунок 2.1 – Схема полевого опыта

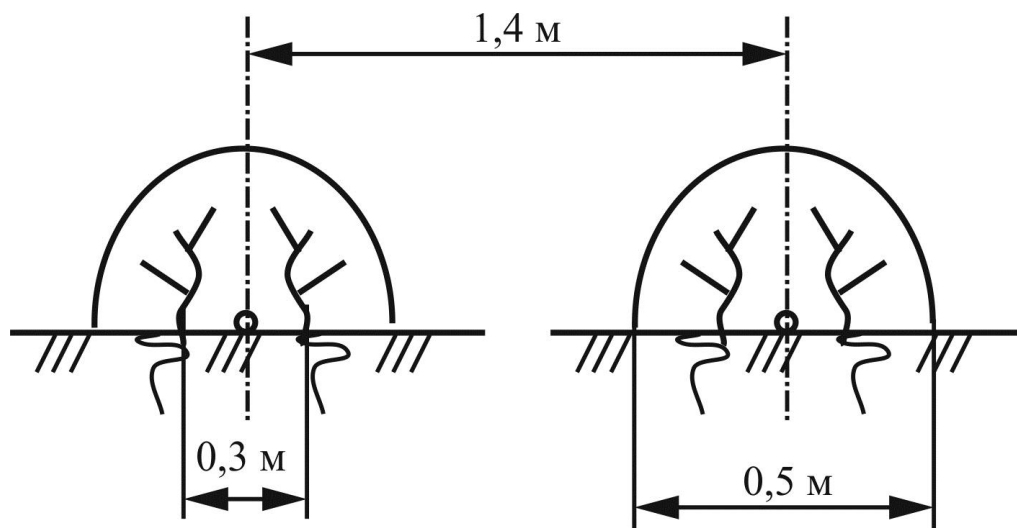


Рисунок 2.2 – Принципиальная схема взаимного расположения капельных линий, растений огурца и конструкций временных тоннельных укрытий (вариант А1)

– А2 – вариант предлагаемой технологии, с раскладкой спаренных поливных трубопроводов по схеме  $0,6 \times 1,4$  м и реализацией ленточного способа высадки рассады огурца по схеме: 2 рядка на двух капельных линиях при формировании тоннельных укрытий шириной 1,0 м (рисунок 2.3).

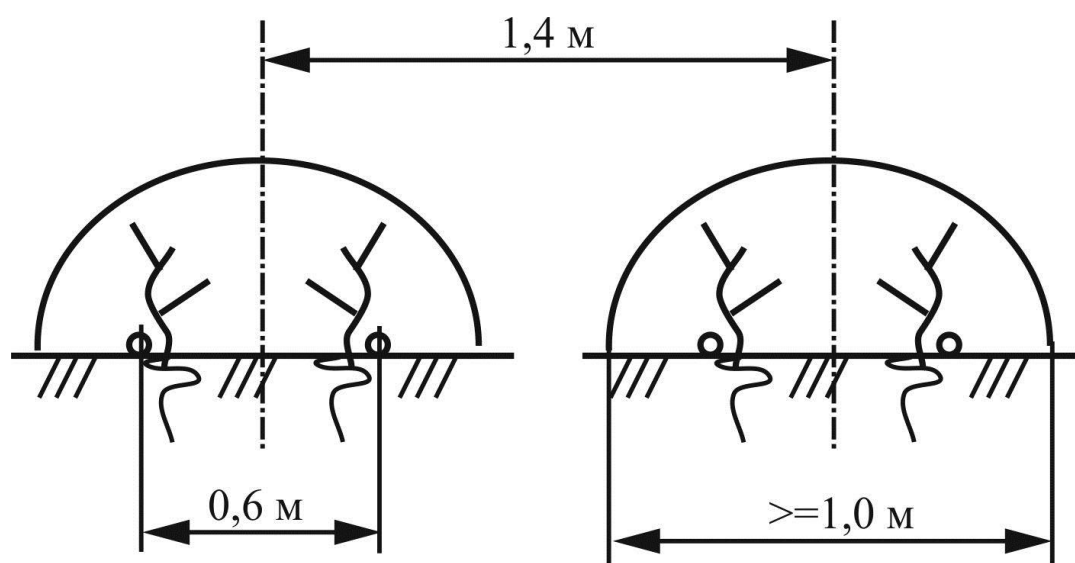


Рисунок 2.3 – Принципиальная схема взаимного расположения капельных линий, растений огурца и конструкций временных тоннельных укрытий (вариант А2)

Схема опыта по фактору В направлена на изучение условий обеспечения заданных уровней предполивной влажности почвы и влияния режимов водообеспечения на рост, развитие и продуктивность рассадных огурцов при выращивании с использованием временных тоннельных укрытий. В опыте было реализовано три уровня этого фактора:

- В1 – вариант, предусматривающий поддержание в течение вегетационного периода огурца порога предполивной влажности почвы не ниже 70 % НВ;
- В2 – вариант, предусматривающий поддержание в течение вегетационного периода огурца порога предполивной влажности почвы не ниже 80 % НВ;
- В3 – вариант, предусматривающий поддержание в течение вегетационного периода огурца порога предполивной влажности почвы не ниже 90 % НВ.

В рамках фактора С было организовано исследование возможностей регулирования питательного режима растений за счет внесения минеральных удобрений с оценкой их влияния на эффективность использования водных ресурсов, рост, развитие и продуктивность огурца при выращивании из рассады во временных тоннельных укрытиях. Фактор С был реализован тремя вариантами:

- С1 – вариант, предусматривающий внесение удобрений в минеральной форме дозой  $N_{100}P_{60}K_0$ . Доза определена исходя из расчета формирования планируемой урожайности плодов не ниже 50 т/га;
- С2 – вариант, предусматривающий внесение удобрений в минеральной форме дозой  $N_{170}P_{100}K_{100}$ . Доза определена исходя из расчета формирования планируемой урожайности плодов не ниже 70 т/га;
- С3 – вариант, предусматривающий внесение удобрений в минеральной форме дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$ . Доза определена исходя из расчета формирования планируемой урожайности плодов не ниже 90 т/га.

Опыты заложены методом расщепленных делянок с наложением вариантов факторов один на другой. Учетная делянка представлена сочетанием всех трех

исследуемых факторов. Исследования реализованы в течение трехлетнего периода с 2010 по 2012 гг. на территории ООО «Лидер» Николаевского района Волгоградской области. Повторность опыта по площади опытного участка трехкратная. Общая площадь опытного участка 2,5 га, площадь повторности 0,84 га, площадь учетной делянки 420 м<sup>2</sup>. Почвенные и гидрологические условия, история опытного участка на всех вариантах опыта были одинаковы. Форма и площадь учетных делянок, а также их направление выбирались с учетом требований общепринятых методик [42, 46, 80].

## **2.2 Почвенные условия опытного участка**

Почвенный покров опытного участка представлен светло-каштановым типом. Это наименее плодородные почвы Нижнего Поволжья, которые занимают около половины всей площади региона [74]. По уровню содержания доступных растениям элементов минерального питания эти почвы бедны азотом и фосфором, но содержание калия - среднее или высокое. Гранулометрический состав почвенного покрова на рассматриваемой территории разнороден, но в целом представлены легко, средне- и тяжелосуглинистые почвы.

На территории опытного участка получили распространение почвы, которые, согласно признанной классификации Н.А. Качинского [68], по гранулометрическому составу относятся в среднесуглинистым (рисунок 2.4).

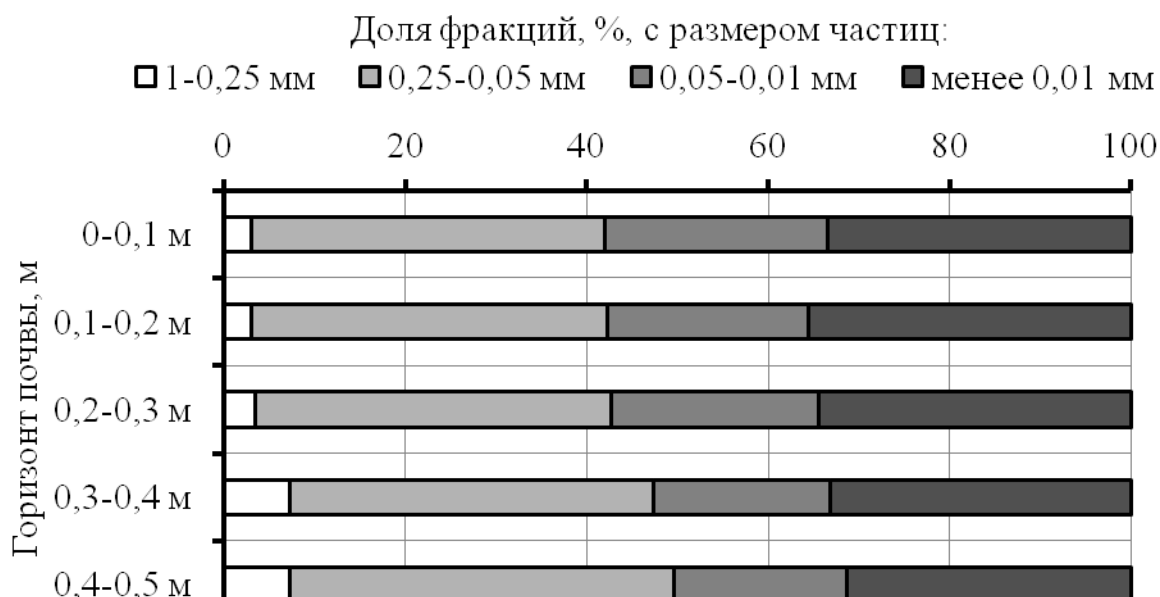


Рисунок 2.4 – Гранулометрическая характеристика почвы на опытном участке

Однако содержание частиц с размером менее 0,01 мм изменяется сверху вниз от 33,5-35,6 % до 31,4 % по весу, что говорит об устойчивой тенденции к облегчению гранулометрического состава с увеличением глубины взятия почвенных образцов. Содержание частиц с размером от 1,0 мм до 0,05 мм с увеличением глубины взятия образцов, напротив, стабильно возрастает. Собственно, почвенный покров на опытном участке хоть и относится с среднесуглинистым, но фактически гранулометрический состав находится близко от границы между средне- и легкосуглинистыми почвами.

Содержание гумуса в почве не превышает 1,3-1,8 % в пахотном горизонте и 0,6-1,0 % - в подпахотном слое, что типично для данного типа почв (таблица 2.1). Реакция почвенного раствора в целом благоприятна для произрастания огурца, рН водной вытяжки в пахотном слое составляет 6,4-6,9, в подпахотном – несколько выше (7,0-7,2). Содержание элементов минерального питания наибольшее в пахотном горизонте и существенно снижается при увеличении глубины горизонта. Содержание легкогидролизуемых форм азотосодержащих соединений в пахотном слое не превышает 24,3-32,2 мг/кг веса почвы, а подвижных форм фосфора – не более 21,2-29,5 мг/кг веса почвы. Согласно принятой классификации [95] обес-



печенность почвы этими формами минерального питания при таком уровне содержания считается низкой.

Таблица 2.1 – Агрохимическая характеристика почв опытного участка

Горизонт	Реакция водной вытяжки (рН)	Содержание гумуса, %	Содержание доступных форм			Емкость поглощения почвы, мг.-экв.
			Азота, мг/кг почвы	Фосфора, мг/кг почвы	Калия, мг/кг почвы	
0-0,1 м	6,4	1,7	32,2	29,5	324	23,5
0,1-0,2 м	6,7	1,8	28,4	24,2	315	22,1
0,2-0,3 м	6,9	1,3	24,3	21,2	262	22,0
0,3-0,4 м	7,0	1,0	13,5	17,1	222,2	20,0
0,4-0,5 м	7,2	0,6	1,2	15,2	211,6	18,2

Содержание обменного калия в почвенном покрове на опытном участке достигает 262-324 мг/кг веса почвы, что также характерно для почв региона. Такое содержание калия характеризуется как высокое. Емкость поглощения почвы на опытном участке снижается с 23,5 мг.-экв в слое 0-0,1 м до 18,2 мг.-экв в слое 0,4-0,5 м, пропорционально снижению содержания гумуса и облегчению гранулометрического состава по почвенным горизонтам.

Водоудерживающая способность почвенного покрова на опытном участке средняя, типичная для почв легкого и среднего гранулометрического состава (таблица 2.2). В пахотном слое почва способна удержать в состоянии наименьшей влагоемкости до 22,1 % воды от веса высушенного образца, в подпахотных горизонтах эта цифра снижается до 19,0 %. При этом для поддержания жизнеспособности большинства культурных растений содержание воды в почве должно быть не менее 11,4-13,2 % от веса сухой образца.

Таблица 2.2 – Результаты исследований водно-физических свойств почвы на опытном участке

Горизонт	Плотность сложения почвы, т/м <sup>3</sup>	Плотность твердой фазы почвы, т/м <sup>3</sup>	Скважность почвы, %	Наименьшая влагоемкость почвы, %	Влажность устойчивого завядания, % от

				от веса су- хой почвы	веса сухой почвы
0-0,1	1,25	2,52	50,4	21,4	13,1
0,1-0,2	1,26	2,52	50,0	22,1	13,2
0,2-0,3	1,27	2,53	49,8	20,8	12,3
0,3-0,4	1,30	2,54	48,8	19,5	11,4
0,4-0,5	1,31	2,52	48,0	19,0	11,5

Почвенный покров опытного участка характеризуется хорошей аэрацией, что благоприятно для роста и развития огурцов. Сквозность почвы в пахотном слое достигала 50,0-50,4 %, в подпахотном горизонте наблюдалось снижение до 48,0 %.

Плотность сложения почвы, напротив, возростала с 1,25 т/м<sup>3</sup> в слое 0-0,1 м до 1,31 т/м<sup>3</sup> в слое 0,4-0,5 м. В пахотном слое, плотность сложения почвы не превышала 1,25-1,26 т/м<sup>3</sup>.

Таким образом, почвы, представленные на опытном участке, широко распространены в регионе исследований. Это позволяет без адаптации внедрять результаты исследований в практику сельскохозяйственного производства на территории Нижнего Поволжья.

### **2.3 Агрометеорологические условия проведения опытов в 2010-2012 гг.**

Опытный участок располагался в границах сухостепной зоны светло-каштановых почв Нижнего Поволжья. Типичные проявления климата в регионе – резкая континентальность с резкими изменениями температур воздуха по сезонам и в течение суток, засушливость, частая повторяемость воздушных засух и суховеев, что определяет специфику региональных систем земледелия. В течение вегетационного периода большинства традиционных для региона культур наблюдается до 60 дней с суховеями. Возделывание овощных культур в условиях такого климата возможно только при орошении [48, 74].

С другой стороны регион щедро обеспечен теплом и ресурсами солнечной радиации. Продолжительность периода с гарантированной температурой воздуха

выше 0<sup>0</sup>С здесь достигает 162-179 суток, среднегодовая температура, в среднем, на 7,5 <sup>0</sup>С выше нуля, продолжительность периода с прямой солнечной радиацией достигает 1800-2400 час/год. Это обеспечивает поступление, в среднем, 17×10<sup>6</sup> МДЖ/га фотосинтетически активной радиации. Период со среднесуточными температурами воздуха свыше 10<sup>0</sup>С продолжается до 170 дней с суммой среднесуточных температур 3200-3400<sup>0</sup>С и более.

Поступление атмосферных осадков за год на территории региона составляет 270-400 мм, за вегетацию поступает до 175-200 мм. Однако испаряемость достигает 1100 мм, что в 3-4 раза превышает объем поступивших осадков, что обуславливает острый дефицит почвенной влаги.

Погодные условия в годы проведения исследований складывались неодинаково (таблица 2.3). В 2010 году сложилась аномальная агрометеорологическая обстановка. За вегетационный период огурца было накоплено 1816 <sup>0</sup>С среднесуточных температур воздуха, что в регионе обеспечивается с вероятностью не более 11,1 %. При этом за тот же период поступило 191 мм атмосферных осадков с обеспеченностью этого явления в регионе не более 15,0 %. Эти данные свидетельствуют о высокой теплообеспеченности периода в совокупности с обеспеченностью атмосферными осадками выше климатической нормы. Это не характерно для региона. С другой стороны приведенные данные говорят о возможности существенных колебаний агрометеорологических условий в течение вегетационного периода огурца, что подтверждается данными по динамике изменения агрометеорологических условий и явлений. Большая часть атмосферных осадков, около 150 мм, поступила в весенние месяцы (апрель и май), когда средняя декадная температура воздуха была близка к климатической норме.

Таблица 2.3- Погодные условия в 2010 году

Месяцы	Декады	Среднесуточная температура воздуха		Относительная влажность воздуха, %	Осадки	
		<sup>0</sup> С	Обеспеченность в регионе, %		мм	Обеспеченность в регионе, %

Апрель	I	7,1	38,7	61,2	0,0	98,0
	II	7,7	78,3	69,1	32,5	7,1
	III	10,7	58,5	50,6	0,0	94,1
Май	I	18,5	11,1	48,2	6,9	38,7
	II	18,4	11,1	75,4	43,2	15,0
	III	16,3	66,4	72,4	64,4	3,2
Июнь	I	22,7	19,0	47,1	0,0	94,1
	II	25,1	15,0	41,1	3,0	78,0
	III	27,6	7,1	24,3	0,0	98,0
Июль	I	25,9	7,1	56,2	41,0	15,0
Сумма		1816	11,1	–	191	15,0

В апреле средние декадные температуры воздуха изменялись в пределах 7,1-10,7 °С, что в регионе обеспечивается с вероятностью 38,7-78,3 %. В мае декадные значения среднесуточных температур воздуха не превышали 16,3-18,5 °С.

В июне уровень температурной напряженности в регионе существенно вырос, средние декадные температуры воздуха повысились до 22,7-27,6 °С, вероятность достижения которых в регионе не превышает 7,1-19,0 %. При этом поступление атмосферных осадков за период не превышало 3,0 мм. В первой декаде июля выпало около 41,0 мм осадков. Однако поступление осадков было ливневым течение одного дня, что вызвало поверхностный сток и слабо отразилось на водном режиме почвы.

Поступление тепла в 2011 году было медленным (таблица 2.4). Средняя декадная температура воздуха в первых двух декадах апреля не превышала 5,6-6,8 °С, что в регионе обеспечивается с вероятностью не менее 70,4-90,1 %. В начале третьей декады апреля температура воздуха приблизилась к климатической норме. Но только к концу второй декады мая началось заметное потепление, что позволило снять пленку с тоннелей. В дальнейшем, до конца вегетационного периода температура воздуха была выше климатической нормы, что обусловило накопление 1716 °С среднесуточных температур воздуха. В регионе это обеспечивается с вероятностью 38,7 %, что свидетельствует поступлении тепла выше климатической нормы.

Атмосферных осадков за вегетационный период поступило не более 68,5 мм, что характеризуется уровнем обеспеченности в регионе более 86 %. Это ниже климатической нормы и свидетельствует о проявлении засушливости климата. Однако распределение атмосферных осадков в течение вегетационного периода огурца было достаточно равномерным, что благоприятно отразилось на влажности воздуха. Лишь в середине июня средняя декадная влажность воздуха снизилась до 41 %.

В 2012 году, напротив, поступление теплых воздушных масс в регион было быстрым, атмосфера стремительно прогревалась, достигая минимальных достаточных для культуры огурца значений уже ко второй декаде апреля. Однако, поступление осадков в весенний период было существенно ограничено, что выразилось в снижении относительной влажности воздуха.

Таблица 2.4- Погодные условия в 2011 году

Месяцы	Декады	Среднесуточная температура воздуха		Относительная влажность воздуха, %	Осадки	
		°С	Обеспеченность в регионе, %		мм	Обеспеченность в регионе, %
Апрель	I	5,6	70,4	61	8,0	38,7
	II	6,8	90,1	69	7,2	38,7
	III	11,9	50,6	50	0	98,0
Май	I	15,9	22,9	48	3,4	58,5
	II	16,3	50,6	75	13,0	46,6
	III	20,3	22,9	72	2,9	74,3
Июнь	I	20,5	46,6	47	0	96,0
	II	23,1	38,7	41	1,1	86,2
	III	23,6	34,8	62	8,7	50,6
Июль	I	26,2	34,8	68	9,9	26,9
Сумма		1716	38,7	—	68,5	86,2

Таблица 2.5- Погодные условия в 2012 году

Месяцы	Декады	Среднесуточная температура воздуха	Относительная	Осадки
--------	--------	------------------------------------	---------------	--------

		°С	Обеспеченность в регионе, %	влажность воздуха, %	мм	Обеспеченность в регионе, %
Апрель	I	10,6	7,1	68,5	4,7	62,5
	II	16,0	3,2	65,2	0	98,0
	III	17,5	7,1	53,7	0,8	70,4
Май	I	18,6	7,1	33,8	0,3	78,3
	II	22,0	3,2	31,3	0	98,0
	III	19,4	34,8	52,7	0,7	34,8
Июнь	I	22,6	22,9	45,6	3	58,5
	II	27,0	7,1	37,5	11,2	42,7
	III	24,1	22,9	41,1	3,4	66,4
Июль	I	24,3	38,7	45,0	24,2	30,8
Сумма		2044	3,2	–	60,3	94,1

Средняя декадная температура воздуха в июне 2012 года достигала 27 °С, что отразилось в снижении интенсивности фотосинтеза и внешне проявлялось в замедлении роста плодов огурца и плодоношения. По совокупности метеоусловий в период вегетации огурцов 2012 год можно охарактеризовать как наиболее жаркий и засушливый. Сумма среднесуточных температур воздуха за вегетационный период составила 2044 °С, что в регионе обеспечивается с вероятностью 3,2 %. Сумма атмосферных осадков за этот же период, напротив, не превышала 60,3 мм, что обеспечивается в 94,1 % случаев. В целом погодные условия 2012 года были менее благоприятны для культуры огурца, чем в 2011 году. Вместе с тем, значения показателей, характеризующих метеоусловия в годы проведения исследований, оставались в диапазоне типичных для региона значений.

#### 2.4 Методики исследований

Все исследования и наблюдения, а также обработка экспериментального материала проводились по общепризнанным методикам. При этом экспериментально определялось следующее:

- регистрировали значения показателей агрометеоусловий;
- регистрировали значения микроклимата в тоннельных укрытиях;
- определяли почвенные характеристики опытного участка;

- определяли текущую влажность почвы;
- определяли площадь листьев;
- определяли биомассу посева (включая плоды) в сыром и сухом состоянии;
- учитывали урожайность;
- определяли биохимический состав плодов огурца.

Другие показатели, анализ которых был предусмотрен программой исследований, определялись расчетными методами.

Для оценки метеоусловий проведения полевых экспериментов использовали данные метеорологической станции города Волгограда. Кроме того, некоторые критичные и неустойчивые показатели регистрировались непосредственно на опытном участке [59, 98]:

- для измерения температуры почвы в пахотном слое использовали ртутные термометры конструкции Савинова, которые устанавливали на глубину 0,05, 0,10, 0,15 и 0,2 м;

- для измерения температуры почвы на поверхности почвы использовали строчные термометры, а также термометры специальной конструкции для измерения максимальной и минимальной температуры;

- для регистрации температуры воздуха использовали суточные термографы, которые устанавливали в жалюзийной будке на краю опытного участка, а также по вариантам опыта, непосредственно, в тоннельных укрытиях;

- влажность воздуха измеряли аспирационным психрометром;

- объем поступления атмосферных осадков учитывали с помощью дождемера Давитой.

Измерения метеорологических параметров проводили на открытом участке, непосредственно, в зоне размещения полевого опыта, а также в тоннельных укрытиях по вариантам опыта.

Отбор образцов для почвенного анализа проводили ежегодно по 10 проб в каждой повторности [46, 68, 88]. Пробы дифференцировали послойно на глубину активного слоя почвы через 0,1 м. Анализ почвенных образцов проводили в лабораторных условиях:

– гранулометрический анализ почвенных образцов проводили по общепризнанной методике [64, 68], основанной на использовании известной зависимости Стокса [9]. В лаборатории использовали сифонную технологию гранулометрического анализа почвенных образцов, предложенную С.И. Долговым и А.А. Житковой [77];

– отбор проб для определения плотности сложения почвы на опытном участке проводили методом съемных цилиндров, позволяющих получить образцы в ненарушенном состоянии [9]. В лаборатории почву в цилиндрах высушивали с использованием термостата, определяли ее вес в сухом состоянии ( $m$ ) и рассчитывали плотность сложения ( $\rho$ ) по формуле:

$$\rho = m/V, \quad (2.1)$$

где  $V$  – объем цилиндра-бура;

– определение плотности твердой фазы почвы проводили с использованием пикнометров [116]. Почву для анализа подготавливали специальным образом, с удалением камней, растительных остатков и последующим размельчением в ступке. Плотность твердой фазы ( $\rho_c$ ) рассчитывали по формуле:

$$\rho_c = \frac{m}{(m_{в} + m) - m_{пв}}, \quad (2.2)$$

где  $m$  – масса почвы в пикнометре в сухом состоянии,  $m_{в}$  – масса воды в том же объеме пикнометра,  $m_{пв}$  – совокупная масса воды и почвы в том же объеме пикнометра;

– получив значения плотности сложения почвы и плотности твердой фазы, порозность почвы определяли расчетным методом [9];

– максимальную гигроскопичность почвенных образцов определяли в эксикаторе по методике А.Н. Николаева [88]. Определив величину максимальной гигроскопичности путем увеличения ее в 1,5 раза определяли влажность устойчивого завядания для данного типа почв;

– для определения актуальной кислотности почвенного раствора (ГОСТ 26483), гумуса (метод Тюрина в модификации ЦИНАО: ГОСТ 26213) нитратного азота (ГОСТ 26488-85), доступных форм фосфора и калия (метод Мачигина в модификации ЦИНАО: ГОСТ 26205) использовали стандартные методы. Для определе-



ния всех легкодоступных растениям форм азота использовали методику Тюрина и Кононовой в модификации Кудеярова, которая позволяет выявлять нитраты, поглощенный аммоний и легкогидролизуемые органические соединения [66, 72].

Полученные данные по актуальному плодородию почвы использовали для расчета доз минеральных удобрений по вариантам опыта. Дозы минеральных удобрений рассчитывали методом элементарного баланса [119], с учетом выноса минеральных элементов планируемым урожаем и коэффициентов использования азота, фосфора и калия из почвы и удобрений.

Емкость поглощения почвы определяли путем замещения всех поглощенных катионов ионом натрия с последующим вытеснением его бикарбонатом кальция (метод К.К. Гедройца).

В полевых условиях определяли содержание влаги в почве в состоянии наименьшей влагоемкости [9]. Проводили обваловку площадки размером 1×1 м, которую заливали водой с поддержанием слое в 3-4 см. Затем, после впитывания всей воды площадку укрывали пленкой и через 2 суток начинали отбирать послойные пробы почвы на влажность. Наименьшую влагоемкость фиксировали в момент, когда влажность почвы по слоям максимально выравнивалась. Определения по площади опытного участка повторялись 8 раз.

Систематически, перед высадкой рассады, до и после проведения поливов, на дату фиксации фаз роста и развития, после выпадения атмосферных осадков, после окончания фазы плодоношения, отбирали образцы почвы на влажность [116]. Отбор образцов проводился на всех вариантах опыта в трехкратной повторности на глубину активного слоя почвы. Исследования образцов почвы на влажность проводилось средствами мобильной лаборатории. Влажность почвы определяли в весовых процентах, для чего использовали термостатной-весовой метод [13]. Почвенные образцы сушили в специальном сушильном шкафу, оборудованном термостатом при поддержании постоянной температуры 105 °С. Первые взвешивания проводили через 6 часов после начала сушки. Дополнительно, динамика содержания влаги в почве контролировалась тензиометрами.

Полученные данные по актуальной влажности почвы использовались для назначения поливов, расчета текущего содержания влаги в почве, водобалансовых расчетов [24, 116]. Запасы влаги в активном слое почвы ( $W$ ) определялись по зависимости:

$$W = 100 \cdot h \cdot \rho \cdot \beta, \quad (2.3)$$

где  $100 \cdot h \cdot \rho$  – масса почвы в слое  $h$  на площади в 1 га,  $\beta$  – влажность почвы в весовых процентах. Поливная норма определялась как разница между запасами влаги в почве в состоянии наименьшей влагоемкости и предполивной влажности:

$$q = W_{\text{НВ}} - W_{\text{пв}}.$$

Расчет суммарного водопотребления проводили методом упрощенного водного баланса [71, 128]. В расходные статьи баланса было включено суммарное водопотребление, а в приходную часть – оросительная вода ( $Q$ ) и влага атмосферных осадков  $Q_1$ . Почвенные влагозапасы  $W$  в зависимости от того уменьшаются они или увеличиваются соответственно относили в приходную или расходную часть водобалансового уравнения. Глубина залегания грунтовых вод на опытном участке составляет свыше 8 м, поэтому их влияние на водный баланс активного слоя почвы было исключено. В силу географического положения, рельефа местности и климатических особенностей региона не принимались во внимание и прочие, входящие в состав полного водобалансового уравнения, показатели.

Определение среднесуточного водопотребления, биоклиматических коэффициентов и коэффициента водопотребления проводили расчетными методами [7, 13, 71].

На каждом варианте опыта определяли даты вступления растений в очередные фазы роста и развития. Согласно общепризнанной методики [46, 101, 118] при появлении признаков фазы развития у 10 % растений регистрировалось начало фазы, а при появлении признаков фазы у 75 % растений - регистрировалось полное вступление.

Для определения площади листьев и биомассы посева использовали специально отобранные модельные растения, типичные для варианта опыта. В соответ-

ствии с требованиями общепризнанных методик [45, 58, 118] на каждом варианте отбиралось по 10 модельных растений.

Для определения площади листьев использовали наиболее доступный метод высечек [58]. Для этого листовую массу с модельных растений обрывали, взвешивали и пробойником с диаметром 10 мм делали высечки, после чего их тоже взвешивали. После этого площадь листьев определяется из зависимости:

$$S = a \cdot c / b, \quad (2.4)$$

где  $a$  — общая масса сырых листьев,  $b$  — общая масса сырых высечек,  $c$  — общая площадь высечек. Имея опытные данные по площади листьев в динамике, фотосинтетический потенциал посева огурцов определяли расчетом по формуле:

$$\Phi\Pi = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot n \quad (2.5)$$

В приведенной зависимости  $S_1$  и  $S_2$  — площадь листьев на начало и конец расчетного периода,  $n$  — продолжительность расчетного периода. В приведенной зависимости есть допущение о равномерном линейном нарастании площади листьев за расчетный период. Поскольку на практике рост листового аппарата огурцов не является линейным для повышения точности расчетов по приведенной формуле необходимо расчетные периоды сокращать по продолжительности.

Массу сухого вещества ботвы и корней огурца определяли путем простого взвешивания после сушки [80]. Сухой вес плодов ( $M$ ) определяли по зависимости:

$$M = Y \cdot \mu / 100, \quad (2.6)$$

где  $Y$  — урожайность огурцов,  $\mu$  — содержание сухого вещества в плодах по данным биохимического анализа, %. Просуммировав массу сухого вещества корневой и вегетативной части и плодов огурца получаем общий вес накопленного органического вещества. Изменения этого показателя в динамике ( $M_2 - M_1$ ) — дают прирост сухого вещества за период. Чистая продуктивность фотосинтеза (нетто-ассимиляция) определится из соотношения:  $\frac{M_2 - M_1}{\Phi\Pi}$ .

Урожайность плодов огурца определяли методом валового сбора урожая в течение периода плодоношения [80]. Одновременно из урожая делали выборку с последующим разделением ее на фракции стандартной и нестандартной продук-

ции [32]. После взвешивания огурцы из этой выборки отправлялись в лабораторию для биохимического анализа.

Полученные результаты эксперимента обрабатывали методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа [42, 46, 113, 118]. Оценку экономической эффективности инноваций проводили с учетом возможности инвестирования производства [26].

## **2.5 Особенности агротехники огурцов в опытах**

При разработке агротехники огурцов в опытах были использованы зональные рекомендации возделывания этой культуры, рекомендации по выращиванию овощей при капельном орошении, опыт возделывания овощных культур с использованием тоннельных укрытий [61, 86, 90, 97, 120]. Особенности агротехники заключались в варьировании приемов возделывания и режима водообеспечения по вариантам опыта в соответствии с требованиями программы исследований.

Предшественником огурцов на опытных участках были томаты. Для соблюдения требований к истории опытных участков, участки выбирали таким образом, чтобы перед томатами во все годы исследований также возделывалась одна и та же культура. В наших опытах перед томатами на участке выращивали капусту белокочанную.

В системе подготовки почвы использовали вспашку культурными плугами. Но подготовку почвы после уборки предшественника и очистки поля от ботвы начинали с лущения дисковыми гидрофицированными лущильниками ЛДГ-10. Это позволяло нарушить капиллярный ток воды к поверхности почвы и снижало интенсивность испарения, что, в свою очередь, способствовало сохранению почвенной влаги и улучшало качество плужной обработки. Кроме того, операция лущения провоцировала рост сорной растительности, по которой работали гербицидом Дефолт, ВР (группа глифосатов) нормой 6 л/га.

В весенний период обработки почвы начинали с боронования средними скоростными боронами в два следа. Перед формированием тоннельных укрытий почву обрабатывали активными тракторными фрезами. Формирование тоннель-

ных укрытий осуществляли за 1,5-2,0 недели до высадки рассады. Тоннельные укрытия формировали путем установки дуг с последующим укрытием полиэтиленовой пленкой. По длине тоннеля дуги и проволоки диаметром 6 мм монтировали через 2,0 м. В зависимости от варианта ширина конструкции составляла 0,5 или 1,0 м, высота – 0,4 м.

Семена на рассаду высевали, ориентируясь на необходимость формирования 20-25-дневных растений к моменту высадки. Для выращивания рассады использовали кассетную технологию, которая наиболее приемлема в условиях развернутого производства. Использовали кассеты №28 размером 60×60 мм. Почвенную основу для кассет составляли из дерновой земли и перегноя в равных пропорциях. Кассеты раскладывали на пенопласт, а для посева семян использовали маркеры, чем обеспечивалась равномерность глубины заделки. Температуру воздуха до всходов растений в кассетах поддерживали на уровне 25-26 °С, а после всходов – на уровне 19-20 °С днем и 17-18 °С ночью. Поливы проводили регулярно, не допуская пересыхания почвогрунта в кассетах. Высаживали рассаду со сформированными от 3 до 5 настоящих листьев на растении.

В исследованиях использовали перспективный партенокарпический гибрид огурца Компонист (производитель Rijk Zwaan). Продолжительность периода от всходов до начала массового плодоношения не превышает 38-40 суток. Как правило, в каждой пазухе листа формируется от 2 до 3 завязей [56]. На побегах второго порядка число завязей возрастает. Компонист – сильнорослый гибрид, с высокой регенерирующей способностью, устойчивостью к мучнистой росе и толерантностью к переноспорозу и вирусу огуречной мозаики. Плоды останавливаются в росте при достижении линейного размера 10-12 см. Цвет плодов темно-зеленый, корнишоны крупнобугорчатые со светлыми шипиками.

Высадку рассады проводили ленточным способом с расстоянием между осями лент 1,4 м. В варианте А1 расстояние между рядками в ленте составляло 0,3 м, в варианте А2 – 0,6 м. На гектар высаживали 35 тыс. растений.

Полив проводили капельным способом с использованием системы капельного орошения фирмы Eurodrip. Система оснащена капельницами полукомпенсиро-

ванного типа с простейшим устройством компенсации перепадов давления в сети – лабиринтом. Расход воды капельницей составляет 1,6 л/ч. Расстояние между капельницами в линии составляет 0,3 м.

Защита огурца от трипсов и тли заключалась в применении препарата каратэ 050 ЕС (0,1 л/га), регулярно, с интервалом в 20 дней. Для предотвращения развития пероноспороза раз в 10 дней обрабатывали препаратом Ридомил МЦ, 72 % СП (2,5 кг/га). Против мучнистой росы два раза в месяц применяли фунгицид Топсин М, с.п. дозой 0,8-1,0 кг/га. Против Антракноза и Бактериоза посеы обрабатывали хлорокисью меди нормой 2,4 кг/га с интервалом в 20 дней.

Подкормку посевов минеральными формами азота, фосфора и калия проводили с поливной водой через систему капельного орошения. Маточный раствор с помощью дозаторов подавался в поливную воду в середине полива.

Чтобы не допускать старения плодов уборку огурца на опытном участке проводили с интервалом в 1-3 суток.

### **3. ВОДНЫЙ И ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМЫ ПОЧВЫ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ РАССАДНЫХ ОГУРЦОВ В ТОННЕЛЬНЫХ УКРЫТИЯХ**

#### **3.1 Температурный режим воздуха и почвы при выращивании огурцов в тоннельных укрытиях**

Температура окружающей среды для растений огурца является важным фактором, определяющим его физиологическое состояние, динамику роста и развития, а также реализацию потенциала продуктивности сорта или гибрида. Огурцы плохо переносят заморозки, быстро повреждается их вегетативная часть. Выращенная кассетным способом рассада огурца еще более требовательна к условиям теплообеспечения. Это, в частности, объясняется отсутствием возможности закаливания растений при выращивании рассады в кассетах.

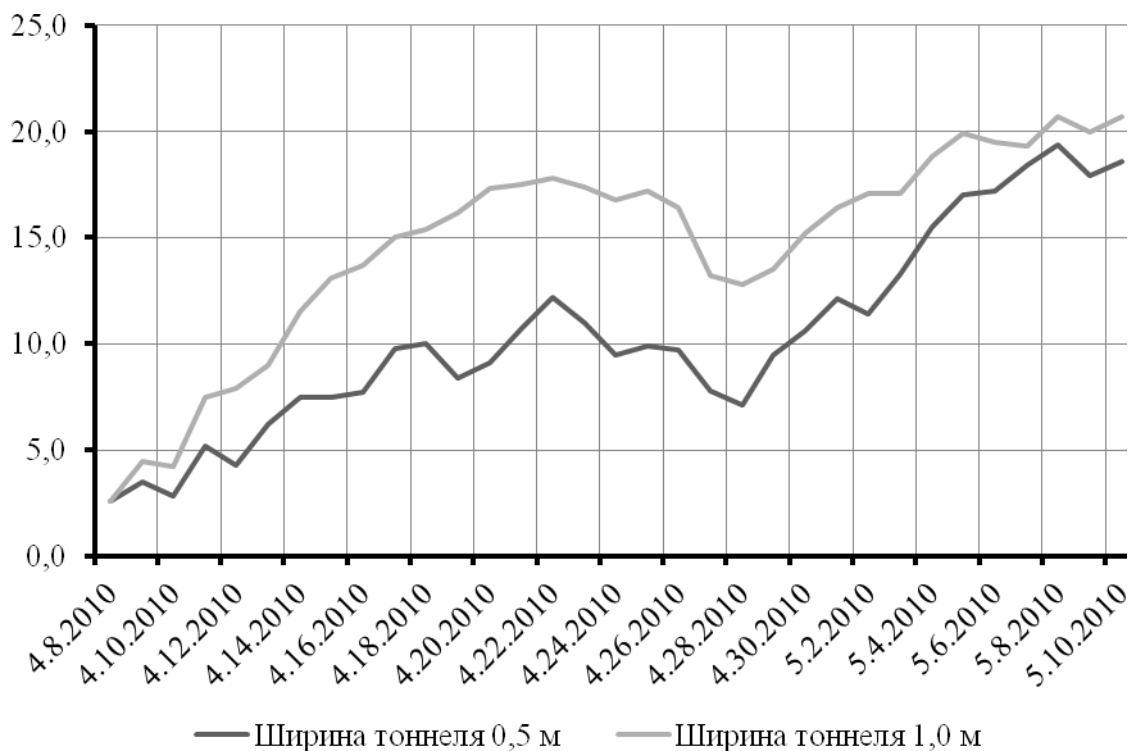
Еще больше вреда приносит длительное переохлаждение корневой системы. Физиологические процессы при переохлаждении корневой системы резко тормозятся и не восстанавливаются в последующем до первоначального состояния. Ча-

сто наблюдается развитие на корнях огурцов корневых гнилей, что приводит к ослаблению динамики роста и гибели растений. Впоследствии все это определяет динамику плодоношения огурцов и уровень продуктивности посевов.

В опытах мы систематически измеряли температуру почвы и воздуха в укрытиях, что позволило оценить ее динамику как в типизированных плёночных тоннелях (0,5 м), так и в уширенных до 1,0 м тоннельных укрытиях. Температуру почвы измеряли в ночной период, поскольку именно ночью наблюдаются ее минимальные значения и возможно снижение за критический уровень. Результаты измерений приведены в приложениях 1-3 и на рисунках 3.1-3.3.

Исследования показали, что климатические ресурсы региона позволяют проводить формирование тоннельных укрытий в первой декаде апреля. В опытах формирование тоннельных укрытий проводили с 4 по 9 апреля, ориентируясь с динамикой температуры окружающей среды, с учетом прогноза погоды на ближайшие две недели.

а) ночная температура воздуха в тоннелях



б) минимальная температура почвы в тоннелях

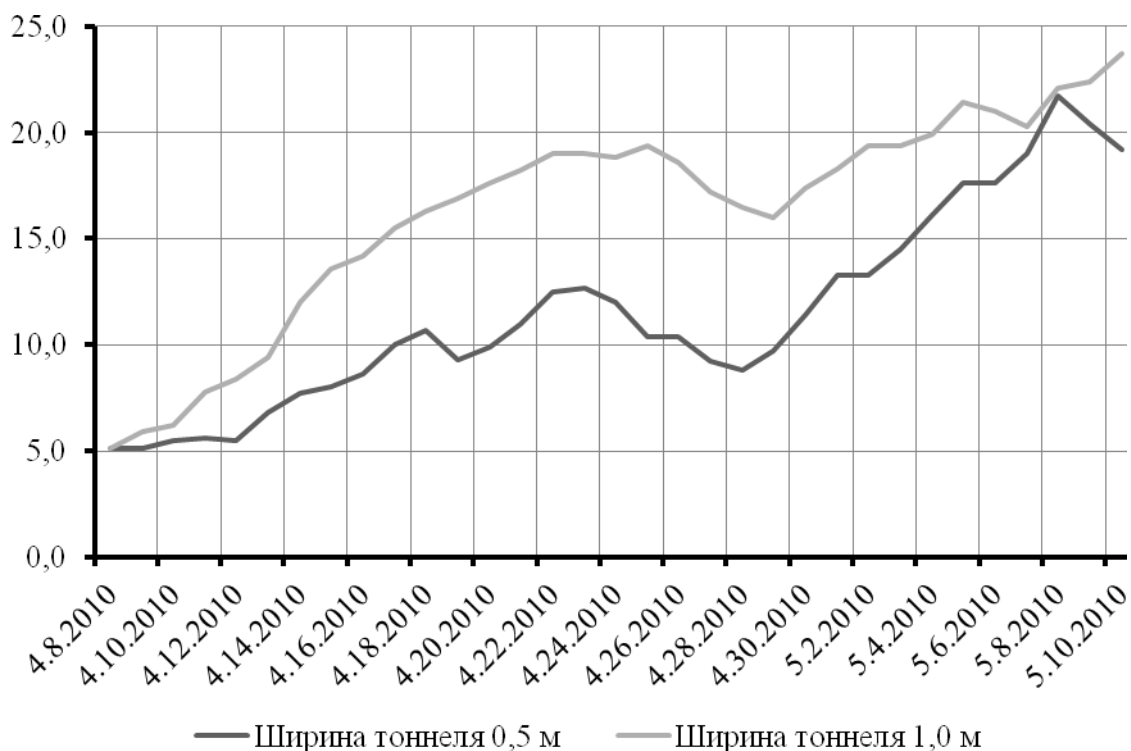
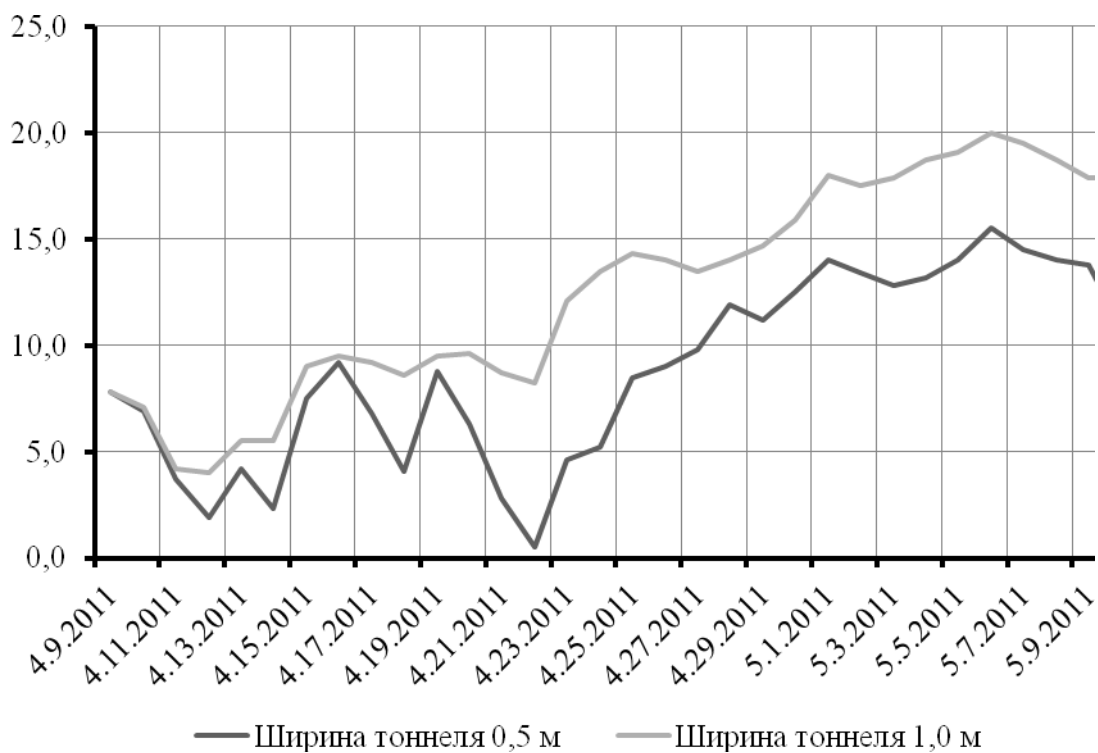


Рисунок 3.1 – Динамика температуры воздуха и почвы в тоннельных пленочных укрытиях (2010 г.)

а) ночная температура воздуха в тоннелях



б) минимальная температура почвы в тоннелях



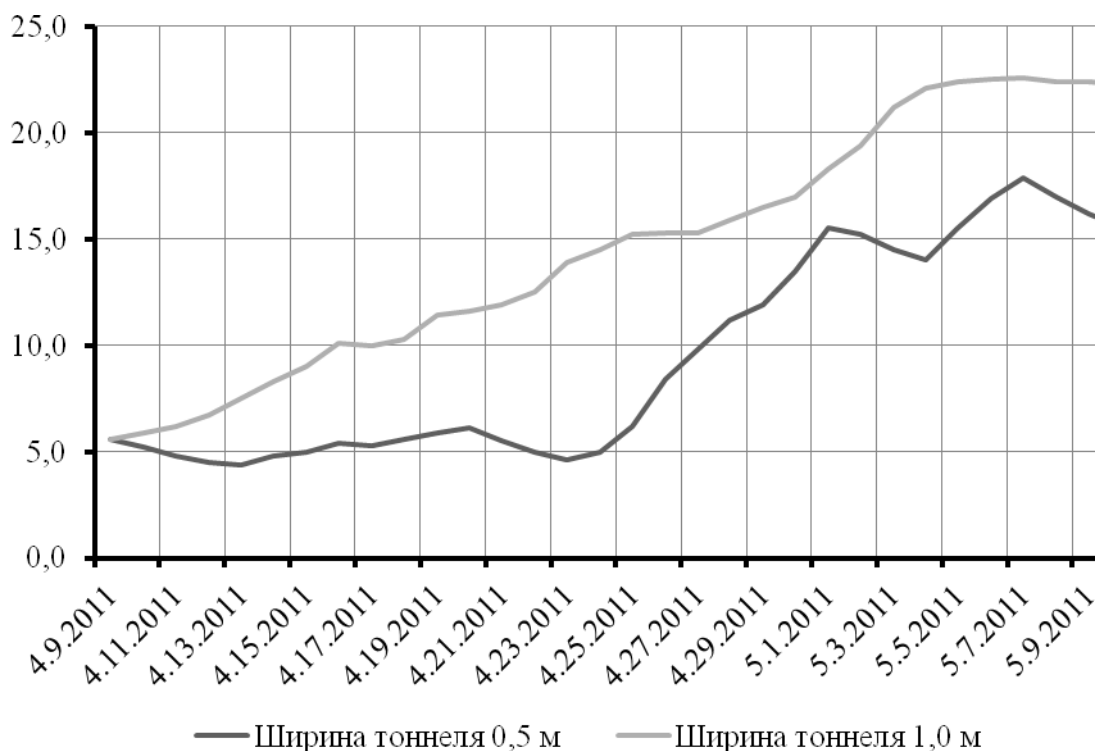
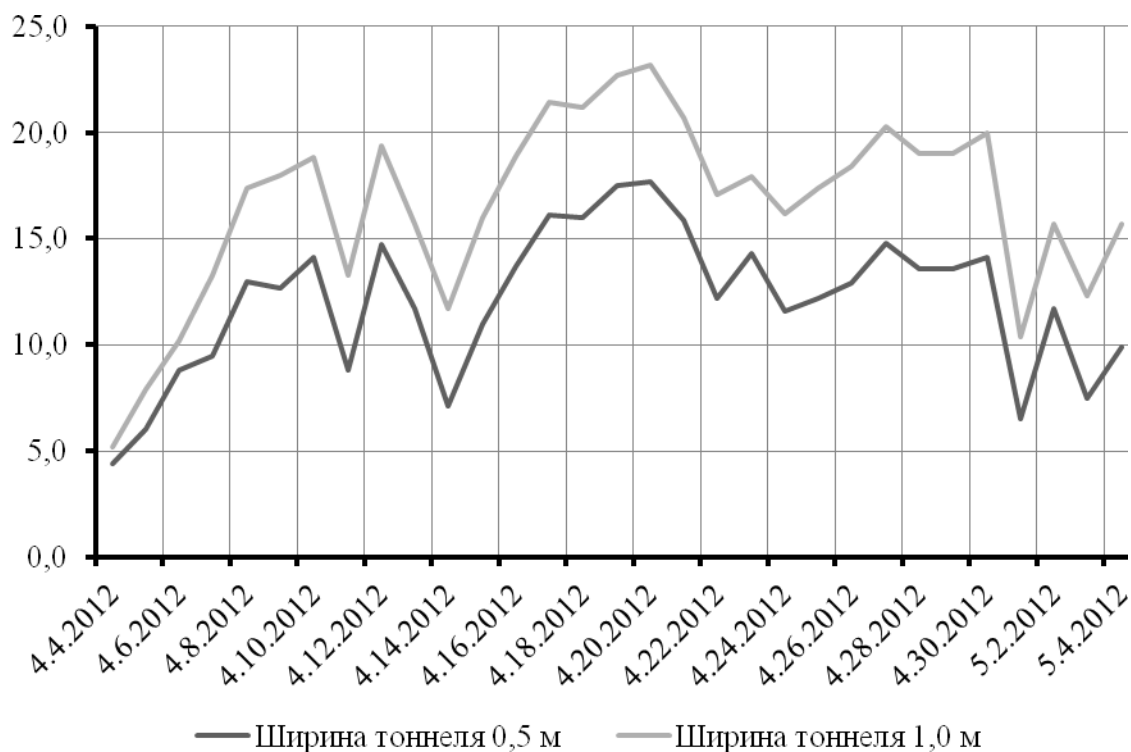


Рисунок 3.2 – Динамика температуры воздуха и почвы в тоннельных пленочных укрытиях (2011 г.)

а) ночная температура воздуха в тоннелях



б) минимальная температура почвы в тоннелях

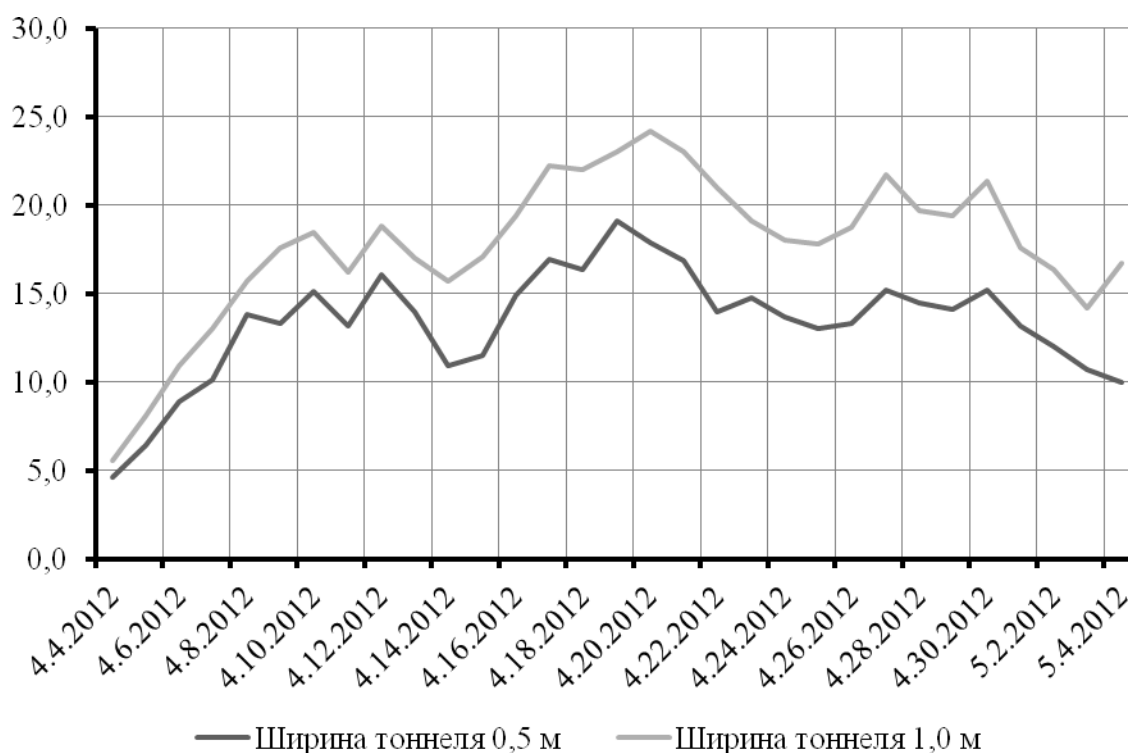


Рисунок 3.3 – Динамика температуры воздуха и почвы в тоннельных пленочных укрытиях (2012 г.)

В 2010 году укрытие почвы под пленку в тоннелях было проведено 8 апреля. Из рисунка 3.1 видно, температура воздуха и почвы в пленочных тоннелях с шириной 1,0 м начинает увеличиваться сразу после укрытия и процесс этот отличается стабильностью и положительной динамикой. В опытах 2010 года уже к 16 апреля минимальная суточная температура почвы приближалась  $15^{\circ}\text{C}$ , что позволило без риска провести высадку рассады. В последующем на участках этого варианта минимальная температура почвы не была меньше  $16^{\circ}\text{C}$ .

Температура воздуха, если только она положительна, не является столь же критичным показателем для огурца, как температура почвы. В опытах суточная динамика температуры воздуха характеризовалась существенным понижением ее значений в ночной период. Исследования показали, что в ночное время температура воздуха в тоннелях тесно коррелирует с температурой почвы.

Рассада огурца в 2010 году была высажена 16 апреля в тоннельные укрытия по всем вариантам опыта, что регламентировалось требованиями соблюдения един-

ственного различия. Динамика изменения температуры почвы в тоннельных укрытиях шириной 0,5 м носила иной характер и была более подвержена влиянию температурного режима окружающей среды, чем при использовании тоннелей шириной 1,0 м. Первые 5 суток после формирования тоннельных укрытий минимальная температура почвы на участках этого варианта практически не изменялась и сохранялась на уровне 5-6 °С. К моменту высадки рассады температура почвы увеличилась и достигла на участках варианта, где использовали тоннели с шириной укрытия 0,5 м, 8 °С. Это повлияло как на приживаемость рассады, так и на динамику роста растений в последующем. Биологического оптимума (15 °С) для огурцов в пленочных тоннельных укрытиях с шириной 0,5 м, температура почвы достигла только к 4 мая, тогда как при использовании уширенных до 1,0 м тоннелей, оптимальный температурный режим обеспечивался уже с 17 апреля.

Формирование тоннелей и укрытие почвы в 2011 году было проведено 9 апреля. Из приведенных на рисунке 3.2 данных заметна достаточно существенная разницы в формировании температурного режима почвы в тоннельных укрытиях шириной 1,0 м и 0,5 м. Наблюдения показали, что в широких тоннельных укрытиях (1,0 м) температура почвы сразу после формирования укрытий стабильно и динамично растет. К моменту высадки рассады 19 апреля температура почвы в тоннельных укрытиях с шириной 1,0 м превышала 11 °С и наблюдался достаточно устойчивый ее рост в последующем.

В тоннельных укрытиях шириной 0,5 м температура почвы существенно более подвержена колебаниям, обусловленным изменением температурного режима в естественной среде. Практически до высадки рассады (19 апреля) температура почвы не превышала 6 °С, а к 23-24 апреля наблюдалось ее снижение до 4 °С, обусловленное сложившимися метеоусловиями. Низкий температурный режим почвы в полуметровых тоннельных укрытиях оказал существенное влияние на приживаемость рассады, динамику начального роста и продукционный процесс в целом.

В 2012 году формирование тоннельных укрытий было проведено уже 4 апреля, так как это позволяли сделать сложившиеся погодные условия. В этом году был

отмечен наиболее интенсивный рост температуры почвы и воздуха сразу после формирования тоннельных укрытий. За 5 суток температура почвы в пахотном слое прогрелась до 14 °С. Однако последовавшее понижение температуры окружающей среды замедлило процесс прогревания почвы и воздуха в тоннелях. Минимальная значения температура почвы в тоннелях упали до 11 °С, а ночные температуры воздуха понизились до 7 °С. Поэтому благоприятные условия для высадки рассады в уширенных (1,0 м) тоннелях были созданы только к 17 апреля или через 13 суток после укрытия почвы. В период высадки рассады температура почвы в тоннельных укрытиях с шириной тоннелей 0,5 м достигла 15 °С, однако, в последующие периоды, в связи с колебаниями температурного режима естественной среды, наблюдались снижения температуры почвы до 10-13 °С.

Таким образом, увеличение диаметра проективного покрытия пленочных тоннелей с 0,5 м до 1,0 м обеспечивает повышение минимальных суточных значений температуры почвы на 4-9°С, позволяет на 6-17 суток раньше создать благоприятные для высадки рассады условия, обеспечивает гарантированное сохранение оптимального температурного режима почвы и воздуха после высадки рассады.

### **3.2 Фактический режим капельного орошения рассадных огурцов в опытах**

В условиях засушливого климата Нижневолжского региона регулярное орошения является главным инструментом управления водным режимом почвы при возделывании огурца. В опытах поливы в опытах проводили расчетными нормами. Расчет поливных норм проводили с учетом водно-физических свойств и уровня предполивной влажности почвы исходя из доли увлажняемой площади поля. Доля увлажняемой площади почвы в вариантах, где использовали тоннельные укрытия с шириной проективного покрытия 0,5 м и двустрочной высадкой рассады на одной капельной линии (вариант А1), составила 36 %. На участках, где для укрытия растений огурца в ранневесенний период использовали пленочные тоннели шириной 1,0 м, а рассаду высаживали в две строки с раскладкой спаренных капельных линий, доля увлажняемой площади поля увеличивалась до 69 %. Ис-

ходя из этого, при снижении влажности почвы до 70 % НВ на участках, где использовали полуметровые тоннельные укрытия, поливы проводили нормой 150 м<sup>3</sup>/га, при снижении влажности почвы до 80 % НВ – нормой 100 м<sup>3</sup>/га, для поддержания предполивного уровня 90 % НВ – 50 м<sup>3</sup>/га. При снижении влажности почвы до 70 % НВ на участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 1,0 м, поливы проводили нормой 270 м<sup>3</sup>/га, при снижении влажности почвы до 80 % НВ – нормой 180 м<sup>3</sup>/га, для поддержания предполивного уровня 90 % НВ – 90 м<sup>3</sup>/га. Таким образом, за счет увеличения доли площади поля, подлежащей увлажнению, поливная норма в вариантах с широкими тоннельными укрытиями была существенно выше, чем на участках контроля.

Исследованиями выявлена потребность в интенсивном режиме орошения рассадных огурцов с самого начала вегетационного периода (таблица 3.1-3.2, рисунок 3.4-3.6). Например, на участках, где использовали тоннельные укрытия полуметровой ширины, сразу после высадки рассады, за период до начала цветения на орошение расходовалось, в среднем, 300-370 м<sup>3</sup>/га воды. Доказано преимущественное влияние погодных условий на динамику расходования оросительной воды для поддержания заданных уровней предполивной влажности почвы.

Таблица 3.1 – Число поливов, необходимое для поддержания заданных уровней предполивной влажности почвы (по данным полевого опыта 2010-2012 гг.)

Сочетание факторов			Высадка рассады – начало цветения		Цветение – начало плодоно- шения		Плодоношение										За вегета- ционный период	
С	В	А					I декада		II декада		III декада		IV декада		V декада			
			min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max		
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70 %HB	A1	1	2	0	3	0	2	2	3	0	1	0	0	0	0	4	11
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70 % HB	A2	1	2	0	1	0	1	1	2	1	2	0	0	0	0	4	7
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80 % HB	A1	3	4	0	4	0	4	3	4	1	2	0	0	0	0	7	17
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80 % HB	A2	2	2	0	2	0	2	2	3	2	3	1	2	0	0	8	12
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90 % HB	A1	5	8	0	7	0	8	6	10	2	5	0	0	0	0	14	36
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90 % HB	A2	4	5	0	4	0	4	4	5	5	6	3	5	0	0	19	25
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70 %HB	A1	1	2	0	3	0	2	2	3	0	1	0	0	0	0	4	11
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70 % HB	A2	1	2	0	1	0	1	1	2	1	2	0	0	0	0	4	7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80 % HB	A1	3	4	0	4	0	4	3	4	2	3	0	0	0	0	7	18
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80 % HB	A2	2	2	0	2	0	2	2	3	3	3	1	2	0	0	8	13
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90 % HB	A1	6	8	0	7	0	8	6	10	3	6	0	0	0	0	16	37
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90 % HB	A2	4	5	0	4	0	4	4	5	6	6	4	5	0	1	20	26
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70 %HB	A1	1	2	0	3	0	2	2	3	0	1	0	0	0	0	4	11
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70 % HB	A2	1	2	0	1	0	1	1	2	1	2	0	1	0	0	5	8
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80 % HB	A1	3	4	0	4	0	4	3	4	2	3	0	0	0	0	8	18
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80 % HB	A2	2	2	0	2	0	2	2	3	3	3	1	2	1	1	10	14
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90 % HB	A1	6	8	0	7	0	8	6	10	4	7	0	0	0	0	16	39
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90 % HB	A2	4	5	0	4	0	4	4	5	6	6	4	5	2	2	21	29

Таблица 3.2 – Затраты оросительной воды при капельном орошении рассадных огурцов, м<sup>3</sup>/га  
(по данным полевого опыта 2010-2012 гг.)

Сочетание факторов			Высадка рассады – начало цветения		Цветение – начало плодоно- шения		Плодоношение										За вегета- ционный период	
С	В	А					I декада		II декада		III декада		IV декада		V декада			
			μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ		
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70 %HB	A1	300	150	200	229	200	173	400	87	100	87	0	0	0	0	1200	541
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70 % HB	A2	450	156	180	156	180	156	360	156	450	156	0	0	0	0	1620	468
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80 % HB	A1	370	58	200	200	230	208	370	58	130	58	0	0	0	0	1300	529
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80 % HB	A2	360	0	180	180	240	208	420	104	420	104	240	104	0	0	1860	375
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90 % HB	A1	330	76	220	189	250	218	400	100	170	76	0	0	0	0	1370	586
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90 % HB	A2	420	52	180	180	210	187	420	52	480	52	330	104	0	0	2040	289
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70 %HB	A1	300	150	200	229	200	173	400	87	100	87	0	0	0	0	1200	541
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70 % HB	A2	450	156	180	156	180	156	360	156	450	156	0	0	0	0	1620	468
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80 % HB	A1	370	58	200	200	230	208	370	58	200	100	0	0	0	0	1370	586
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80 % HB	A2	360	0	180	180	240	208	420	104	480	104	300	104	0	0	1980	476
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90 % HB	A1	350	50	220	189	250	218	400	100	220	76	0	0	0	0	1430	558
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90 % HB	A2	420	52	180	180	210	187	420	52	510	52	360	90	60	52	2160	312
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70 %HB	A1	300	150	200	229	200	173	400	87	100	87	0	0	0	0	1200	541
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70 % HB	A2	450	156	180	156	180	156	360	156	450	156	180	156	0	0	1800	412
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80 % HB	A1	370	58	200	200	230	208	370	58	230	58	0	0	0	0	1400	529
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80 % HB	A2	360	0	180	180	240	208	420	104	540	0	300	104	180	0	2220	375
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90 % HB	A1	350	50	220	189	270	231	400	100	250	87	0	0	0	0	1480	605
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90 % HB	A2	420	52	180	180	210	187	420	52	540	0	390	52	180	0	2340	392

μ - среднее арифметическое показателя, σ – стандартное отклонение

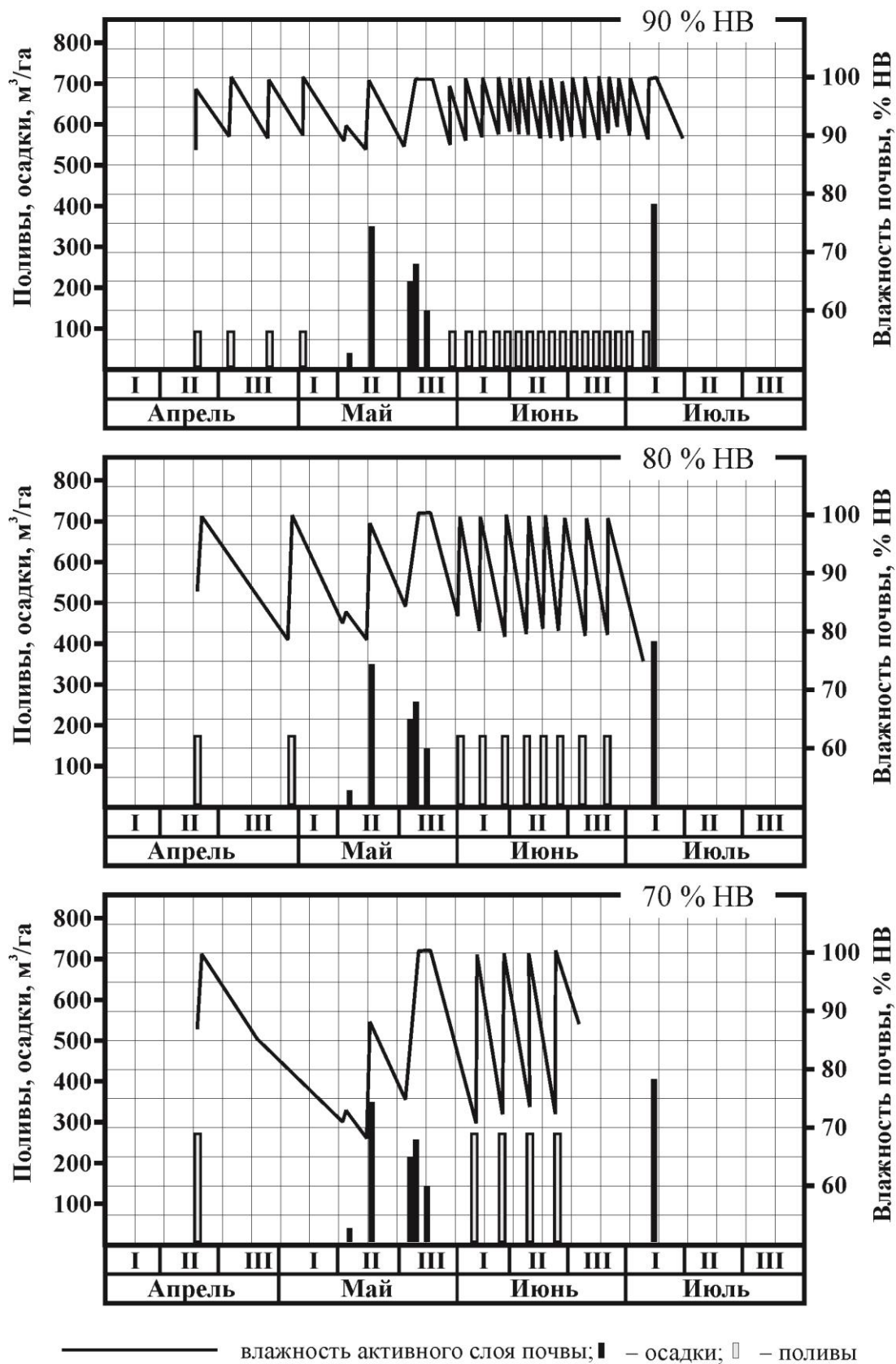


Рисунок 3.4 – Динамика влажности почвы в посевах огурца 2010 г. (на участках с тоннельными укрытиями шириной 1,0 м, при внесении  $N_{240}P_{140}K_{200}$ )



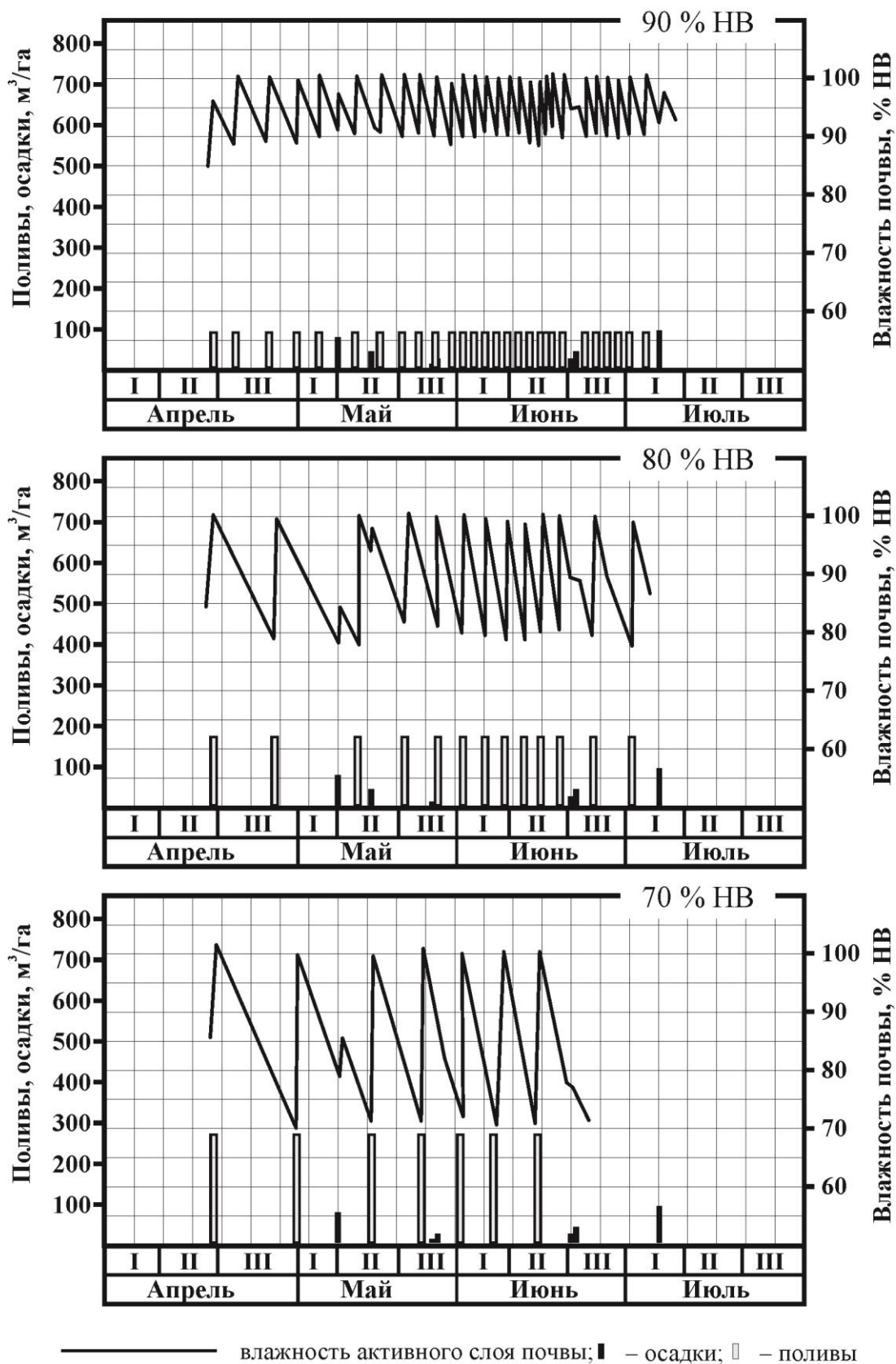


Рисунок 3.5 – Динамика влажности почвы в посевах огурца 2011 г.  
 (на участках с тоннельными укрытиями шириной 1,0 м, при внесении  $N_{240}P_{140}K_{200}$ )

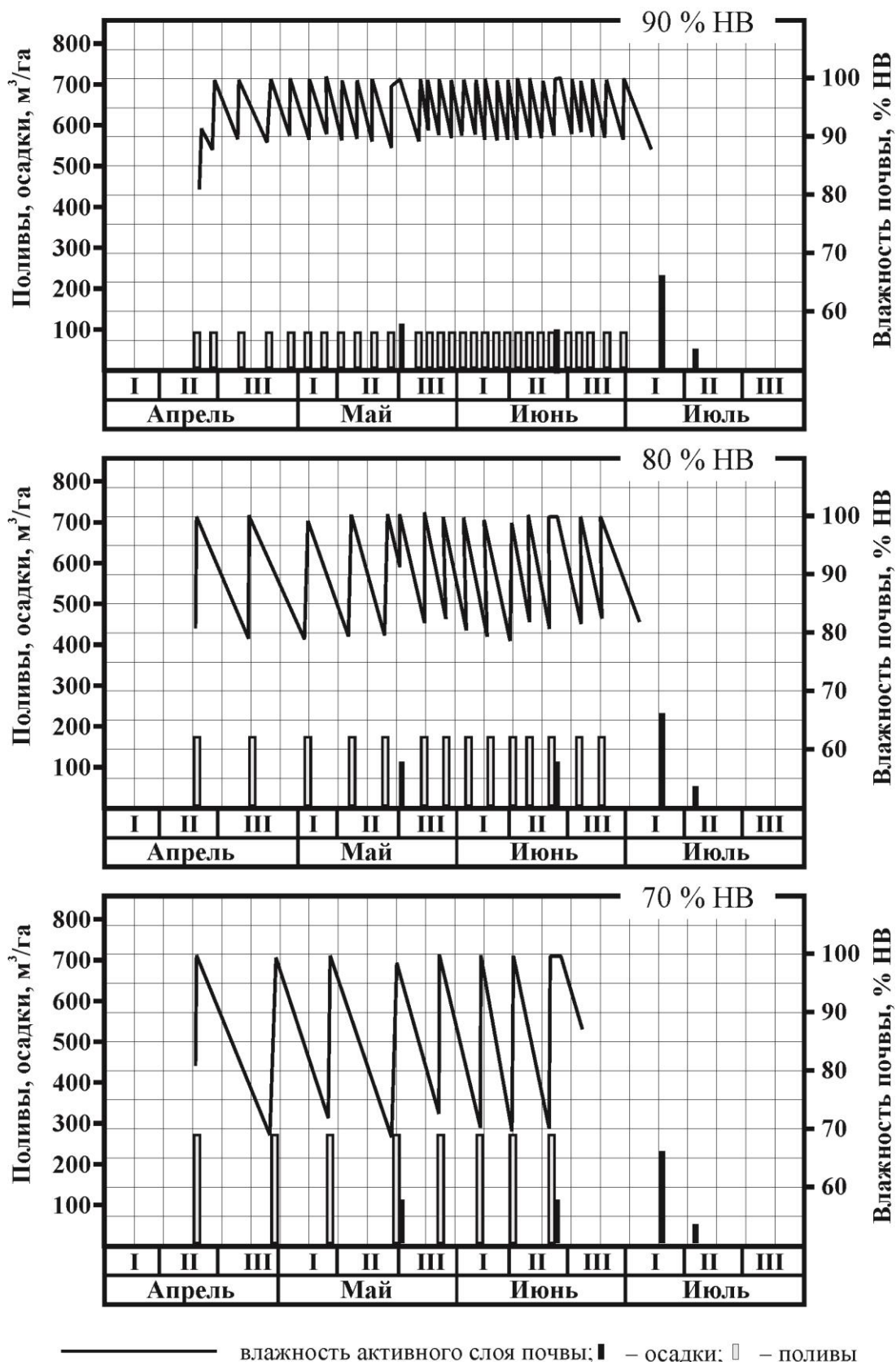


Рисунок 3.6 – Динамика влажности почвы в посевах огурца 2012 г.  
 (на участках с тоннельными укрытиями шириной 1,0 м, при внесении  $N_{240}P_{140}K_{200}$ )

Стандартное статистическое отклонение затрат оросительной воды для периода от высадки рассады до начала цветения достигает 50-150 м<sup>3</sup>/га или до 50 % от уровня самих затрат. Для своевременной подачи оросительной воды на участок в опытах за этот период проводилось 1-2 полива по 150 м<sup>3</sup>/га для поддержания предполивного уровня влажности почвы 70 % НВ, от 3 до 4 поливов по 100 м<sup>3</sup>/га – для поддержания предполивного порога 80 % НВ и 5-8 поливов по 50 м<sup>3</sup>/га – для поддержания предполивного уровня не ниже 90 % НВ.

На участках, где использовали уширенные до 1,0 м тоннельные укрытия, под которыми формировали два ряда растений огурца на двух спаренных капельных линиях, для поддержания заданных уровней предполивной влажности почвы было потрачено от 360 до 450 м<sup>3</sup>/га оросительной воды. Поливы на участках этого варианта проводились реже, но увеличенными поливными нормами, рассчитанными на увлажнение большего объема почвы. До 70 % НВ за период от высадки рассады до начала цветения растений огурца на участках этого варианта влажность почвы опускалась от 1 до 2-х раз, до 80 % НВ – 2 раза, а до 90 % НВ – до 4-5 раз.

Поддержание заданных уровней предполивной влажности почвы в фазу цветения, до начала периода плодоношения, обеспечивалось при расходовании, в среднем 180-220 м<sup>3</sup>/га оросительной воды. Чтобы обеспечить такой объем водоподдачи за период цветения (до начала плодоношения) на участках вариантов, где предполивной порог влажности почвы поддерживали на уровне 70 % НВ, проводилось не менее 1 полива нормой 270 м<sup>3</sup>/га при использовании уширенных до 1,0 м тоннельных укрытий и до 3 поливов по 150 м<sup>3</sup>/га – при использовании тоннельных укрытий шириной 0,5 м. Для поддержания влажности почвы не ниже 80 % НВ проводилось соответственно до 2 поливов по 180 м<sup>3</sup>/га и до 3-4 поливов по 100 м<sup>3</sup>/га. Наиболее часто поливы проводились для поддержания постоянного порога предполивной влажности почвы не ниже 90 % НВ: до 4 поливов по 90 м<sup>3</sup>/га в вариантах с уширенными до 1,0 м тоннельными укрытиями и до 7 поливов по 50 м<sup>3</sup>/га в вариантах с тоннельными укрытиями шириной 0,5 м.

Из приведенных в таблице 3.1 данных видно, что наиболее динамично почва в активном слое иссушалась в первые две декады плодоношения. Строгое соблюдение поливного режима в этот период наиболее важно для реализации потенциала продуктивности культуры.

Для поддержания порога предполивной влажности почвы на уровне 70 % НВ в первую декаду плодоношения потребовалось проведение не менее 1 полива нормой 270 м<sup>3</sup>/га и до 2 поливов по 150 м<sup>3</sup>/га; во вторую декаду плодоношения влажность почвы до предполивного уровня опускалась не менее 1-2 раз в вариантах с уширенными до 1,0 м тоннельными укрытиями и до 2-3 раз – на участках, где использовали тоннели шириной 0,5 м. На участках с уширенными (до 1,0 м) тоннельными укрытиями интенсивность орошения на прежнем уровне сохранилась и в третью декаду плодоношения, проводилось от 1 до 2 поливов по 270 м<sup>3</sup>/га. На участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 0,5 м, для поддержания порога предполивной влажности почвы на уровне 70 % НВ потребовалось проведение не более 1 полива нормой 150 м<sup>3</sup>/га в 2010 и в 2012 годах. Последнее связано с завершением периода плодоношения у огурцов, выращенных с использованием тоннельных укрытий с проективным покрытием 0,5 м. В последующие периоды поливы на участках этого варианта не проводились.

До предполивного уровня, 80 % НВ, за первую декаду плодоношения влажность почвы опускалась не более 2 раз на участках, где использовали уширенные до 1,0 м тоннельные укрытия; и до 4 раз – на участках, с плёночными тоннелями шириной 0,5 м. Соответственно было проведено по 2 и 4 полива нормой 270 м<sup>3</sup>/га и 150 м<sup>3</sup>/га. Во вторую декаду плодоношения для поддержания порога предполивной влажности почвы на уровне 80 % НВ было проведено 2-3 полива по 180 м<sup>3</sup>/га и до 3-4 поливов по 100 м/га. Еще 2-3 полива по 180 м<sup>3</sup>/га потребовалось провести для поддержания предполивного уровня влажности почвы 80 % НВ в вариантах, где для укрытия огурцов в весенний период использовали пленочные тоннели с шириной проективного покрытия 1,0 м. В вариантах, где для укрытия огурцов в весенний период использовали пленочные тоннели с шириной проек-

тивного покрытия 0,5 м в третью декаду плодоношения достаточно было провести 1-2 полива по 100 м<sup>3</sup>/га.

Наиболее интенсивный поливной режим потребовался для поддержания в период плодоношения предполивной влажности почвы не ниже 90 % НВ. На участках варианта, где использовали тоннельные укрытия с шириной проективного покрытия 0,5 м, для поддержания предполивного уровня влажности почвы не ниже 90 % НВ поливы проводились нормой 50 м<sup>3</sup>/га. За первую декаду плодоношения проводилось до 8 поливов по 50 м<sup>3</sup>/га, во вторую декаду – до 6-10 поливов по 50 м<sup>3</sup>/га и до 2-7 поливов – в третью декаду плодоношения.

На участках варианта, где использовали тоннельные укрытия с шириной проективного покрытия 1,0 м, для поддержания предполивного уровня влажности почвы не ниже 90 % НВ поливы проводились нормой 90 м<sup>3</sup>/га. Потребовалось проведения до 4 поливов для поддержания предполивной влажности почвы не ниже 90 % НВ в первую декаду плодоношения, от 4 до поливов – для поддержания такого предполивного уровня во вторую декаду плодоношения, и до 5-6 поливов – в третью декаду плодоношения.

В четвертую декаду плодоношения проведение вегетационных поливов требовалось только в вариантах, где в ранневесенний период для укрытия использовали уширенные до 1,0 м пленочные тоннели, а порог предполивной влажности почвы поддерживали не ниже 80 % НВ. В пятую декаду плодоношения поливали варианты с порогом предполивной влажности почвы не ниже 80 % НВ и дозой внесения минеральных удобрений не менее N<sub>170</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub>.

В целом за вегетационный период на разных вариантах опыта было проведено от 4 до 21 полива в 2010 году от 7 до 34 поливов в 2011 году и от 7 до 39 поливов в 2012 году.

Для поддержания заданных в опыте порогов предполивной влажности почвы при различных сочетаниях вариантов потребовалось израсходовать, в среднем, от 1200 до 2340 м<sup>3</sup>/га оросительной воды. Стандартное статистическое отклонение затрат оросительной воды по годам исследований достигало 289-605 м<sup>3</sup>/га. Учи-

тывая правило  $3\sigma$  допустимое максимальное отклонение от средних значений составляет  $1815 \text{ м}^3/\text{га}$ .

Параметры режима эксплуатации системы капельного орошения находятся в прямой зависимости от динамики расходования оросительной воды. Независимо от режима минерального питания или уровня предполивной влажности почвы меньше рабочего времени на полив затрачивалось в вариантах, где использовали спаренные поливные трубопроводы, на участках с уширенными до 1,0 м тоннельными укрытиями. На участках этого варианта для полива использовалось вдвое больше капельных линий. В результате, большую в сравнении с участками варианта А1 (тоннельные укрытия шириной 0,5 м) оросительную норму удалось обеспечить при сокращении времени полива на 25,7-33,9 %.

За вегетационный период наибольшее количество оросительной воды было израсходовано в период плодоношения. В 2010 году за период плодоношения было израсходовано  $450\text{-}1530 \text{ м}^3/\text{га}$  оросительной воды, в 2011 году - от 750 до  $1890 \text{ м}^3/\text{га}$  оросительной воды, а в 2012 году –  $900\text{-}1800 \text{ м}^3/\text{га}$ .

За вегетационный период наибольшее количество оросительной воды ( $1890\text{-}2610 \text{ м}^3/\text{га}$ ) потребовалось израсходовать для поддержания постоянного уровня предполивной влажности почвы 90 % НВ на участках вариантов, где удобрения вносили наибольшей в опыте дозой,  $\text{N}_{240}\text{P}_{140}\text{K}_{200}$  и использовали пленочные тоннели шириной 1,0 м. Общая продолжительность работы системы капельного орошения для поддержания заданного режима водообеспечения составила, в среднем, 30,8 часов со стандартным статистическим отклонением по годам исследований  $\pm 5,2$  часа (таблица 3.3).

При внесении минеральных удобрений меньшей дозой,  $\text{N}_{100}\text{P}_{60}\text{K}_0$ , в прочих равных условиях, затраты оросительной воды снижались до  $1710\text{-}2250 \text{ м}^3/\text{га}$ , а общая продолжительность работы системы капельного орошения – до 26,8 часа со стандартным отклонением  $\pm 3,8$  часа. При использовании тоннельных укрытий шириной 0,5 м, наибольшие затраты оросительной воды за вегетационный период, не превышали  $800\text{-}1950 \text{ м}^3/\text{га}$ , однако общая продолжительность работы системы капельного орошения достигала 24,9-34,3 часов.

Таблица 3.3 – Продолжительность работы системы капельного орошения при поливе рассадных огурцов, час.  
(по данным полевого опыта 2010-2012 гг.)

Сочетание факторов			Высадка рассады – начало цветения		Цветение – начало плодоно- шения		Плодоношение										За вегета- ционный период	
С	В	А					I декада		II декада		III декада		IV декада		V декада			
			$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$		
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70 %HB	A1	7,89	3,95	5,26	6,03	5,26	4,56	10,5	2,28	2,63	2,28	0	0	0	0	31,6	14,2
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70 % HB	A2	5,92	2,06	2,37	2,05	2,37	2,05	4,74	2,06	5,92	2,06	0	0	0	0	21,3	6,2
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80 % HB	A1	9,65	1,52	5,26	5,27	6,14	5,48	9,65	1,52	3,51	1,52	0	0	0	0	34,2	13,9
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80 % HB	A2	4,74	0	2,37	2,37	3,16	2,74	5,53	1,37	5,53	1,37	3,16	1,37	0	0	24,5	4,9
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90 % HB	A1	8,77	2,01	5,7	4,98	6,58	5,74	10,5	2,64	4,39	2,01	0	0	0	0	36,0	15,4
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90 % HB	A2	5,53	0,68	2,37	2,37	2,76	2,47	5,53	0,68	6,32	0,69	4,34	1,37	0	0	26,8	3,8
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70 %HB	A1	7,89	3,95	5,26	6,03	5,26	4,56	10,5	2,28	2,63	2,28	0	0	0	0	31,6	14,2
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70 % HB	A2	5,92	2,06	2,37	2,05	2,37	2,05	4,74	2,06	5,92	2,06	0	0	0	0	21,3	6,2
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80 % HB	A1	9,65	1,52	5,26	5,27	6,14	5,48	9,65	1,52	5,26	2,63	0	0	0	0	36,0	15,4
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80 % HB	A2	4,74	0	2,37	2,37	3,16	2,74	5,53	1,37	6,32	1,37	3,95	1,37	0	0	26,1	6,3
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90 % HB	A1	9,21	1,32	5,7	4,98	6,58	5,74	10,5	2,64	5,7	2,01	0	0	0	0	37,7	14,7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90 % HB	A2	5,53	0,68	2,37	2,37	2,76	2,47	5,53	0,68	6,71	0,69	4,74	1,19	0,79	0,68	28,4	4,1
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70 %HB	A1	7,89	3,95	5,26	6,03	5,26	4,56	10,5	2,28	2,63	2,28	0	0	0	0	31,6	14,2
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70 % HB	A2	5,92	2,06	2,37	2,05	2,37	2,05	4,74	2,06	5,92	2,06	2,37	2,05	0	0	23,7	5,4
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80 % HB	A1	9,65	1,52	5,26	5,27	6,14	5,48	9,65	1,52	6,14	1,52	0	0	0	0	36,8	13,9
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80 % HB	A2	4,74	0	2,37	2,37	3,16	2,74	5,53	1,37	7,11	0	3,95	1,37	2,37	0	29,2	4,9
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90 % HB	A1	9,21	1,32	5,7	4,98	7,02	6,08	10,5	2,64	6,58	2,28	0	0	0	0	39,0	15,9
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90 % HB	A2	5,53	0,68	2,37	2,37	2,76	2,47	5,53	0,68	7,11	0	5,13	0,68	2,37	0	30,8	5,2

$\mu$  - среднее арифметическое показателя,  $\sigma$  – стандартное отклонение

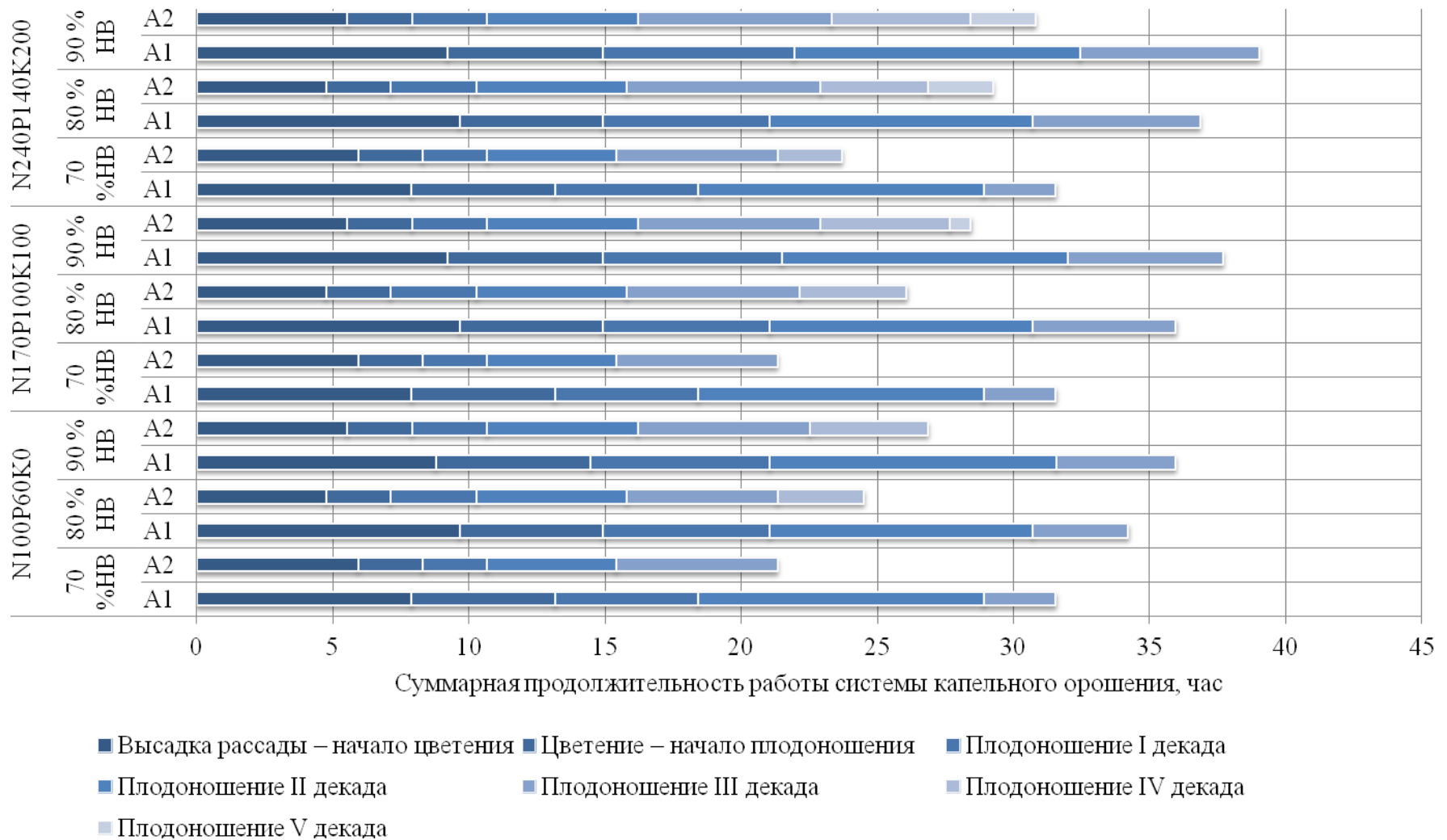


Рисунок 3.7 Режим эксплуатации системы капельного орошения по вариантам опыта



Таким образом, своевременное водообеспечение рассадных огурцов в засушливых условиях Нижневолжского региона связано с необходимостью активного регулирования водного режима почвы путем проведения регулярных поливов. Интенсивность орошения возрастает до 2 декады плодоношения и в этот период допустимо проведение ежедневных вегетационных поливов. Переход на уширенные (до 1,0 м) сопровождается увеличением потребности огуречного поля в оросительной воде, как за счет увеличения продолжительности периода плодоношения, так и за счет усиления интенсивности расходования водных ресурсов. Вариация затрат оросительной воды по годам исследований достигает 14,1-45,1 %, что объясняется изменением естественной влагообеспеченности вегетационного периода.

### **3.3 Основные статьи баланса почвенной влаги при капельном орошении рассадных огурцов**

Закономерности изменения содержания воды в почве наиболее полно описываются уравнением водного баланса. Исследования с рассадными огурцами проводились в зоне сухих степей светло-каштановых почвы Нижнего Поволжья на опытном участке с залеганием грунтовых вод на глубине 8-12 м (сезонная динамика). Рельеф опытного участка равнинный, типичен для региона. В этих условиях наиболее значимыми компонентами водобалансового уравнения являются:

- эвапотранспирация (суммарное водопотребление) – суммарное испарение влаги растениями и с поверхности поля. Это главная расходная составляющая уравнения баланса почвенной влаги;

- запасы почвенной влаги, накопленные за осенне-зимний и весенний периоды. Учитывая слабое развитие корневой системы огурца, во внимание следует принимать запасы влаги, преимущественно, пахотного слоя почвы;

- атмосферные осадки. В известных методиках [59] рекомендуется принимать во внимание только те атмосферные осадки, которые достигают поверхности почвы (то есть, непосредственно учувствуют в изменении запасов почвенной влаги). Следует учитывать, что та часть атмосферных осадков, которая не достигает по-

верхности почвы, а задерживается на листовом аппарате растений, также участвует в процессе эвапотранспирации. Это означает необходимость учета всего объема атмосферных осадков;

– оросительная норма. Это самая значимая для практики орошаемого земледелия составляющая водного баланса. Ее величина определяет затраты на производство продукции.

Опыты показали, что доля оросительной воды в приходной части водобалансового уравнения для рассадных огурцов составляет, в среднем, 68,6-77,8 % (таблица 3.4, рисунок 3.8). Обеспеченность внешних факторов, регулирование которых в опыте проводилось по утвержденной программе, изменяло долю участия оросительной воды в формировании баланса почвенной влаги не более, чем на 6,7 %. Установлено, что эти изменения объясняются влиянием, преимущественно, одного фактора, - условий водообеспечения. На участках, где в течение вегетационного периода допускалось снижения влажности почвы перед поливом до 70 % НВ, доля участия оросительной воды в формировании баланса почвенной влаги не превышала 68,6-73,3 %. При поддержании допустимого уровня снижения влажности почвы перед поливом не ниже 80 % НВ участие оросительной воды в формировании баланса почвенной влаги достигает уже 71,8-77,8 %. В равных условиях, больше оросительной воды на регулирование баланса почвенной влаги затрачивалось в вариантах, где в ранневесенний период для укрытия огурцов использовали уширенные до 1,0 м пленочные тоннели.

Доля атмосферных осадков в приходной части уравнения водного баланса характеризуется 19,6-27,7 %. Здесь наблюдается обратная закономерность: там, где доля участия оросительной воды возрастает, доля участия атмосферных осадков в регулировании баланса почвенной влаги, снижается. Однако, наибольшая вариация доли участия атмосферных осадков в формировании баланса почвенной влаги наблюдалась по годам проведения исследований. Например, в 2011 и 2012 гг., за счет атмосферных осадков дефицит водопотребления рассадных огурцов восполнялся на 7,0-10,9 %. В 2010 году только за 1 месяц – май поступило свыше 100 мм осадков. Доля участия атмосферных осадков в формировании баланса

Таблица 3.4 – Основные статьи баланса почвенной влаги при выращивании рассадных огурцов  
(среднее за 2010-2012 гг.)

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Структура приходной части водного баланса					
				Оросительная норма		Атмосферные осадки		Почвенная влага	
				м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	1703	1200	70,5	471	27,7	33	1,9
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	2297	1620	70,5	522	22,7	155	6,7
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	1810	1300	71,8	474	26,2	36	2,0
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	2523	1860	73,7	549	21,8	114	4,5
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	1887	1367	72,4	485	25,7	35	1,9
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	2700	2040	75,6	551	20,4	109	4,0
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	1727	1200	69,5	471	27,3	56	3,2
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	2363	1620	68,6	522	22,1	222	9,4
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	1907	1367	71,7	484	25,4	56	2,9
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	2653	1980	74,6	549	20,7	124	4,7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	2040	1433	70,3	485	23,8	122	6,0
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	2870	2160	75,3	562	19,6	148	5,2
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	1740	1200	69,0	471	27,1	69	4,0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	2457	1800	73,3	543	22,1	114	4,6
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	1970	1400	71,1	484	24,6	86	4,4
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	2853	2220	77,8	562	19,7	71	2,5
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	2093	1483	70,9	485	23,2	125	6,0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	3090	2340	75,7	699	22,6	51	1,7

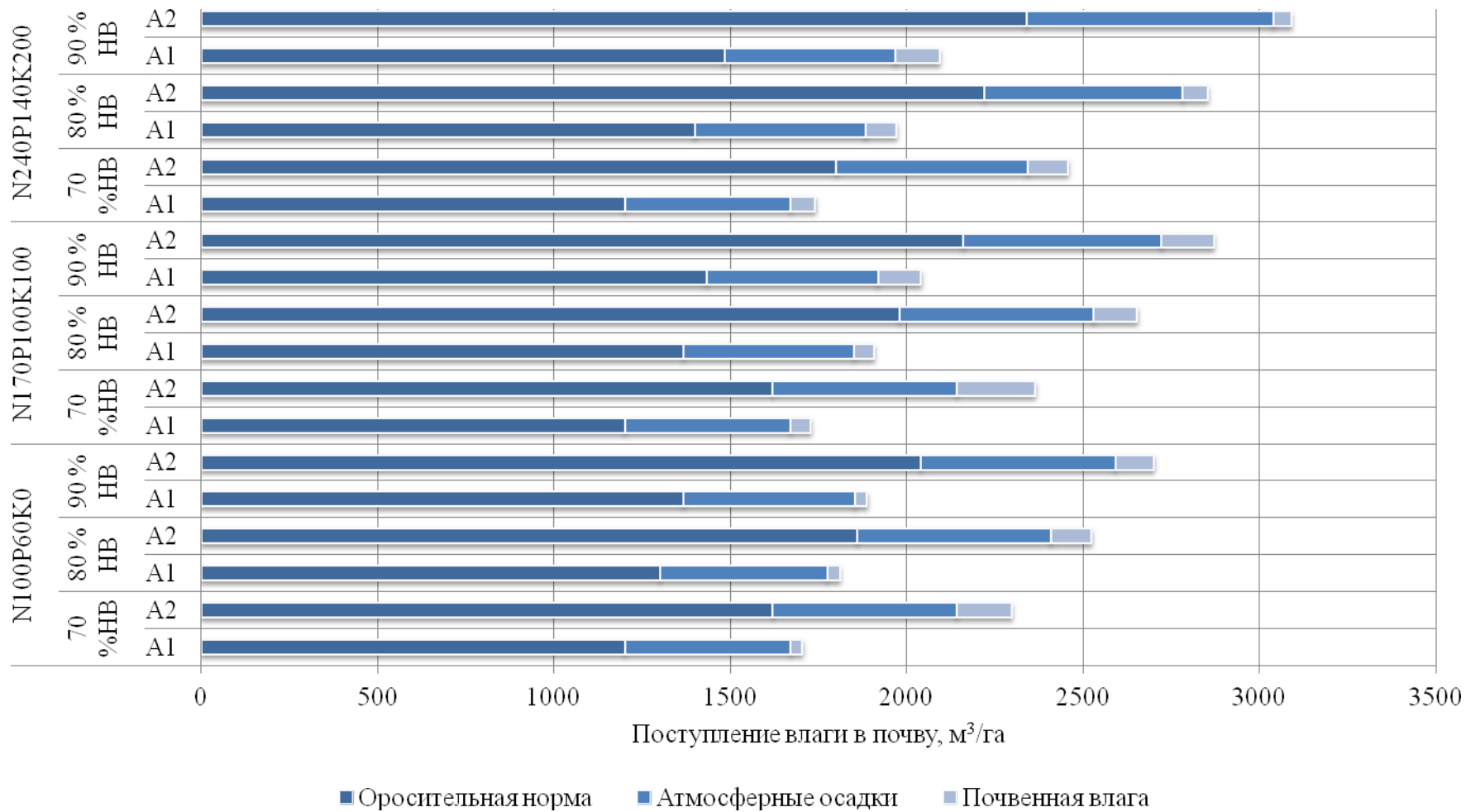


Рисунок 3.8 – Главные статьи баланса почвенной влаги по вариантам опыта

почвенной влаги в 2010 году составила 38,4-67,2 %. Однако это, скорее, является исключением из правил и нехарактерно для климата региона.

Оросительная вода и влага атмосферных осадков обеспечивают постоянную подпитку расходуемых из почвы резервов влаги. Собственно, непосредственно запасы почвенной влаги, накопленные за осенне-зимний и весенний периоды, имеют для огурца значение самое непродолжительное время. Доля участия почвенной влаги в покрытии дефицита водопотребления рассадных огурцов не превышает 1,7-9,4 %.

Суммарное водопотребление огурцов существенно изменялось как по годам исследований, так и по вариантам опытов (таблица 3.5). Общий диапазон варьирования суммарного водопотребления рассадных огурцов составил 1630-3230 м<sup>3</sup>/га. Средние за годы исследований значения суммарного водопотребления рассадных огурцов составляли 1703-3090 м<sup>3</sup>/га.

Исследования показали, что при повышении предполивного уровня влажности почвы в пределах 70-90 % НВ суммарное водопотребление рассадных огурцов возрастает на 6,3-25,8 %. Имеет место быть взаимодействие факторов водного и минерального питания, оказывающих совокупное влияние на водопотребление рассадных огурцов. Например, при внесении минеральных удобрений дозой N<sub>100</sub>P<sub>60</sub>K<sub>0</sub> повышение порога предполивной влажности почвы с 70 до 80 % НВ приводило к росту суммарного водопотребления огурцов на 6,3-9,8 %, а при увеличении предполивного уровня до 90 % НВ - на 10,8-17,5 %. При внесении минеральных удобрений дозой N<sub>170</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub> повышение порога предполивной влажности почвы с 70 до 90 % НВ увеличивало суммарное водопотребление рассадных огурцов с 1727-2363 м<sup>3</sup>/га до 1907-2653 м<sup>3</sup>/га или на 18,1-21,5 %. Однако в наибольшей степени с повышением порога предполивной влажности почвы в пределах 70-90 % НВ суммарное водопотребление увеличивалось при внесении минеральных удобрений дозой N<sub>240</sub>P<sub>140</sub>K<sub>200</sub>, - на 20,3-25,8 %.

Изменение геометрических параметров временных пленочных укрытий при увеличении ширины проективного покрытия тоннеля с 0,5 до 1,0 м, приводило к увеличению суммарного водопотребления рассадных огурцов на 594-997 м<sup>3</sup>/га

Таблица 3.5 - Динамика суммарного водопотребления огурцов по вариантам опыта

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Суммарное водопотребление, Е, м <sup>3</sup> /га				Δ Е по фактору В		Δ Е по фактору А	
			2010 г	2011 г	2012 г	Средняя	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	1630	1640	1840	1703	-	-	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	2260	2180	2450	2297	-	-	594	34,9
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	1730	1740	1960	1810	107	6,3	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	2530	2380	2660	2523	226	9,8	713	39,4
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	1780	1810	2070	1887	184	10,8	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	2750	2520	2830	2700	403	17,5	813	43,1
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	1670	1650	1860	1727	-	-	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	2310	2250	2530	2363	-	-	636	36,8
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	1790	1840	2090	1907	180	10,4	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	2660	2500	2800	2653	290	12,3	746	39,1
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	2030	1910	2180	2040	313	18,1	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	2920	2700	2990	2870	507	21,5	830	40,7
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	1700	1650	1870	1740	-	-	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	2410	2340	2620	2457	-	-	717	41,2
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	1940	1850	2120	1970	230	13,2	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	2930	2600	3030	2853	396	16,1	883	44,8
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	2060	1960	2260	2093	353	20,3	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	3230	2870	3170	3090	633	25,8	997	47,6

или на 34,9-47,6 %. Частично повышение суммарного водопотребления в вариантах с уширенными тоннельными укрытиями происходило за счет увеличения продолжительности вегетационного периода, а частично – за счет увеличения интенсивности процесса (таблица 3.6).

Исследованиями установлено, что интенсивность суммарного водопотребления огурцов в вариантах с применением уширенных тоннельных укрытий больше, чем при использовании тоннелей шириной 0,5 м, с самого начала вегетационного периода. Уже в период после высадки рассады до начала цветения, огурцы в среднем потребляли 18,4-18,6 м<sup>3</sup>/га в сутки воды в вариантах, где использовали тоннельные укрытия шириной 0,5 м и до 22,8-23,0 м<sup>3</sup>/га – на участках, где применяли уширенные до 1,0 м пленочные тоннели. Суммарное водопотребление за этот период составило 387-443 м<sup>3</sup>/га (таблица 3.7).

За меньший по продолжительности период от начала цветения до начала плодоношения огурцами расходовалось 383-453 м<sup>3</sup>/га воды. Это объясняется увеличением интенсивности водопотребления рассадных огурцов, которое достигало 31,1-31,5 м<sup>3</sup>/га в сут. на участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 0,5 м и 32,7-33,8 м<sup>3</sup>/га в сут. – в вариантах, где для укрытия в ранневесенний период использовали уширенные до 1,0 м тоннели.

В первую декаду плодоношения среднесуточное водопотребление огурцов увеличивалось, в среднем, до 36,0-38,7 м<sup>3</sup>/га в сутки на участках, где для укрытия в ранневесенний период использовали тоннели шириной 0,5 м и до 37,7-40,0 м<sup>3</sup>/га в сутки – в вариантах, где растения укрывали пленочными сооружениями с шириной проективного покрытия 1,0 м.

Наиболее интенсивно за вегетационный период вода рассадными огурцами на участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 0,5 м, расходовалась во вторую декаду плодоношения. Среднесуточное водопотребление огурцов в этот период, в среднем, составляло 45,3-50,0 м<sup>3</sup>/га.

На участках, где для укрытия огурцов в ранневесенний период использовали пленочные тоннели с шириной проективного покрытия 1,0 м, максимум кривой водопотребления наблюдался в третью декаду плодоношения.

Таблица 3.6 Среднесуточные значения водопотребления рассадных огурцов в основные периоды роста и развития, м<sup>3</sup>/га в сут. (среднее за 2010-2012 гг.)

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период роста и развития							
			Высадка рассады - начало цветения	Цветение – начало плодоношения	1-я декада плодоношения	2-я декада плодоношения	3-я декада плодоношения	4-я декада плодоношения	Последние сборы	За вегетацию
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	18,4	31,5	36,0	45,3	39,4	–	–	30,2
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	22,9	33,8	39,3	45,0	52,7	38,1	–	36,5
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	18,4	31,5	37,0	46,3	41,2	–	–	31,0
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	22,9	33,8	38,7	47,0	54,3	38,2	–	36,9
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	18,7	32,7	37,3	47,7	38,7	–	–	31,4
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	22,8	33,4	37,7	48,7	56,0	42,7	–	37,7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	18,4	31,5	36,3	46,3	38,3	–	–	30,5
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	22,9	33,8	39,7	45,0	53,7	41,7	–	36,9
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	18,4	31,5	37,0	47,3	40,0	–	–	31,4
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	22,9	33,8	38,7	47,0	56,7	41,4	–	37,7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	18,6	31,5	37,7	49,7	45,0	–	–	32,4
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	22,8	33,5	37,7	48,3	58,3	46,7	35,6	38,4
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	18,4	31,5	36,3	46,3	38,9	–	–	30,5
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	22,9	33,8	40,0	47,0	54,7	38,7	–	37,2
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	18,6	31,1	38,7	48,3	45,6	–	–	32,3
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	22,9	34,0	38,7	49,3	57,3	42,7	23,3	37,9
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	18,6	31,2	38,7	50,0	45,9	–	–	32,7
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	23,0	33,3	39,3	49,7	58,0	47,7	37,3	38,8



Таблица 3.7 - Суммарное водопотребление огурцов при выращивании из рассады, м<sup>3</sup>/га (среднее за 2010-2012 гг.)

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Высадка рассады - начало цветения		Цветение – начало плодоношения		Плодоношение		Вегетационный период	
			Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Коэффициент вариации, %	Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Коэффициент вариации, %	Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Коэффициент вариации, %	Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га	Коэффициент вариации, %
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	387	5,9	410	16,1	907	6,6	1703	6,9
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	427	1,4	383	18,8	1487	6,1	2297	6,1
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	387	5,9	410	16,1	1013	7,0	1810	7,2
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	427	1,4	417	18,2	1680	4,3	2523	5,5
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	400	9,0	437	13,0	1050	7,4	1887	8,4
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	440	3,9	423	21,3	1837	4,4	2700	6,0
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	387	5,9	410	16,1	930	5,7	1727	6,7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	427	1,4	383	18,8	1553	6,7	2363	6,2
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	387	5,9	410	16,1	1110	9,5	1907	8,4
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	427	1,4	417	18,2	1810	4,5	2653	5,7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	410	4,9	440	12,7	1190	6,1	2040	6,6
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	433	3,5	447	17,0	1990	4,5	2870	5,3
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	387	5,9	410	16,1	943	5,2	1740	6,6
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	427	1,4	407	17,4	1623	5,2	2457	5,9
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	397	1,5	413	16,2	1160	6,7	1970	7,0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	427	1,4	453	18,3	1973	7,3	2853	7,9
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	417	2,9	437	13,0	1240	6,9	2093	7,3
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	443	2,7	453	17,9	2193	5,3	3090	6,2

Среднесуточное водопотребление рассадных огурцов на участках этого варианта достигало 52,7-58,0 м<sup>3</sup>/га в сут. В последующие периоды роста и развития водопотребление огурцов постепенно снижалось.

Исследования показали, что существует сильная зависимость среднесуточного водопотребления рассадных огурцов от динамики роста и развития листового аппарата. Корреляционная связь характеризуется коэффициентом детерминации, равным 0,73 (рисунок 3.9).

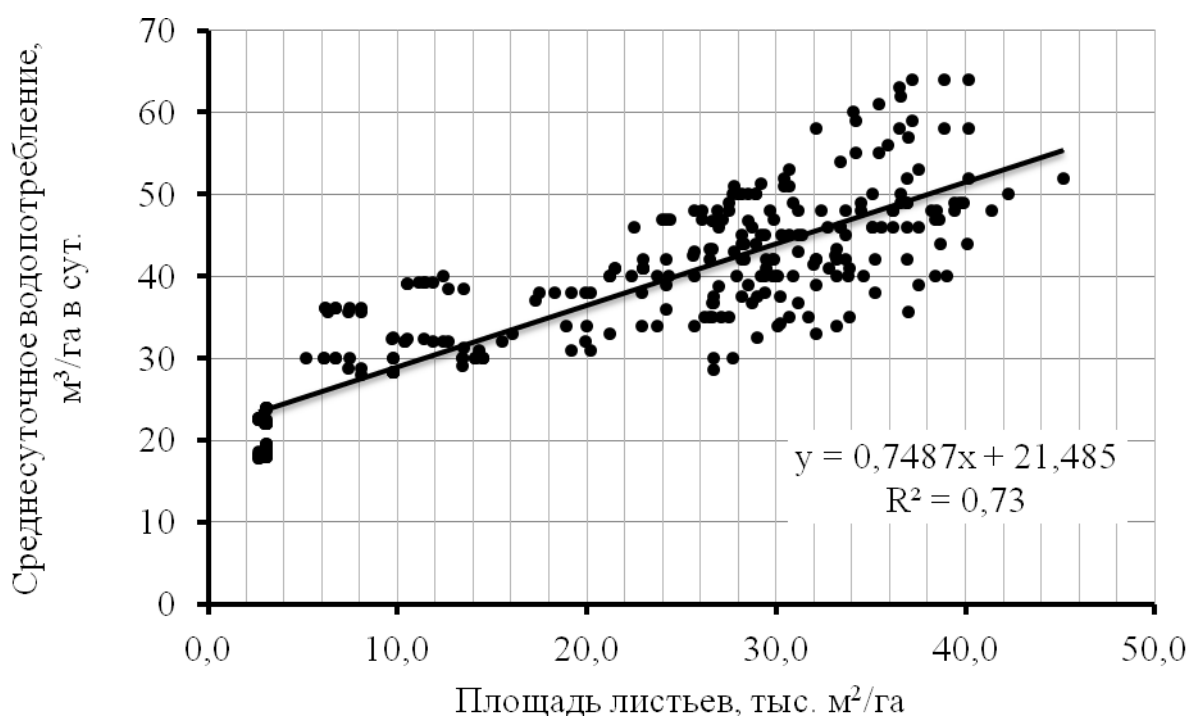


Рисунок 3.9 - График взаимосвязи среднесуточного водопотребления и развития ассимиляционного аппарата огурцов при капельном орошении

В целом за период плодоношения суммарное водопотребление рассадных огурцов изменялось от 907 м<sup>3</sup>/га на участках, где допускалось снижение предполивной влажности почвы до 70 % НВ, в ранневесенний период для укрытия использовали тоннели шириной 0,5 м и удобрения вносили дозой N<sub>100</sub>P<sub>60</sub>K<sub>0</sub> до 2193 м<sup>3</sup>/га – на участках, где использовали уширенные до 1,0 м тоннельные укрытия, а поливы проводили для поддержания предполивного уровня влажности почвы 90 % НВ при внесении минеральных удобрений дозой N<sub>240</sub>P<sub>140</sub>K<sub>200</sub>.

В среднем за вегетационный период вода рассадными огурцами потреблялась с интенсивностью 30,2-38,8 м<sup>3</sup>/га в сут. (таблица 3.8).

Таблица 3.8 - Динамика среднесуточного водопотребления огурцов по вариантам опыта

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Среднесуточное водопотребление, $\mathcal{E}$ , м <sup>3</sup> /га в сут.				$\Delta \mathcal{E}$ по фактору В		$\Delta \mathcal{E}$ по фактору А	
			2010 г	2011 г	2012 г	Средняя	м <sup>3</sup> /га в сут.	%	м <sup>3</sup> /га в сут.	%
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	29,1	29,3	32,3	30,2	-	-	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	35,3	35,2	38,9	36,5	-	-	6,3	20,9
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	29,8	30,0	33,2	31,0	0,8	2,6	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	36,1	35,5	39,1	36,9	0,4	1,1	5,9	19,0
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	29,2	31,2	33,9	31,4	1,2	4,0	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	37,2	36,0	39,9	37,7	1,2	3,3	6,3	20,1
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	29,3	29,5	32,6	30,5	-	-	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	35,5	35,7	39,5	36,9	-	-	6,4	21,0
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	29,3	30,7	34,3	31,4	0,9	3,0	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	36,9	36,2	40,0	37,7	0,8	2,2	6,3	20,1
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	31,7	30,8	34,6	32,4	1,9	6,2	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	37,9	37,0	40,4	38,4	1,5	4,1	6,0	18,5
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	29,3	29,5	32,8	30,5	-	-	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	36,0	36,0	39,7	37,2	-	-	6,7	22,0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	31,3	30,8	34,8	32,3	1,8	5,9	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	37,6	35,6	40,4	37,9	0,7	1,9	5,6	17,3
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	31,7	31,1	35,3	32,7	2,2	7,2	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	38,5	37,3	40,6	38,8	1,6	4,3	6,1	18,7

С наименьшей интенсивностью,  $30,2 \text{ м}^3/\text{га}$  в сут., вода рассадными огурцами расходовалась на участках, где допускалось снижение предполивной влажности почвы до 70 % НВ, тоннели для укрытия использовали с шириной проективного покрытия 0,5 м, а удобрения вносили дозой  $\text{N}_{100}\text{P}_{60}\text{K}_0$ . Но уже при таком уровне минерального питания повышение порога предполивной влажности почвы до 90 % НВ увеличивало интенсивность расхода влаги рассадными огурцами на 3,3-4,0 %. На участках, где минеральные удобрения вносили дозой  $\text{N}_{240}\text{P}_{140}\text{K}_{200}$ , повышение предполивного уровня влажности почвы с 70 до 90 % НВ увеличивало интенсивность водопотребления рассадных огурцов на 4,3-7,2 %.

Исследования показали, что переход на уширенные тоннельные укрытия сопровождается существенным ростом интенсивности водопотребления. Значения среднесуточного водопотребления рассадных огурцов при этом возрастали на 17,3-22,0 %. В натуральном выражении это свидетельствует об увеличении водопотребления на  $5,6\text{-}6,4 \text{ м}^3/\text{га}$  в сутки.

Таким образом, оросительная вода является главным средством регулирования баланса почвенной влаги при возделывании рассадных огурцов в Нижневолжском регионе. Использование уширенных пленочных тоннелей для укрытия огурцов в ранневесенний период на 17,3-22,0 % увеличивает интенсивность водопотребления; на 34,9-47,6 % возрастает суммарное водопотребление рассадных огурцов. При этом повышение порога предполивной влажности почвы с 70 до 90 % НВ на хорошо удобренных вариантах увеличивает суммарное водопотребление рассадных огурцов еще на 25,8 %. В совокупности прирост суммарного водопотребления рассадных огурцов достигает  $1387 \text{ м}^3/\text{га}$  или 81,4 %.

#### **3.4 Региональные параметры биоклиматической модели испарения влаги для рассадных огурцов при выращивании с использованием тоннельных укрытий**

Исследованиями доказано, что главными составляющими баланса почвенной влаги в почвенно-климатических условиях Нижневолжского региона являются оросительная вода, атмосферные осадки, запасы почвенной влаги в приходной ча-

сти и суммарное водопотребление - в расходной части баланса. Отсюда затраты оросительной воды определяются как функция суммарного водопотребления, объема и режима поступления атмосферных осадков и эффективности использования накопленных запасов почвенной влаги. В этом случае справедливо следующее выражение:

$$Q = f(E, R, \Delta W), \quad (3.1)$$

где  $Q$  - оросительная норма, м<sup>3</sup>/га,  $E$  – суммарное водопотребление рассадных огурцов,  $R$  – функция поступления атмосферных осадков,  $\Delta W$  - оценка эффективности использования накопленных запасов почвенной влаги, м/га.

Расчет частных корреляций между компонентами представленного выражения показал, что в наиболее тесно затраты оросительной воды, необходимой для поддержания заданных порогов предполивной влажности почвы, связаны с уровнем суммарного водопотребления рассадных огурцов ( $r = 0,71$ ) и режимом поступления атмосферных осадков ( $r = -0,62$ ), а в наименьшей степени - с использованными запасами почвенной влаги ( $r = 0,52$ ). Атмосферные осадки являются климатическим параметром - характеристикой региона, тогда как величина суммарного водопотребления зависит от многих факторов, таких как метеорологические условия, особенности и состояние биологической системы (агроценоза), агротехнические факторы.

Таким образом, суммарное водопотребление является главной составляющей баланса почвенной влаги, которая определяет потребность в оросительной воде для регулирования водного режима почвы в заданных пределах. Суммарное водопотребление более детерминированный показатель, чем, например, режим поступления атмосферных осадков. Однако, множество факторов, оказывающих влияние на величину и динамику суммарного водопотребления, делает его точный прогноз крайне затруднительным.

В настоящее время разработан целый ряд множество моделей формирования суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур [13, 49, 71].

Широкую известность получили методы прогнозирования суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур путем совместного решения водобалан-

совых и теплобалансовых уравнений [49]. Также указывается и на серьезные недостатки, присущие этим методам:

– пожалуй наиболее существенным недостатком предложенных моделей прогнозирования суммарного водопотребления на основе совместного решения теплобалансовых и водобалансовых уравнений является недоучет биологических особенностей культуры. Совершенно игнорируется изменение площади проективного покрытия растительности, видовые особенности транспирации и пр.;

– при составлении теплового баланса не учитываются затраты энергии на турбулентный массоперенос;

– не учитывается влияние микроклимата.

Кроме того, при решении задач прогнозирования суммарного водопотребления такими методами, как правило, исходят из допущения прямой пропорции между суммарным водопотреблением и запасах влаги в почве. Между тем, такое допущение не имеет достаточного физического обоснования, поскольку не учитывает переходов форм почвенной влаги в процессе иссушения.

В разные годы многочисленными исследованиями были получены данные, подтверждающие, что при поддержании оптимальной влажности почвы в активном слое почвы, суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур зависит, главным образом от температурного режима и дефицита влажности воздуха, характеризующих энергетические ресурсы атмосферы [6, 7]. Исходя из этого было предложено прогнозировать суммарное водопотребление, опираясь на региональные метеорологические характеристики климата.

Биоклиматическая модель определения суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур в модификации Н.В. Данильченко [49] нашел признание в самых различных регионах России. Достоинством метода является применение как биологической, так и микроклиматической корректировок потенциальной испаряемости при определении суммарного водопотребления. Сущность метода определяется следующим выражением:

$$E = E_p \cdot k_b \cdot k_m, \quad (3.2)$$

где  $E$  – суммарное водопотребление;  $E_p$  – испаряемость;  $k_b$  – коэффициент, учитывающий биологические особенности культуры;  $k_m$  – коэффициент, учитывающий влияние микроклимата на физический процесс испарения.

Все расчеты опираются на уровень испаряемости ( $E_p$ ). Вместе с тем, испаряемость достаточно точно можно определить только экспериментально, но это обеспечивает лишь ретроспективное определение суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур. Расчет потенциальной испаряемости по метеорологическим показателям позволяет использовать метод для прогнозирования суммарного водопотребления. Следует признать, что для расчета потенциальной испаряемости используются эмпирические зависимости, которые увеличивают ошибки при использовании биоклиматического метода.

Еще ранее были предложены однопараметрические биоклиматические модели прогнозирования суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур [6, 7, 96]. Было предложено прогнозировать суммарное водопотребление по сумме дефицитов влажности воздуха, по сумме температур воздуха, надежность прогноза которых в краткосрочном периоде в настоящее время достаточно высока. Несмотря на неизбежные погрешности, возникающие при использовании однопараметрических уравнений, данный метод объективно получил широкое распространение. Для южных регионов России предпочтительно использовать температурные коэффициенты испарения влаги из следующих соображений:

- имеется сильная корреляционная связь между температурой и суммой дефицитов влажности воздуха;
- достаточно надежный прогноз температуры воздуха в краткосрочном периоде;
- стабильность значений температурных коэффициентов для региона в годы с различными метеорологическими условиями;
- накоплен значительный банк данных по параметрам биоклиматической модели прогнозирования суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур.

В настоящее время биологические коэффициенты температурной однопараметрической биоклиматической модели прогнозирования суммарного водопотребления определены в регионе для посевов огурца в открытом грунте. Исследования показали, что при выращивании огурцов из рассады существенно изменяется динамика роста и формирования проективного покрытия растительности на почву. Кроме того, использование пленочных укрытий в весенний период, связано с существенным изменением условий формирования суммарного водопотребления. Учитывая вышеизложенное, а также принимая во внимание, что развитие огурца проходит во внесезонный период, было принято решение уточнить параметры биоклиматической модели прогноза суммарного водопотребления рассадных огурцов при выращивании с использованием тоннельных укрытий.

В таблицах 3.9-3.10 приведены средние значения биоклиматических коэффициентов для рассадного огурца при выращивании с использованием временных тоннельных укрытий. Из приведенных данных видно, что вариация значений биоклиматических коэффициентов по годам исследований крайне низка, коэффициент вариации не превышает 0,6-2,9 %. Это подтверждает полученные из литературных источников сведения о стабильности значений температурных коэффициентов для Нижневолжского региона. В среднем, за вегетационный период, рассадные огурцы потребляли от 0,151- до 0,175 мм воды на каждый накопленный  $^{\circ}\text{C}$  среднесуточных температур воздуха. Обращает внимание существенное изменение значений биоклиматических коэффициентов в зависимости от условий, регулируемых в соответствии с программой исследований. В наибольшей степени значения биоклиматических коэффициентов расхода влаги для рассадных огурцов изменялись при изменении конструкции тоннельных пленочных укрытий. При использовании тоннельных укрытий шириной 0,5 м значения температурных коэффициентов не превышали, в среднем, 0,151-0,158 мм/ $^{\circ}\text{C}$ . При укрытии рассадных огурцов в ранневесенний период в пленочных тоннелях с шириной проективного покрытия 1,0 м значения температурных коэффициентов возрастали до 0,170-0,175 мм/ $^{\circ}\text{C}$ . Прибавка составила 0,015-0,020 мм/ $^{\circ}\text{C}$  или 9,6-13,2 %.



Таблица 3.9 – Значения биоклиматических коэффициентов рассадного огурца в основные периоды роста и развития, мм/°С (среднее за 2010-2012 гг.)

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период роста и развития							
			Высадка рассады – начало цветения	Цветение – начало плодоношения	1-я декада плодоношения	2-я декада плодоношения	3-я декада плодоношения	4-я декада плодоношения	Последние сборы	За вегетацию
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	0,096	0,159	0,192	0,212	0,158	–	–	0,151
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	0,105	0,166	0,203	0,224	0,216	0,157	–	0,170
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	0,096	0,159	0,197	0,217	0,163	–	–	0,154
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	0,105	0,166	0,204	0,228	0,218	0,166	–	0,171
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	0,096	0,158	0,200	0,218	0,164	–	–	0,154
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	0,105	0,166	0,203	0,229	0,223	0,178	–	0,173
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	0,096	0,159	0,193	0,217	0,154	–	–	0,152
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	0,105	0,166	0,205	0,224	0,220	0,172	–	0,172
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	0,096	0,159	0,197	0,221	0,174	–	–	0,156
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	0,105	0,166	0,204	0,228	0,227	0,175	–	0,174
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	0,097	0,157	0,200	0,223	0,172	–	–	0,157
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	0,105	0,166	0,203	0,228	0,230	0,193	0,129	0,175
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	0,096	0,159	0,193	0,217	0,158	–	–	0,153
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	0,105	0,166	0,209	0,228	0,221	0,170	–	0,173
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	0,096	0,158	0,204	0,222	0,174	–	–	0,157
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	0,105	0,167	0,208	0,232	0,228	0,177	0,139	0,172
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	0,096	0,158	0,202	0,225	0,177	–	–	0,158
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	0,105	0,167	0,210	0,230	0,230	0,193	0,151	0,175

Таблица 3.10 - Оценка средних значений биоклиматических коэффициентов  
 рассадного огурца по опытным данным, мм/°С

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Биоклиматический коэффициент, $b$ , мм/°С				Стандартное отклонение, мм/°С	Коэффициент вариации, %
			2010 г	2011 г	2012 г	Среднее		
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	0,154	0,149	0,150	0,151	0,003	2,0
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	0,171	0,168	0,170	0,170	0,002	1,2
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	0,157	0,152	0,152	0,154	0,003	1,9
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	0,172	0,170	0,171	0,171	0,001	0,6
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	0,158	0,152	0,153	0,154	0,003	1,9
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	0,174	0,171	0,173	0,173	0,002	1,2
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	0,155	0,150	0,152	0,152	0,003	2,0
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	0,172	0,170	0,173	0,172	0,002	1,2
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	0,158	0,154	0,156	0,156	0,002	1,3
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	0,174	0,173	0,174	0,174	0,001	0,6
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	0,161	0,154	0,155	0,157	0,004	2,5
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	0,175	0,174	0,176	0,175	0,001	0,6
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	0,155	0,150	0,153	0,153	0,003	2,0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	0,173	0,172	0,174	0,173	0,001	0,6
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	0,159	0,155	0,158	0,157	0,002	1,3
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	0,173	0,167	0,176	0,172	0,005	2,9
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	0,161	0,155	0,158	0,158	0,003	1,9
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	0,175	0,173	0,177	0,175	0,002	1,1

При этом повышение порога предполивной влажности почвы с 70 до 90 % НВ увеличивало значения температурных коэффициентов испарения влаги рассадными огурцами не более, чем на  $0,005 \text{ мм/}^{\circ}\text{C}$  или 3,3 %. Таким образом, при решении задач прогнозирования суммарного водопотребления для рассадных огурцов необходимо учитывать как фазовые изменения состояния посева, так и геометрические особенности тоннельных пленочных укрытий.

В течение вегетационного периода кривая температурных коэффициентов испарения влаги для рассадных огурцов изменяется по одновершинной кривой. На участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 0,5 м, в период «высадка рассады – начало цветения» на каждый градус накопленных среднесуточных температур воздуха расходовалось не более  $0,096 \text{ мм}$  воды. В вариантах с уширенными до 1,0 м тоннельными укрытиями значения температурных коэффициентов для этого же периода составило  $0,105 \text{ мм/}^{\circ}\text{C}$ .

Максимум биологической кривой однопараметрической температурной биоклиматической модели прогнозирования суммарного водопотребления рассадных огурцов во все годы исследований достигался во вторую декаду плодоношения. На участках с тоннельными укрытиями шириной 0,5 м значения температурных коэффициентов достигали  $0,212\text{-}0,225 \text{ мм/}^{\circ}\text{C}$ , а при использовании уширенных до 1,0 м тоннелей –  $0,224\text{-}0,232 \text{ мм/}^{\circ}\text{C}$ . Наибольшие значения температурных коэффициентов,  $0,230\text{-}0,232 \text{ мм/}^{\circ}\text{C}$ , в этот период были получены на участках с уширенными тоннельными укрытиями при внесении минеральных удобрений дозой  $\text{N}_{240}\text{P}_{140}\text{K}_{200}$  и поддержании постоянного порога предполивной влажности почвы не ниже 80 % НВ.

В последующие периоды значения биоклиматических коэффициентов для рассадных огурцов снижались. Но на участках, где в ранневесенний период для укрытия рассадных огурцов использовали тоннели с шириной 0,5 м, значения температурных коэффициентов в третью декаду плодоношения сократились до  $0,158\text{-}0,177 \text{ мм/}^{\circ}\text{C}$ , а при использовании уширенных до 1,0 пленочных тоннелей, - сохранялись на уровне  $0,216\text{-}0,230 \text{ мм/}^{\circ}\text{C}$ . Таким образом, динамика хода биологической кривой однопараметрической температурной биоклиматической моде-

ли прогнозирования суммарного водопотребления рассадных огурцов существенно различается в вариантах с различной конструкцией тоннельных укрытий.

Следует признать, что во всех предложенных методах прогнозирования суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур не учитываются параметры состояния посева во взаимосвязи с уровнем планируемой и фактической продуктивности, а также не принимается во внимание влияние агротехнических приемов на формирование суммарного водопотребления. В связи с этим предлагается при использовании типизированной однопараметрической биоклиматической модели вида  $E = b \cdot \sum t \dots$  не полагать значения температурных коэффициентов ( $b$ ) испарения влаги неизменными, а определять их в функции, как минимум, двух переменных. Прежде всего, необходимо учитывать фазовые изменения температурных коэффициентов и влияние комплекса условий, определяющих динамику роста и продуктивность посева. В качестве совокупного параметра состояния посева целесообразно принять уровень потенциальной продуктивности, как комплексного показателя, формирующегося в течение вегетационного периода.

В результате анализа численного материала методом множественной нелинейной регрессии была определена форма зависимости биоклиматических коэффициентов рассадных огурцов от этих двух параметров (рисунок 3.10).

Была получена зависимость вида:  
 $b = a + a_1 \cdot T + a_2 \cdot T^2 + a_3 \cdot T^3 + a_4 \cdot Y_p + a_5 \cdot Y_p^2$ , где  $T$  – переменная времени, % от продолжительности вегетационного периода,  $Y_p$  – потенциальная прогнозируемая продуктивность посева, т/га. Параметры регрессионного уравнения  $a = 0,045$ ,  $a_1 = -0,001$ ,  $a_2 = 9,8 \cdot 10^{-5}$ ,  $a_3 = -8,4 \cdot 10^{-7}$ ,  $a_4 = 0,001$ ,  $a_5 = -1,2 \cdot 10^{-5}$ , определены по данным полевого опыта. Коэффициент детерминации полученной зависимости 0,93.

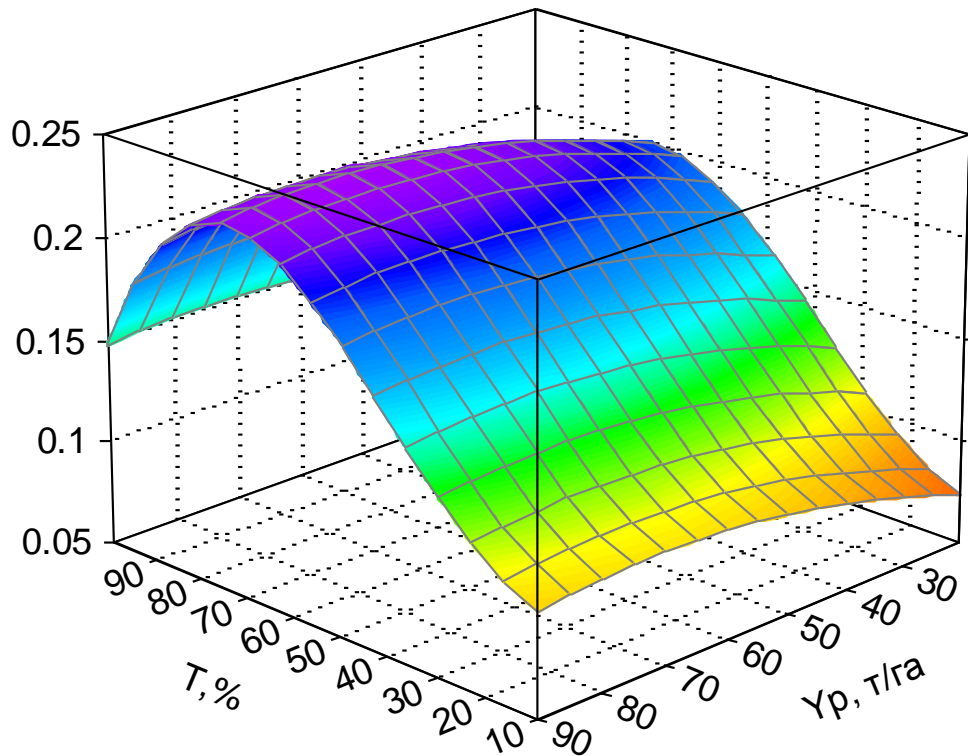


Рисунок 3.10 – Регрессионная модель расчета биоклиматических коэффициентов для рассадного огурца в зависимости от периода роста и параметров состояния растений

Из графика зависимости видно, что с увеличением потенциальной продуктивности посева, что выражается в особом ходе роста растений, значения температурных коэффициентов испарения влаги рассадными огурцами повышаются практически во все фазы развития. Введение в расчетную зависимость параметра  $Y_p$  (уровень потенциальной продуктивности рассадных огурцов) позволяет учитывать изменения в ходе биологических кривых испарения влаги. Это обеспечит возможность эффективного использования стандартной однопараметрической биоклиматической модели, вида  $E = b \cdot \sum t$  для решения задач прогнозирования суммарного водопотребления и управления водным режимом почвы при возделывании ранних огурцов из рассады.

## **4. ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ПЛОДОНОШЕНИЯ РАССАДНЫХ ОГУРЦОВ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ В ТОННЕЛЬНЫХ УКРЫТИЯХ**

### **4.1 Результаты фенологических исследований**

В опытах определяли наступление следующих периодов роста и развития огурцов:

– высадка рассады. Это критический период, характеризующийся мощным стрессовым фактором и существенно определяющий все дальнейшее развитие растений;

– начало цветения. Этот критический период определяет способность растения к началу потенциальной отдачи урожая. Создание неблагоприятных условий в этот период замедляет реализацию потенциальных возможностей;

– начало плодоношения. Начало этой фазы определяет дату начала сбора урожая, что особенно важно при выращивании ранних овощей;

– фаза плодоношения. В течение этого периода реализуется потенциал продуктивности культуры.

В период от высадки рассады до начала цветения активно развивается корневая система огурцов. Корневая система огурцов существенно слабее, чем у других овощных культур и динамика ее развития впоследствии определяет потенциальную продуктивность растений. Продолжительность этого периода определяется, прежде всего, программой развития самого растения, то есть генетическими особенностями сорта или гибрида. Фенологические исследования показали, что различия в температурном режиме при возделывании рассадных огурцов в тоннельных укрытиях различной конструкции оказывают существенное влияние на продолжительность периода «высадка – начало цветения» (таблица 4.1). В среднем за годы исследований, на участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 0,5 м, продолжительность периода от высадки рассады до начала цветения составила 21-22 суток, с величиной стандартного отклонения по годам не более 0,7-1,6 суток.

Таблица 4.1 – Динамика развития рассадных огурцов в опытах, сут.

Уровень минерального питания, кг д.в./га (фактор С)	Уровень предположивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Продолжительность периодов роста и развития, сут.							
			Высадка рассады- начало цветения		Цветение – начало плодоношения		Плодоношение		Вегетационный период	
			средняя за 2010-2012 гг.	стандартное отклонение	средняя за 2010-2012 гг.	стандартное отклонение	средняя за 2010-2012 гг.	стандартное отклонение	средняя за 2010-2012 гг.	стандартное отклонение
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	21	1	13	1	22	0,7	56	0,7
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	19	0,7	11	1,6	33	1	63	1
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	21	1	13	1	24	0,7	58	0,7
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	19	0,7	12	1,6	37	0,7	68	1,6
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	22	1,6	14	0,7	25	1,6	61	0,7
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	19	0,7	13	2,1	40	0,7	72	2,1
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	21	1	13	1	23	0,7	57	0,7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	19	0,7	11	1,6	34	1	64	1
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	21	1	13	1	27	0,7	61	0,7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	19	0,7	12	1,6	39	0,7	70	1,6
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	22	1	14	1	27	1	63	1
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	19	1	13	1,6	42	1,2	75	2,1
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	21	1	13	1	23	1	57	1
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	19	0,7	12	1	35	0,7	66	1
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	21	0,7	13	1,6	26	0,7	61	1
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	19	0,7	13	1,6	43	1,2	75	2,5
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	22	0,7	14	1	28	0,7	64	1
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	19	1,2	14	2,1	47	1,6	80	3,8

При использовании тоннельных укрытий шириной 1,0 м продолжительность этого же периода сокращалась, в среднем, до 19 суток. Разница в 2-3 суток между вариантами в пределах фактора А сохранялась независимо от сочетания факторов по водному и минеральному питанию растений.

Растения огурца на участках, где использовали широкие (1,0 м) тоннельные укрытия отличались более сильным ростом, формированием большего числа завязей и быстрым формированием и развитием плодов. В сравнении с вариантами, где использовали полуметровые тоннельные укрытия, плодоношение наступало на 4-5 суток раньше. Продолжительность периода от начала цветения до начала плодоношения составляла от 11 до 14 суток на участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 1,0 м, и 13-14 суток – на участках, где использовали тоннельные укрытия полуметровой ширины. При этом на участках, где удобрения вносили в максимальной дозе на фоне интенсивного режима водообеспечения, разницы в продолжительности периода не наблюдалось, а при минимальном уровне водообеспечения растения на этих вариантах вступали в фазовый период с интервалом в 1-2 суток.

С повышением дозы внесения минеральных удобрений и уровня предполивной влажности почвы наблюдалось увеличение продолжительности периода «цветение – начало плодоношения», в том числе, за счет увеличения числа одновременно образовавшихся плодов. В вариантах с полуметровыми тоннельными укрытиями повышение уровня минерального питания и водообеспечения в пределах, установленных схемой опыта, обеспечило увеличение продолжительности периода «цветение – начало плодоношения», в среднем, на 1 сутки, а на участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 1,0 м – на 2-3 суток.

Суммарно, наиболее раннее вступление огурца в фазу плодоношения наблюдалось при внесении удобрений дозой  $N_{100}P_{60}K_0$ , поддержании порога предполивной влажности почвы 70 % НВ и использовании тоннельных укрытий шириной 1,0 м (в среднем, через  $30 \pm 2,3$  суток после высадки рассады). Это позволило обеспечить сбор первого урожая уже к концу второй – началу третьей декады мая и начать массовые поставки продукции к концу месяца. Наиболее позднее вступление



огурца в фазу плодоношения наблюдалось при внесении удобрений дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$ , поддержании порога предполивной влажности почвы 90 % НВ и использовании тоннельных укрытий шириной 0,5 м. На участках этого варианта первые сборы плодов были сделаны, в среднем, через  $33 \pm 3,3$  суток после высадки рассады.

Продолжительность периода плодоношения, наряду с интенсивностью плодоношения, определяют уровень реализации потенциала продуктивности культуры. В опыте продолжительность периода плодоношения рассадных огурцов изменялась по вариантам в широких пределах, в среднем, от 22 до 47 суток. При любом сочетании вариантов по водному и пищевому режимам почвы, существенно больше продолжительность периода плодоношения наблюдалась у огурцов на участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 1,0 м. При внесении удобрений дозой  $N_{100}P_{60}K_0$  и поддержании порога предполивной влажности почвы 70 % НВ увеличение продолжительности периода плодоношения огурцов в вариантах с использованием тоннельных укрытий шириной 1,0 м по отношению к контролю (вариант А1) составило, в среднем,  $11 \pm 1,0$  суток, при внесении  $N_{170}P_{100}K_{100}$  и поддержании предполивного уровня 80 % НВ –  $12 \pm 0,7$  суток, а при внесении  $N_{240}P_{140}K_{200}$  и поддержании предполивного уровня 90 % НВ –  $19 \pm 1,6$  суток.

Таким образом, положительный эффект на продолжительность периода плодоношения в опыте оказывало повышение уровня минерального питания, с  $N_{100}P_{60}K_0$  до  $N_{240}P_{140}K_{200}$ , увеличение порога предполивной влажности почвы, с 70 до 90 % НВ и переход на использование тоннельных укрытий шириной 1,0 м. Обобщая, приведенные в таблице 4.1 данные, получим, что все фазы роста, развития и плодоношения рассадных огурцов в опыте проходили, в среднем, за 56-80 суток. Из них 26-39 % приходится на период от высадки рассады до начала цветения, 15-21 % - приходится на период «цветение – начало плодоношения» и 39-58 % - приходится на период плодоношения. Безусловно, потенциал продуктивности культуры в развивающемся агроценозе тем выше, чем большая доля вегетационного периода приходится на последнюю фазу – плодоношения.

## **4.2 Факторы повышения приживаемости рассады при капельном орошении огурцов в тоннельных укрытиях**

Огурцы, в силу своих биологических особенностей сильно подвержены влиянию окружающей среды. Рассада огурцов в сравнении с другими овощными культурами имеет чрезвычайно слабо развитую корневую систему, сформированную, как правило, в тепличных условиях. И если закалка вегетативной части растений повышает адаптационную способность огурцов, то даже кратковременное переохлаждение корневой системы на продукционный процесс оказывает существенное отрицательное влияние. Создание неблагоприятных условий не только тормозит развитие и ослабляет растения, но и способствует развитию и распространению болезней. При этом высадка растений является критическим периодом в системе возделывания рассадных огурцов, поскольку тепличное растение одновременно попадает в условия, когда требуется мощный адаптационный потенциал.

Использование рассадной технологии возделывания огурцов в регионе исследований проблематично по нескольким причинам. С одной стороны, увеличение затрат на подготовку и высадку рассады требует увеличенной экономической отдачи и оправдано при выращивании ранней продукции. С другой стороны, выращивание огурцов во внесезонный период связано с повышенным риском создания неблагоприятных условий и гибели растений. Поэтому приживаемость рассады является одним из ключевых индикаторов эффективности внедряемых инновационных приемов и мелиоративного режима почвы. Гибель рассады в опытах регистрировалась до момента съема временных пленочных тоннельных укрытий (таблица 4.2). На участках с тоннельными укрытиями шириной 1,0 м в зависимости от погодных условий в годы исследований погибало от 0,2 до 5,1 % растений. Наибольшая доля погибших растений, в пределах 1,1-5,1 %, регистрировалась при поддержании порога предполивной влажности почвы на уровне 70 % НВ. При увеличении порога предполивной влажности почвы до 80 % НВ число погибших растений в годы исследований снижалось до 0,5-3,2 %, что обеспечивало приживаемость рассады, в среднем, на уровне 98,2-98,4 %. При дальнейшем усилении

Таблица 4.2 – Приживаемость рассады огурца при капельном орошении в тоннельных укрытиях

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Доля погибших растений, %				Приживаемость, %
			2010 г	2011 г	2012 г	Среднее	
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	25,7	29,4	14,2	23,1	76,9
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	2,7	5,1	1,2	3,0	97,0
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	23,4	27,2	14,0	21,5	78,5
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	1,2	3,2	0,5	1,6	98,4
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	25,5	28,3	14,0	22,6	77,4
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	1,5	3,0	0,5	1,7	98,3
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	25,5	29,2	14,5	23,1	76,9
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	3,0	4,9	1,2	3,0	97,0
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	23,2	27,0	14,1	21,4	78,6
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	1,2	3,0	1,2	1,8	98,2
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	25,5	28,0	14,5	22,7	77,3
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	1,2	3,1	1,1	1,8	98,2
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	25,8	28,8	14,3	23,0	77,0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	3,1	4,9	1,1	3,0	97,0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	23,5	27,2	13,9	21,5	78,5
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	1,5	2,9	0,7	1,7	98,3
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	25,4	28,2	14,2	22,6	77,4
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	1,5	3,1	0,2	1,6	98,4

режима водообеспечения в вариантах, где поливы проводили для поддержания влажности почвы не ниже 90 % НВ, существенного изменения приживаемости рассады не наблюдалось. Доля погибших растений составляла 0,2-3,1 %, а средний за годы исследований уровень приживаемости составил 98,2-98,4 % (рисунок 4.1).

На участках с тоннельными укрытиями шириной 0,5 м наблюдалась массовая гибель рассады огурцов. При поддержании порога предполивной влажности почвы на уровне 70 % НВ в 2010 и 2011 году на участках этого варианта погибло до 25,5-29,2 % высаженной рассады. При поддержании порога предполивной влажности почвы не ниже 80 % НВ доля погибших растений рассады огурца снижалась, но лишь до 23,2-27,2 %. Таким образом, улучшение условий водообеспечения не позволяет качественно изменить уровень приживаемости рассады и не может компенсировать конструктивных недостатков временных пленочных укрытий. В 2012 году на участках с тоннельными укрытиями шириной 0,5 м доля погибших растений рассады составила 14,0-14,5 %, что почти вдвое меньше, чем в 2011 году. Это связано, прежде всего, с погодными условиями весеннего периода в этом году. Весна отличалась быстрым повышением температурного режима, быстрее, чем в остальные годы, прогревалась почва, теплее были ночи. Но даже при обеспечении благоприятных погодных условий использование уширенных тоннельных укрытий (1,0 м) позволило более, чем на 13 %, увеличить приживаемость рассады.

Приживаемость рассады на участках с тоннельными укрытиями шириной 1,0 м не превышала 76,9-78,6 %. Однако рассада огурцов на участках этого варианта характеризовалась не только низкой приживаемостью. К моменту снятия пленочных укрытий посеvy огурца здесь характеризовались большой долей нетипичных, слаборазвитых растений. В таблице 4.3 приведены данные, которые определены методом выбраковки опытных данных. Растения дифференцировали по массе в выборках, сделанных для изучения динамики нарастания листового аппарата и биомассы посева. Каждое растение в отдельности взвешивали, из значений весов составляли даты выборки, по которым рассчитывали дисперсию ( $S^2$ ) и

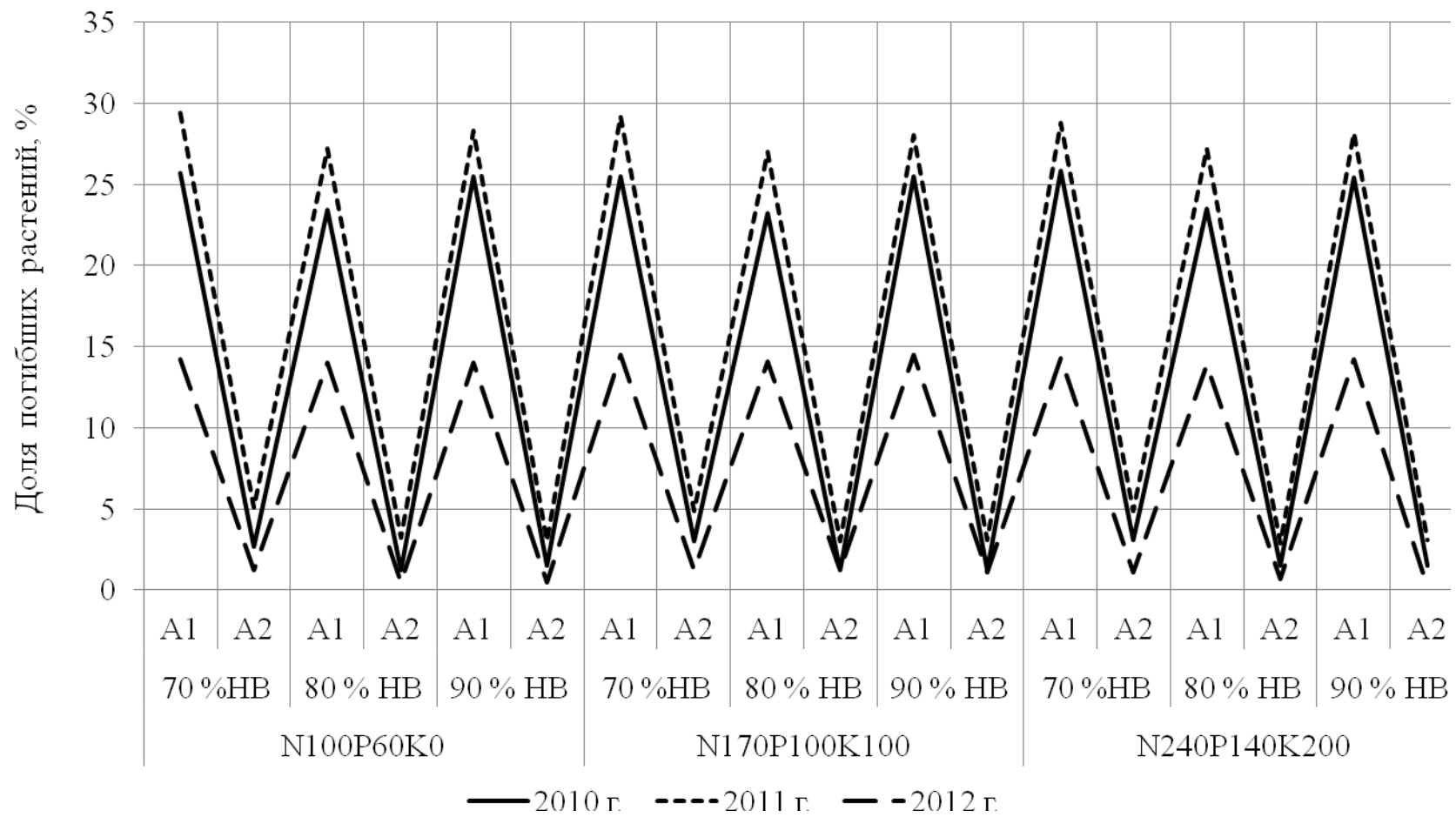


Рисунок 4.1 – Влияние условий эксперимента на приживаемость рассады огурца

Таблица 4.3 – Оценка выравненности развития растений огурца из рассады при капельном орошении в тоннельных укрытиях

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Доля нетипичных растений, % (за пределом $\bar{X} \pm 2s$ )			
			2010 г	2011 г	2012 г	Среднее
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	15,2	18,3	11,2	14,9
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	1,2	2,3	0,3	1,3
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	15,5	19,4	11,1	15,3
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	0,5	2,2	0,1	0,9
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	17,4	20,5	11,5	16,5
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	0,5	2,5	0,0	1,0
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	15,5	18,5	11,0	15,0
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	1,0	2,1	0,2	1,1
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	15,5	19,5	11,1	15,4
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	0,7	2,0	0,0	0,9
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	17,3	20,3	11,7	16,4
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	0,5	2,5	0,0	1,0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	15,1	18,2	10,9	14,7
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	0,5	2,1	0,0	0,9
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	15,2	19,3	11,5	15,3
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	0,7	2,1	0,0	0,9
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	17,5	20,0	11,9	16,5
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	1,0	2,6	0,0	1,2

стандартное отклонение (S). Даты, которые выходили за пределы  $\bar{X} \pm 2s$  (где  $\bar{X}$  – среднее арифметическое совокупности данных), принимались за нетипичные растения.

Расчеты показали, что на участках с тоннельными укрытиями шириной 0,5 м число нетипичных, слаборазвитых растений достигало 10,9-20,5 %. При этом улучшении условий водообеспечения не оказывало положительного эффекта на выравненность растений в посевах. При поддержании порога предполивной влажности почвы на уровне 70 % НВ доля нетипичных растений в выборке составила, в среднем, 14,7-15,0 %. При проведении поливов для поддержания предполивной влажности почвы не ниже 80 % НВ доля нетипичных растений в выборке составила, в среднем, 15,3-15,4 %, а при поддержании постоянного предполивного порога 90 % НВ, - достигла 16,4-16,5 %. На участках с тоннельными укрытиями шириной 1,0 м число нетипичных растений в выборке не превышало 0,9-1,3 %.

Таким образом, влияние водных мелиораций на приживаемость и первичный рост рассады в тоннелях не сопоставимо с влиянием конструкций самих пленочных укрытий. Использование тоннельных укрытий шириной 1,0 м и поддержание порога предполивной влажности почвы не ниже 80 % НВ обеспечивает наилучшие показатели приживаемости рассады огурцов.

#### **4.3 "Нетто-фотосинтез" и главные особенности формирования растениями органического вещества при выращивании рассадных огурцов в тоннельных укрытиях**

«Нетто-фотосинтез» является важнейшим показателем физиологической активности растений, так как показывает сколько строительного материала (органики) способно синтезировать растение за единицу времени (сутки) в расчете на 1 м<sup>2</sup> площади листового аппарата. В результате фотосинтеза образуются углеродсодержащие вещества, которые в последующем используются в качестве источников энергии и в качестве строительного материала. «Нетто-фотосинтез» не учитывает, сколько энергии тратится растением на перемещение и усвоение строи-

тельного материала; учитывается вес лишь самого материала. Поэтому, являясь показателем физиологической активности растений, «нетто-фотосинтез» определяет и уровень продуктивности посева, эффективность ассимиляции солнечной энергии и углерода воздуха.

В опытах для расчета «нетто-фотосинтеза» использовали пофазные данные по формированию площади листьев и фотосинтетического потенциала посева, а также по приростам биологической массы в сухом веществе. Результаты расчетов в динамике за вегетационный период, а также средневзвешенные значения «нетто-фотосинтеза» огурцов приведены в таблицах 4.4-4.5.

Исследования показали, что улучшение условий водообеспечения рассадных огурцов при повышении порога предполивной влажности почвы в пределах 70-90 % НВ увеличивало уровень «нетто-фотосинтеза» на 4-5 %. Однако, эффект этот проявлялся только при усиленном минеральном питании в вариантах, где рассаду высаживали в тоннельные укрытия шириной 1,0 м. Например, при внесении минеральных удобрений минимальной в опыте дозой,  $N_{100}P_{60}K_0$ , повышение порога предполивной влажности почвы с 70 до 90 % НВ сопровождалось увеличением значений «нетто-фотосинтеза» с 3,01-3,34 г/м<sup>2</sup> в сут. до 3,08-3,37 г/м<sup>2</sup> в сут. или на 0,9-2,3 %. При внесении удобрений дозой  $N_{170}P_{100}K_{100}$  интенсификация режима водообеспечения сопровождалась увеличением значений «нетто-фотосинтеза» с 3,06-3,46 г/м<sup>2</sup> в сут. до 3,13-3,64 г/м<sup>2</sup> в сут., что составляет уже 2,3-5,2 %. При максимальном удобрении огурцов в вариантах, где удобрения вносили дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$ , улучшение условий водообеспечения увеличивало уровень «нетто-фотосинтеза» с 3,09-3,52 г/м<sup>2</sup> в сут. до 3,14-3,67 г/м<sup>2</sup> в сут., что составляет 1,6-4,2 %.

Таким образом, условия водообеспечения при изменении порога предполивной влажности почвы в пределах 70-90 % НВ не оказывают влияние на физиологическую активность растений огурца, которое было бы сравнимо с влиянием условий, обеспечиваемых изменением конструкций тоннельных укрытий.

Расчеты показали, что переход на уширенные тоннельные укрытия позволяет существенно активировать фотосинтетическую активность огурцов, значения



Таблица 4.4 - Динамика продуктивности фотосинтеза огурца при капельном орошении в тоннельных пленочных укрытиях, г/м<sup>2</sup> в сут.

Уровень минерального питания, к д.в./Га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период развития						
			Высадка рассады-начало цветения	Цветение – начало плодоношения	1-я декада плодоношения	2-я декада плодоношения	3-я декада плодоношения	4-я декада плодоношения	Последние сборы
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	1,48	2,47	3,98	3,53	2,07	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	1,92	3,15	4,16	3,83	3,02	2,10	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	1,50	2,50	4,00	3,69	2,13	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	1,96	3,33	4,25	4,02	3,13	2,21	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	1,50	2,55	4,07	3,75	2,15	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	1,98	3,41	4,31	4,14	3,22	2,20	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	1,64	2,21	3,90	3,44	1,94	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	2,18	3,37	4,25	3,94	3,09	2,02	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	1,68	2,30	4,00	3,57	2,05	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	2,22	3,55	4,39	4,15	3,26	2,11	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	1,71	2,43	4,07	3,70	2,07	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	2,25	3,59	4,44	4,22	3,63	2,89	1,65
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	1,70	2,26	3,92	3,51	1,99	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	2,23	3,42	4,33	4,00	3,27	2,10	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	1,73	2,36	4,05	3,66	2,14	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	2,32	3,69	4,52	4,24	3,43	2,54	1,61
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	1,73	2,54	4,14	3,75	2,09	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	2,34	3,80	4,59	4,35	3,70	3,00	2,03

Таблица 4.5 Нетто-продуктивность фотосинтеза рассадных огурцов

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Нетто-продуктивность фотосинтеза, Npf, г/м <sup>2</sup> в сут.				Δ Npf по фактору В		Δ Npf по фактору А	
			2010 г	2011 г	2012 г	Средняя	г/м <sup>2</sup> в сут	%	г/м <sup>2</sup> в сут	%
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	2,98	3,01	3,04	3,01	-	-	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	3,45	3,25	3,31	3,34	-	-	0,33	10,96
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	2,98	3,01	3,11	3,03	0,02	0,66	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	3,45	3,31	3,32	3,36	0,02	0,60	0,33	10,89
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	3,02	3,05	3,18	3,08	0,07	2,33	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	3,45	3,32	3,35	3,37	0,03	0,90	0,29	9,42
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	3,02	3,04	3,11	3,06	-	-	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	3,52	3,48	3,38	3,46	-	-	0,40	13,07
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	3,02	3,03	3,11	3,05	-0,01	-0,33	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	3,52	3,50	3,43	3,48	0,02	0,58	0,43	14,10
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	3,09	3,11	3,18	3,13	0,07	2,29	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	3,67	3,69	3,57	3,64	0,18	5,20	0,51	16,29
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	3,05	3,08	3,13	3,09	-	-	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	3,59	3,58	3,38	3,52	-	-	0,43	13,92
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	3,07	3,09	3,15	3,10	0,01	0,32	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	3,59	3,59	3,50	3,56	0,04	1,14	0,46	14,84
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	3,12	3,13	3,18	3,14	0,05	1,62	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	3,67	3,70	3,64	3,67	0,15	4,26	0,53	16,88

«нетто-фотосинтеза» при этом возрастали на 9,4-16,9 %. Установлено, что улучшение условий водообеспечения в совокупности с повышением дозы внесения минеральных удобрений усиливает эффект от переходы на уширенные тоннельные укрытия. В частности, при внесении удобрений дозой  $N_{100}P_{60}K_0$  в сочетании с поддержанием порога предполивной влажности почвы на уровне 70 % НВ переход на тоннельные укрытия шириной 1,0 м сопровождался увеличением «нетто-продуктивности» фотосинтеза на 10,9 %. При поддержании постоянного предполивного уровня 80 % НВ в совокупности с удобрением огурцов минеральными удобрениями дозой  $N_{170}P_{100}K_{100}$  переход на тоннельные укрытия шириной 1,0 м сопровождался увеличением «нетто-продуктивности» фотосинтеза на 14,1 %. На фоне поддержания предполивного уровня влажности почвы не ниже 90 % НВ в сочетании с внесением минеральных удобрений дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$  переход на тоннельные укрытия шириной 1,0 м сопровождался увеличением «нетто-продуктивности» фотосинтеза на 16,9 %.

В течение вегетационного периода наибольшую фотосинтетическую активность огурцы проявляют в первую декаду плодоношения (таблица 4.4). Значения «нетто-фотосинтеза» в этот период достигали 3,98-4,59 г/м<sup>2</sup> в сут.

«Нетто-фотосинтез» характеризует прирост органического вещества посева в расчете на единицу площади листового аппарата. Исследования показали, что размеры, как и активность листового аппарата рассадных огурцов существенно изменяется под влиянием исследуемых в опыте факторов. Динамика развития листового аппарата характеризуется как результатами прямых измерений, так и уровнем накопленного фотосинтетического потенциала. Результаты измерений и расчетов фотосинтетического потенциала по вариантам опытов с рассадными огурцами приведены в таблицах 4.6-4.8.

Листья у огурца довольно большие, причем их размер тесно коррелирует с возрастом растений. Однако их развитие происходит относительно медленно и сильно зависит от условий произрастания культуры (рисунок 4.2). Рассаду огурцов высаживали в фазу образования 3-5 настоящих листьев, площадь которых составляла, в среднем, около  $2,9 \pm 0,2$  тыс. м<sup>2</sup>/га.

Таблица 4.6 – Закономерности формирования ассимиляционного аппарата, тыс. м<sup>2</sup>/га

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Продолжительность периодов роста и развития, сут.							
			Высадка рассады		Начало цветения		Начало плодоношения		Максимальная площадь листьев	
			средняя за 2010-2012 гг.	стандартное отклонение	средняя за 2010-2012 гг.	стандартное отклонение	средняя за 2010-2012 гг.	стандартное отклонение	средняя за 2010-2012 гг.	стандартное отклонение
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	2,9	0,2	7,1	2,4	17,6	3,5	25,4	2,1
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	2,9	0,2	11,2	1,9	23,8	4,7	33,9	2,1
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	2,9	0,2	7,4	2,1	18,2	3,1	26,8	1,8
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	2,9	0,2	11,6	1,6	25,8	5,1	36,2	2,3
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	2,9	0,2	7,4	2,1	18,6	2,7	28,0	1,4
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	2,9	0,2	11,8	1,5	26,4	4,5	37,8	1,7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	2,9	0,2	7,7	1,8	19,9	1,2	27,0	1,1
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	2,9	0,2	11,7	2,1	27,1	2,4	35,6	2,4
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	2,9	0,2	7,7	1,8	20,9	1,8	28,6	1,8
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	2,9	0,2	12,6	1,3	30,8	1,2	37,5	1,7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	2,9	0,2	8,2	1,4	22,9	0,1	30,4	2,3
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	2,9	0,2	13,2	0,8	32,3	0,4	38,2	1,7
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	2,9	0,2	8,3	1,3	20,9	1,3	27,3	0,9
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	2,9	0,2	12,4	1,8	28,1	2,7	36,7	2,3
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	2,9	0,2	8,7	1,0	23,5	0,4	29,6	1,6
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	2,9	0,2	13,1	1,2	33,4	0,3	40,0	2,0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	2,9	0,2	8,7	1,0	23,8	0,7	31,1	2,1
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	2,9	0,2	13,8	0,6	34,3	0,8	41,9	2,9

Таблица 4.7 - Формирование фотосинтетического потенциала рассадных огурцов при капельном орошении

Уровень минерального питания, к д.в./Га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период развития							
			Высадка рассады-начало цветения	Цветение – начало плодоношения	1-я декада плодоношения	2-я декада плодоношения	3-я декада плодоношения	4-я декада плодоношения	Последние сборы	Плодоношение (сумма)
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	106	159	212	253	57	0	0	522
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	132	195	267	318	317	79	0	981
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	109	164	222	264	104	0	0	590
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	136	228	290	341	346	210	0	1187
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	111	172	230	274	133	0	0	637
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	142	238	299	356	365	293	0	1313
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	113	178	234	268	66	0	0	568
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	137	218	294	337	329	107	0	1067
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	113	185	248	284	169	0	0	701
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	146	267	330	363	361	274	0	1328
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	123	217	271	301	181	0	0	753
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	153	303	341	371	373	320	53	1458
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	118	189	242	272	75	0	0	589
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	144	241	305	348	340	146	0	1139
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	125	214	266	294	166	0	0	726
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	150	309	355	389	388	336	81	1549
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	130	227	277	309	204	0	0	790
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	162	328	364	402	402	349	172	1689

Таблица 4.8 – Фотосинтетический потенциал огурцов при выращивании из рассады с использованием тоннельных укрытий и капельного орошения

Уровень минерального питания, к д.в./Га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Фотосинтетический потенциал, Р, тыс. м <sup>2</sup> дней/га				Δ Р по фактору В		Δ Р по фактору А	
			2010 г	2011 г	2012 г	Среднее	тыс. м <sup>2</sup> дней/га	%	тыс. м <sup>2</sup> дней/га	%
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	683	888	788	786	-	-	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	1227	1436	1261	1308	-	-	522	66,4
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	782	954	854	863	77	9,8	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	1491	1685	1475	1550	242	18,5	687	79,6
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	874	974	910	919	133	16,9	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	1644	1795	1641	1693	385	29,4	774	84,2
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	844	898	836	859	-	-	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	1354	1552	1362	1423	-	-	564	65,7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	972	1061	964	999	140	16,3	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	1709	1826	1688	1741	318	22,3	742	74,3
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	1101	1116	1066	1094	235	27,4	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	1916	1963	1863	1914	491	34,5	820	75,0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	903	915	869	896	-	-	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	1460	1654	1460	1525	-	-	629	70,2
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	1062	1075	1056	1064	168	18,8	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	2022	2037	1969	2009	484	31,7	945	88,8
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	1149	1160	1133	1147	251	28,0	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	2214	2223	2101	2179	654	42,9	1032	90,0

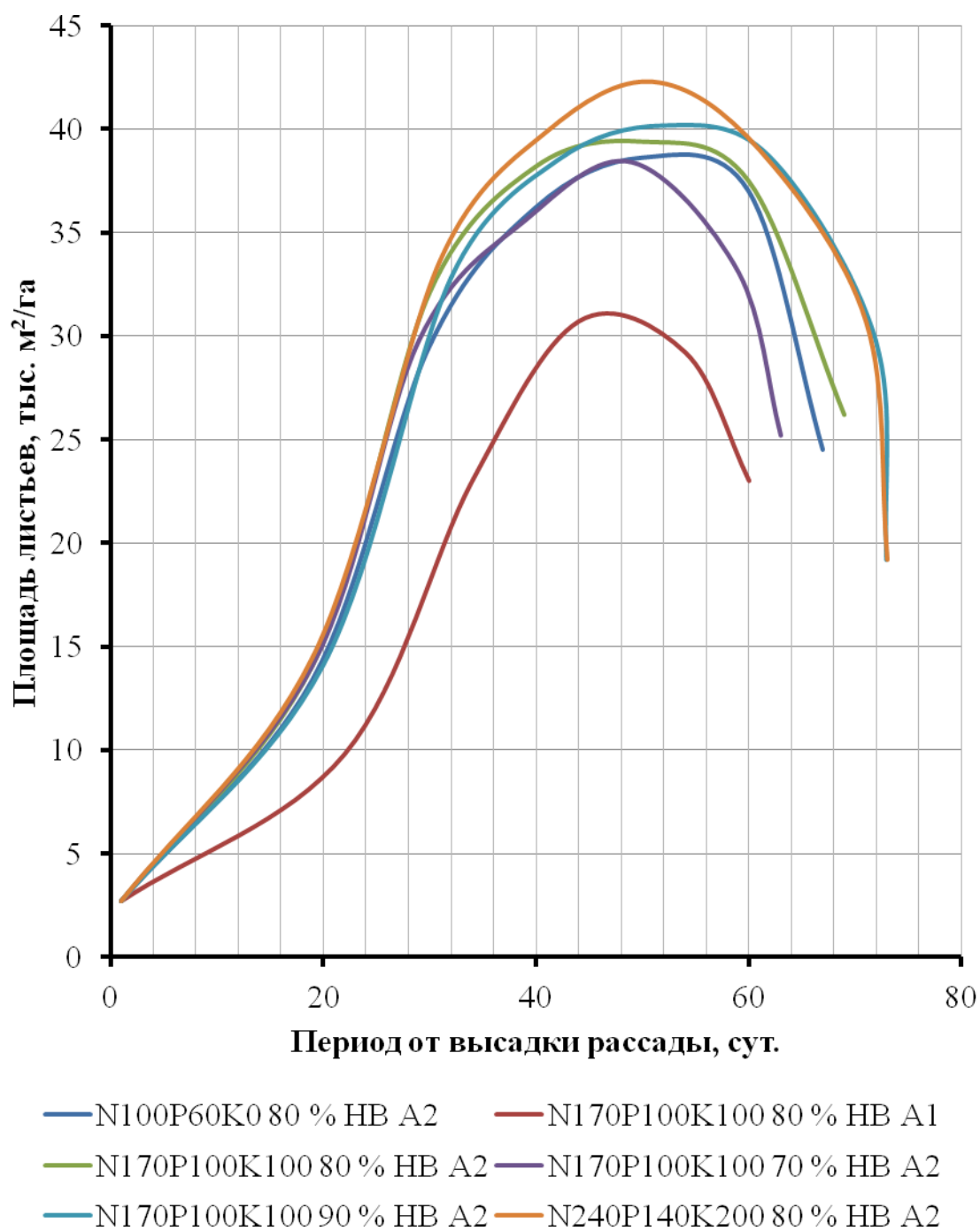


Рисунок 4.2 – Динамика развития листового аппарата  
(по опытным данным 2011 года исследований)

В вариантах опыта высаживали специально отобранную рассаду, чтобы максимально соблюсти необходимые условия выравненности растений в посевах. Однако уже к началу фазы цветения площадь листьев огурцов по вариантам опыта существенно различалась.

Влияние условий водообеспечения и режима минерального питания на динамику роста листьев огурца отмечено как в вариантах с тоннельными укрытиями шириной 0,5 м, так и в уширенных тоннельных укрытиях (1,0 м). Однако при использовании тоннельных укрытий шириной 0,5 м с повышением уровня предполивной влажности почвы в пределах 70-90 % НВ площадь листьев огурца возрастала, в среднем, с 7,1-8,3 тыс. м<sup>2</sup>/га до 7,4-8,7 тыс. м<sup>2</sup>/га, тогда как при использовании тоннельных укрытий шириной 1,0 м – с 11,2-12,4 тыс. м<sup>2</sup>/га до 11,8-13,8 тыс. м<sup>2</sup>/га.

К началу фазы плодоношения площадь листьев огурцов по вариантам опыта изменялась от 17,6 до 4,3 тыс. м<sup>2</sup>/га, а ко второй декаде плодоношения достигала максимальных значений, которые в среднем за годы исследований составили 25,4-41,9 тыс. м<sup>2</sup>/га. Из приведенных данных видно, сколь велико влияние условий, регулируемых в соответствии с принятой схемой опыта, на развитие листового аппарата культуры. Наименьшие значения площади листьев, в среднем 25,4±2,1 тыс. м<sup>2</sup>/га, у огурцов в опытах формировались при внесении наименьшей дозы минеральных удобрений, N<sub>100</sub>P<sub>60</sub>K<sub>0</sub>, поддержании умеренного уровня водообеспечения, 70 % НВ, на участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 0,5 м. Переход на тоннельные укрытия шириной 1,0 м при прочих равных условиях обеспечил повышение максимальной площади листьев у огурцов до 33,9±2,1 тыс. м<sup>2</sup>/га.

Совокупное повышение уровня предполивной влажности почвы с 70 до 80 % НВ и дозы внесения минеральных удобрений с N<sub>100</sub>P<sub>60</sub>K<sub>0</sub> до N<sub>170</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub> при использовании уширенных, до 1,0 м, тоннельных пленочных укрытий обеспечило формирование 37,5±1,7 тыс. м<sup>2</sup>/га площади листьев. Наибольшие значения максимальной площади листьев в опытах во все годы исследований формировались на участках, где при использовании тоннельных укрытий шириной 1,0 м поливы



проводили для поддержания влажности почвы не ниже 90 % НВ, а удобрения вносили дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$ .

В дальнейшем общая площадь листьев у огурца уже не увеличивалась, но на наиболее обеспеченных водой и минеральными элементами вариантах сохранялась на уровне 20-30 тыс.  $m^2$ /га до 5-й декады плодоношения.

Таким образом, рост листовой поверхности у огурцов не отличается большой интенсивностью и тесно связан с условиями внешней среды. Это нашло отражение в формировании фотосинтетического потенциала посева. Под пленкой в тоннельных укрытиях фотосинтетический потенциал огурцов не превышал 106-162 тыс.  $m^2$  дней/га. Однако уже в этот период отмечено сильное влияние факторов внешней среды, регулируемых по реализуемой схеме эксперимента. Наибольший фотосинтетический потенциал огурцов, в среднем, на уровне 162 тыс.  $m^2$  дней/га, был сформирован при использовании тоннельных укрытий шириной 1,0 м, поддержании постоянного порога предполивной влажности почвы не ниже 90 % НВ и внесении минеральных удобрений дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$ . Наименьшим фотосинтетическим потенциалом, 106 тыс.  $m^2$  дней/га, огурцы отличались на участках, где в течение вегетационного периода поддерживали умеренный предполивной уровень, 70 % НВ, в совокупности с внесением минеральных удобрений минимальной в опыте дозой,  $N_{100}P_{60}K_0$  при использовании тоннельных укрытий шириной 0,5 м.

За период с начала цветения до начала плодоношения огурцы формировали 159-328 тыс.  $m^2$  дней/га фотосинтетического потенциала, а за период плодоношения было накоплено, в среднем, от 522 до 1689 тыс.  $m^2$  дней/га фотосинтетического потенциала. Из приведенных данных следует, что уровень фотосинтетического потенциала огурцов более, чем в три раза отличается по вариантам опыта.

За вегетационный период посевами накапливалось, в среднем, от 789 до 2179 тыс.  $m^2$  дней/га фотосинтетического потенциала (таблица 4.8). Улучшение условий водообеспечения в вариантах, где поливы проводили для поддержания порога предполивной влажности почвы на уровне 80 % НВ или не ниже 90 % НВ обеспечивало увеличение фотосинтетического потенциала огурцов на 9,8-42,9 %. При-

чем, на участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 0,5 м, фотосинтетический потенциал огурцов с повышением уровня водообеспечения возрастал на 9,8-28,0 %, а при использовании уширенных тоннельных укрытий (1,0 м) – на 18,5-42,9 %.

Из приведенных данных следует, что использование уширенных до 1,0 м тоннельных пленочных укрытий повышает эффективность оросительных мелиораций, существенно увеличивая фотосинтетический потенциал огурцов. Собственно, сам переход с тоннельных укрытий шириной 0,5 м на уширенные до 1,0 м тоннельные конструкции обеспечивал повышение фотосинтетического потенциала огурцов на 66,4-90,0 %.

Таким образом, площадь листовой поверхности у огурцов является наиболее пластичным показателем, регулируя который можно добиться существенной активизации фотосинтетической активности посева. При этом улучшение условий водообеспечения и минерального питания, а также использование тоннельных укрытий шириной 1,0 м, способствовало увеличению, как площади листового аппарата огурцов, так и повышению (хотя и в меньшей степени) значений «нетто-фотосинтеза». В совокупности это обеспечивало существенный прирост результативности фотосинтетической деятельности растений в посевах.

Главным критерием результативности фотосинтетической деятельности растений в посевах является накопление органического вещества. Динамику накопления органического вещества в опытах мы учитывали путем измерения веса растений в воздушно-сухом состоянии. При этом исходили из того, что сухое вещество растений огурца на 98-99 % состоит из органических соединений. Результаты исследований динамики накопления органического вещества огурцами сведены в таблицы 4.9-4.11.

Высадку рассады в опытах проводили с учетом складывающихся метеоусловий во второй декаде апреля. Общий вес рассады в пересчете на сухое вещество на гектар площади поля, в среднем составил 80 кг (рисунок 4.3). Однако уже с этого момента интенсивность накопления органического вещества культурой рассадного огурца существенно различалась по вариантам опыта. С переходом на широкие

Таблица 4.9 – Динамика среднесуточного накопления органического вещества при капельном орошении рассадной культуры огурца, кг/га в сут. (среднее за 2010-2012 гг)

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га							
			Высадка рассады – начало цветения	Цветение – начало плодоношения	1-я декада плодоношения	2-я декада плодоношения	3-я декада плодоношения	4-я декада плодоношения	Последние сборы	За вегетацию
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	7,7	30,7	84,0	88,7	50,0	-	-	42,6
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	13,8	55,5	110,7	121,3	96,0	57,5	-	68,6
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	8,0	32,4	88,3	97,3	50,8	-	-	45,7
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	14,3	62,7	122,3	137,0	108,3	64,4	-	75,7
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	8,0	33,6	93,0	102,7	54,1	-	-	47,8
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	14,8	65,4	128,3	147,0	117,7	67,1	-	79,3
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	9,0	30,8	91,0	92,0	48,3	-	-	44,9
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	16,0	65,6	124,3	132,7	101,7	53,3	-	75,6
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	9,0	33,7	98,7	101,7	51,9	-	-	49,0
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	17,3	77,4	144,7	151,0	117,3	62,2	-	85,1
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	9,6	38,2	110,7	111,7	53,7	-	-	53,0
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	18,2	81,9	151,3	156,3	135,7	92,0	37,8	92,3
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	9,6	33,4	94,3	95,3	50,3	-	-	47,0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	17,3	69,5	131,3	139,3	110,7	57,4	-	79,9
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	10,1	37,9	107,7	107,3	56,2	-	-	52,8
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	18,7	85,7	160,7	164,7	133,3	85,0	40,0	93,9
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	10,1	41,2	115,0	115,3	55,6	-	-	55,1
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	19,5	91,4	166,7	174,7	149,0	104,3	52,5	99,5

Таблица 4.10 - Динамика формирования органического вещества, т/га (среднее за 2010-2012 гг)

Уровень минерального питания, к д.в./Га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период развития							
			Высадка рассады	Цветение	Начало плодоношения	10 день плодоношения	20 день плодоношения	30 день плодоношения	40-й день плодоношения	За вегетацию
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	0,08	0,25	0,64	1,48	2,37	–	–	2,48
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	0,08	0,34	0,96	2,06	3,28	4,24	–	4,40
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	0,08	0,25	0,67	1,55	2,53	–	–	2,75
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	0,08	0,35	1,11	2,33	3,70	4,79	–	5,25
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	0,08	0,26	0,70	1,63	2,65	–	–	2,95
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	0,08	0,37	1,18	2,46	3,93	5,11	–	5,76
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	0,08	0,27	0,67	1,58	2,50	–	–	2,63
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	0,08	0,38	1,12	2,36	3,69	4,70	–	4,92
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	0,08	0,27	0,70	1,69	2,71	–	–	3,05
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	0,08	0,41	1,35	2,80	4,31	5,48	–	6,06
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	0,08	0,30	0,82	1,93	3,05	–	–	3,42
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	0,08	0,43	1,52	3,03	4,59	5,95	6,87	6,97
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	0,08	0,29	0,71	1,66	2,61	–	–	2,76
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	0,08	0,41	1,23	2,55	3,94	5,05	–	5,35
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	0,08	0,30	0,80	1,87	2,95	–	–	3,30
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	0,08	0,43	1,57	3,18	4,82	6,16	7,01	7,15
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	0,08	0,31	0,88	2,03	3,18	–	–	3,61
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	0,08	0,46	1,70	3,37	5,11	6,60	7,65	8,00

Таблица 4.11 - Интегральные значения накопленного огурцами органического вещества при выращивании из рассады с использованием тоннельных укрытий и капельного орошения

Уровень минерального питания, к д.в./Га (фактор С)	Уровень предположивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Интегральная сухая биомасса, М, т/га				Δ М по фактору В		Δ М по фактору А	
			2010 г	2011 г	2012 г	Среднее	т/га	%	т/га	%
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	2,38	2,70	2,37	2,48	-	-	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	4,35	4,75	4,10	4,40	-	-	1,92	77,4
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	2,70	2,97	2,57	2,75	0,27	10,9	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	5,29	5,59	4,88	5,25	0,85	19,3	2,50	90,9
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	2,97	3,10	2,78	2,95	0,47	19,0	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	5,83	6,01	5,44	5,76	1,36	30,9	2,81	95,3
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	2,55	2,79	2,54	2,63	-	-	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	4,76	5,25	4,74	4,92	-	-	2,29	87,1
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	2,94	3,30	2,92	3,05	0,42	16,0	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	6,01	6,27	5,91	6,06	1,14	23,2	3,01	98,7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	3,40	3,55	3,32	3,42	0,79	30,0	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	7,04	7,00	6,87	6,97	2,05	41,7	3,55	103,8
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	2,75	2,86	2,68	2,76	-	-	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	5,24	5,59	5,23	5,35	-	-	2,59	93,8
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	3,26	3,39	3,26	3,30	0,54	19,6	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	7,26	7,12	7,07	7,15	1,80	33,6	3,85	116,7
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	3,59	3,69	3,55	3,61	0,85	30,8	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	8,12	8,10	7,77	8,00	2,65	49,5	4,39	121,6

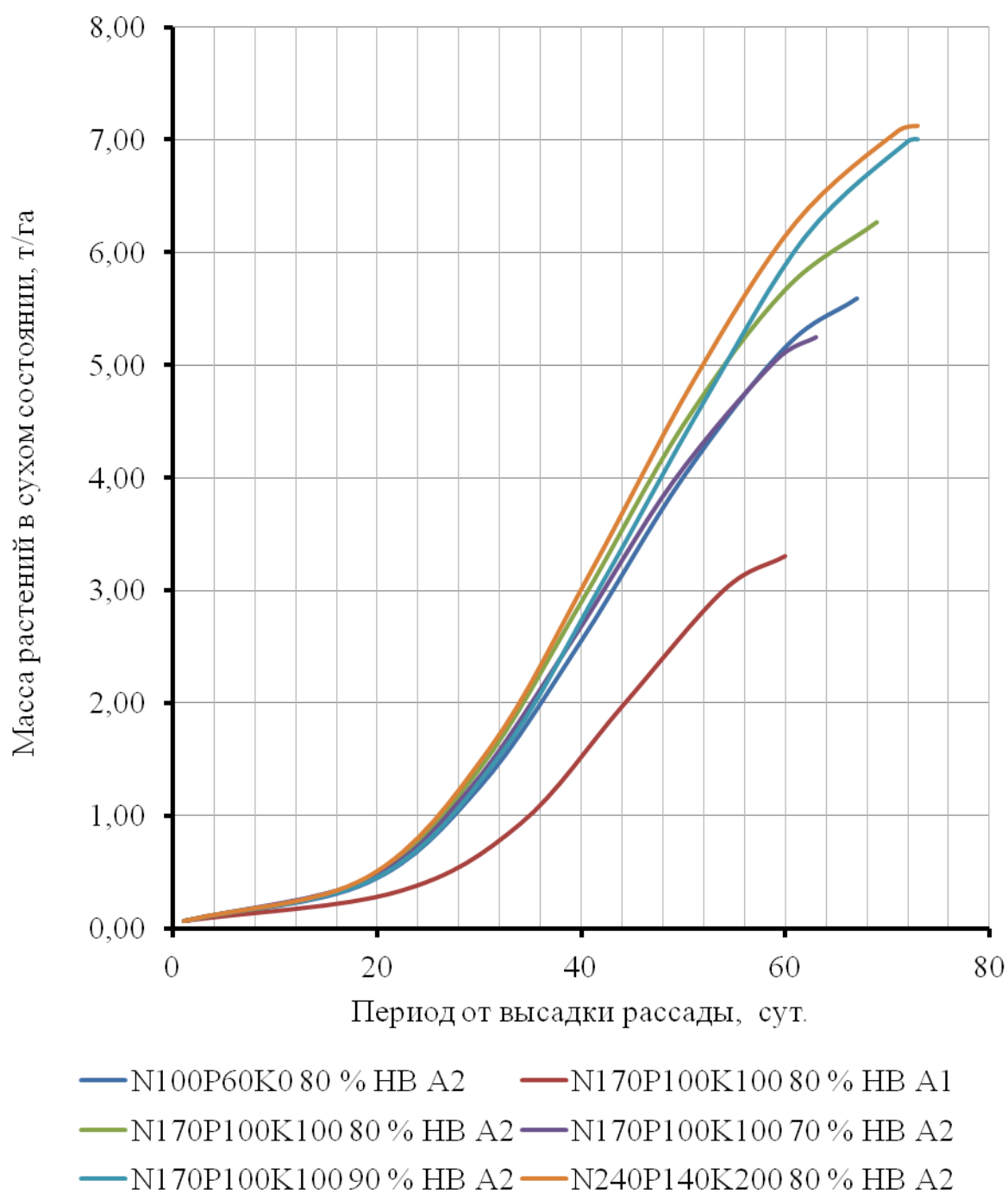


Рисунок 4.3 – Динамика синтеза и накопления органического вещества рассадными огурцами по вариантам опыта в 2011 году

(1,0 м) тоннельные укрытия (в совокупности с изменением схемы высадки рассады и раскладки капельных линий) динамика среднесуточного накопления органического вещества возрастала на 50-68 %, с 7,7-10,1 кг/га в сут. до 13,8-19,5 кг/га в сут. Растениям это позволило уже к началу цветения на участках, где огурцы возделывали по предложенному способу (с использованием тоннельных укрытий шириной 1,0 м: вариант А2) накопить 0,34-0,46 т/га сухого вещества, что на 36,0-51,8 % больше, чем на контрольных вариантах (с использованием тоннельных укрытий шириной 0,5 м: вариант А1).

Фаза цветения в опытах проходила уже в условиях открытого грунта, пленка с укрытий была снята. Однако, дифференциация динамики накопления органического вещества на участках с использованием тоннельных укрытий шириной 0,5 м (вариант А1) и 1,0 м (вариант А2) в этот период сохранялась и углублялась. В среднем за период «цветение – начало плодоношения» на участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 0,5 м, среднесуточный прирост сухого вещества у растений огурца составил 30,7-41,2 кг/га в сут., тогда как в вариантах с использованием широких тоннельных укрытий (вариант А2) – достигал 55,5-91,4 кг/га в сут. К началу плодоношения на участках, где использовалась типизированная технология выращивания рассадных овощей (с использованием тоннельных укрытий шириной 0,5 м и формированием под ними двух рядов растений на одной капельной линии), масса накопленного огурцами сухого вещества составила 0,64-0,88 т/га. На участках, где был применен предложенный способ возделывания рассадных огурцов (с использованием тоннельных укрытий шириной 1,0 м и формированием под ними двух рядов растений на двух, спаренных капельных линиях), масса накопленного сухого вещества к началу фазы плодоношения составила 0,96-1,70 т/га. Таким образом, использование широких тоннельных укрытий (1,0 м) способствовало активизации начального роста растений огурца с сохранением эффекта в течение всего периода вегетации. При использовании тоннельных укрытий шириной 0,5 м растения медленно росли и развивались под пленкой и отличались низкой динамикой накопления органического вещества в последующие фазы развития.

Исследования показали, что за период плодоношения огурцами накапливается свыше 70 % органического вещества, образованного растениями за вегетационный период. В этот период наблюдается максимум интенсивности накопления органического вещества.

В среднем, с наибольшей интенсивностью, 88,7-174,7 кг/га в сут., формирование и накопление органического вещества у огурцов происходило во вторую декаду плодоношения. В последующем, уже в третьей декаде плодоношения, среднесуточные значения приростов сухого вещества у огурцов снизились до 50,0-149,0 кг/га в сут., а в четвертой декаде способность к синтезу органического вещества и построению новых растительных тканей огурцы сохранили только на участках, где использовали уширенные до 1,0 м тоннельные укрытия.

При различных сочетаниях вариантов опыта рассадной культурой огурца за вегетационный период было накоплено, в среднем, 2,48-8,0 т/га сухого вещества. Обращает внимание широкий диапазон приведенных значений, что подтверждает чувствительность огурца к факторам внешней среды, регулируемых в опыте в соответствии с утвержденной программой исследований.

Наименьшей массой накопленного сухого вещества, (в среднем 2,48-4,40 т/га) посеvy огурца отличались на участках, где в течении вегетационного периода поддерживали умеренный режим водообеспечения (70 % НВ), а удобрения вносили дозой  $N_{100}P_{60}K_0$ . Однако, уже при таких условиях переход на уширенные до 1,0 м тоннельные укрытия обеспечил прибавку по сухому веществу до 77,4 %.

Повышение уровня предполивной влажности почвы с 70 до 80 % НВ на фоне применения минеральных удобрений дозой  $N_{100}P_{60}K_0$  увеличивало массу накопленного посевами огурца сухого вещества на 10,9-19,3 %; при внесении  $N_{170}P_{100}K_{100}$  – интегральные значения накопленной сухой биомассы возрастали на 16,0-23,2 %, а при внесении  $N_{240}P_{140}K_{200}$  – на 19,6-33,6 %.

Повышение уровня предполивной влажности почвы с 70 до 90 % НВ обеспечило до 19,0-49,5 % прироста органического вещества огурцов, накопленного за вегетационный период. При прочих равных условиях использование тоннельных



укрытий шириной 1,0 м позволило почти вдвое повысить эффективность оросительных мелиораций.

Таким образом, огурцы отвечают существенным приростом динамики накопления органического вещества в растениях как на повышение предполивного уровня влажности почвы с 70 до 80 % НВ, так и до 90 % НВ. Положительные эффекты по увеличению динамики накопления органического вещества получены по фактору минерального питания, причем по всем, поставленным к исследованию уровням. При прочих равных условиях оросительные мелиорации и применение минеральных удобрений почти вдвое более эффективны при использовании уширенных до 1,0 м тоннельных пленочных укрытий.

#### **4.4 Динамика плодоношения рассадных огурцов и факторы, ее определяющие**

Плодоношение является непосредственным процессом формирования урожая огурцов. Уровень урожайности определяются двумя главными параметрами-характеристиками процесса плодоношения – его интенсивности и продолжительности. Причем для получения ранней продукции обеспечение наибольшей интенсивности отдачи урожая всегда приоритетнее, чем продолжительность плодоношения.

Формирование и сбор урожая для огурцов являются взаимосвязанными показателями. Своевременный сбор урожая способствует активизации роста новых зеленцов и снижает долю опавшей завязи. Поэтому для реализации потенциала продуктивности огурцов обязательным условием является регулярный сбор плодов в фазе технической спелости. В опытах, в зависимости от динамики формирования урожая сбор урожая проводили с интервалом в 1-3 суток. Собранный урожай взвешивали, а результаты измерений регистрировали по дате. Это позволило обработать данные для оценки динамики плодоношения огурцов по вариантам опыта (таблица 4.12-4.16, рисунок 4.4-4.6).

Начало вступления в период промышленного плодоношения в опытах регистрировалось во второй-третьей декаде мая, на 15-20 дней раньше начала

Таблица 4.12 - Динамика плодоношения рассадных огурцов по вариантам опыта (I декада плодоношения)

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Интенсивность плодоношения, $i_Y$ , т/га в сут.				$\Delta i_Y$ по фактору В		$\Delta i_Y$ по фактору А	
			2010 г	2011 г	2012 г	Среднее	т/га в сут.	%	т/га в сут.	%
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	1,10	1,33	1,11	1,18	-	-	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	1,40	1,45	1,34	1,40	-	-	0,22	18,6
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	1,10	1,37	1,10	1,19	0,01	0,8	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	1,45	1,50	1,45	1,47	0,07	5,0	0,28	23,5
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	1,10	1,45	1,20	1,25	0,07	5,9	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	1,45	1,60	1,64	1,56	0,16	11,4	0,31	24,8
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	1,15	1,60	1,20	1,32	-	-	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	1,60	1,74	1,64	1,66	-	-	0,34	25,8
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	1,20	1,64	1,28	1,37	0,05	3,8	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	1,76	1,86	1,75	1,79	0,13	7,8	0,42	30,7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	1,31	1,73	1,37	1,47	0,15	11,4	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	1,80	1,92	1,80	1,84	0,18	10,8	0,37	25,2
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	1,35	1,64	1,30	1,43	-	-	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	1,67	1,81	1,68	1,72	-	-	0,29	20,3
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	1,44	1,68	1,42	1,51	0,08	5,6	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	1,87	1,92	1,75	1,85	0,13	7,6	0,34	22,5
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	1,46	1,77	1,49	1,57	0,14	9,8	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	1,92	2,00	1,83	1,92	0,20	11,6	0,35	22,3

Таблица 4.13 - Динамика плодоношения рассадных огурцов по вариантам опыта (II декада плодоношения)

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Интенсивность плодоношения, $i_Y$ , т/га в сут.				$\Delta i_Y$ по фактору В		$\Delta i_Y$ по фактору А	
			2010 г	2011 г	2012 г	Среднее	т/га в сут.	%	т/га в сут.	%
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	1,44	1,60	1,22	1,42	-	-	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	1,75	1,72	1,62	1,70	-	-	0,28	19,7
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	1,42	1,66	1,22	1,43	0,01	0,7	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	1,84	1,91	1,91	1,89	0,19	11,2	0,46	32,2
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	1,35	1,82	1,46	1,54	0,12	8,5	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	1,86	2,06	2,05	1,99	0,29	17,1	0,45	29,2
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	1,57	1,75	1,35	1,56	-	-	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	1,80	1,89	1,75	1,81	-	-	0,25	16,0
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	1,68	1,79	1,50	1,66	0,10	6,4	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	2,38	2,33	2,21	2,31	0,50	27,6	0,65	39,2
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	1,75	1,99	1,87	1,87	0,31	19,9	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	2,44	2,40	2,24	2,36	0,55	30,4	0,49	26,2
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	1,71	1,77	1,40	1,63	-	-	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	2,06	2,07	1,92	2,02	-	-	0,39	23,9
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	1,87	1,98	1,72	1,86	0,23	14,1	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	2,45	2,45	2,23	2,38	0,36	17,8	0,52	28,0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	2,02	2,07	1,91	2,00	0,37	22,7	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	2,71	2,57	2,25	2,51	0,49	24,3	0,51	25,5

Таблица 4.14 - Динамика плодоношения рассадных огурцов по вариантам опыта (III декада плодоношения)

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Интенсивность плодоношения, $i_Y$ , т/га в сут.				$\Delta i_Y$ по фактору В		$\Delta i_Y$ по фактору А	
			2010 г	2011 г	2012 г	Среднее	т/га в сут.	%	т/га в сут.	%
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	0,9	0,97	0,7	0,86	-	-	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	1,44	1,13	1,11	1,23	-	-	0,37	43,0
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	0,8	0,97	0,6	0,79	-0,07	-8,1	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	1,58	1,5	1,29	1,46	0,23	18,7	0,67	84,8
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	0,76	1	0,7	0,82	-0,04	-4,7	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	1,6	1,55	1,35	1,50	0,27	22,0	0,68	82,9
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	0,9	1	0,66	0,85	-	-	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	1,51	1,43	1,32	1,42	-	-	0,57	67,1
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	0,9	1	0,8	0,90	0,05	5,9	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	1,94	1,72	1,67	1,78	0,36	25,4	0,88	97,8
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	0,9	1	0,77	0,89	0,04	4,7	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	1,96	1,96	1,7	1,87	0,45	31,7	0,98	110,1
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	0,9	1	0,7	0,87	-	-	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	1,55	1,6	1,46	1,54	-	-	0,67	77,0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	0,95	1	0,89	0,95	0,08	9,2	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	2	1,92	1,73	1,88	0,34	22,1	0,93	97,9
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	0,99	1	0,9	0,96	0,09	10,3	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	2,16	2,18	1,88	2,07	0,53	34,4	1,11	115,6

Таблица 4.15 - Динамика плодоношения рассадных огурцов по вариантам опыта (IV декада плодоношения)

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Интенсивность плодоношения, $i_Y$ , т/га в сут.				$\Delta i_Y$ по фактору В		$\Delta i_Y$ по фактору А	
			2010 г	2011 г	2012 г	Среднее	т/га в сут.	%	т/га в сут.	%
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	0	0	0	0,00	-	-	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	1	0,5	0,63	0,71	-	-	0,71	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	0	0	0	0,00	0,00	-	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	1,06	0,8	0,6	0,82	0,11	15,5	0,82	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	0	0	0	0,00	0,00	-	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	1,06	0,8	0,67	0,84	0,13	18,3	0,84	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	0	0	0	0,00	-	-	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	1	0,7	0,72	0,81	-	-	0,81	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	0	0	0	0,00	0,00	-	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	1	0,9	0,8	0,90	0,09	11,1	0,90	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	0	0	0	0,00	0,00	-	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	1,25	1,12	1,1	1,16	0,35	43,2	1,16	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	0	0	0	0,00	-	-	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	1	0,76	0,79	0,85	-	-	0,85	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	0	0	0	0,00	0,00	-	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	1,28	1,27	1,16	1,24	0,39	45,9	1,24	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	0	0	0	0,00	0,00	-	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	1,43	1,37	1,43	1,41	0,56	65,9	1,41	-

Таблица 4.16 - Динамика плодоношения рассадных огурцов по вариантам опыта (V декада плодоношения)

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Интенсивность плодоношения, $i_Y$ , т/га в сут.				$\Delta i_Y$ по фактору В		$\Delta i_Y$ по фактору А	
			2010 г	2011 г	2012 г	Среднее	т/га в сут.	%	т/га в сут.	%
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	0	0	0	0,00	-	-	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	0	0	0	0,00	-	-	0,00	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	0	0	0	0,00	0,00	-	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	0	0	0	0,00	0,00	-	0,00	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	0	0	0	0,00	0,00	-	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	0	0	0	0,00	0,00	-	0,00	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	0	0	0	0,00	-	-	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	0	0	0	0,00	-	-	0,00	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	0	0	0	0,00	0,00	-	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	0	0	0	0,00	0,00	-	0,00	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	0	0	0	0,00	0,00	-	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	0,5	0,3	0,6	0,47	0,47	-	0,47	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	0	0	0	0,00	-	-	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	0	0	0	0,00	-	-	0,00	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	0	0	0	0,00	0,00	-	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	0,6	0,35	0,65	0,53	0,53	-	0,53	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	0	0	0	0,00	0,00	-	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	0,7	0,7	0,7	0,70	0,70	-	0,70	-

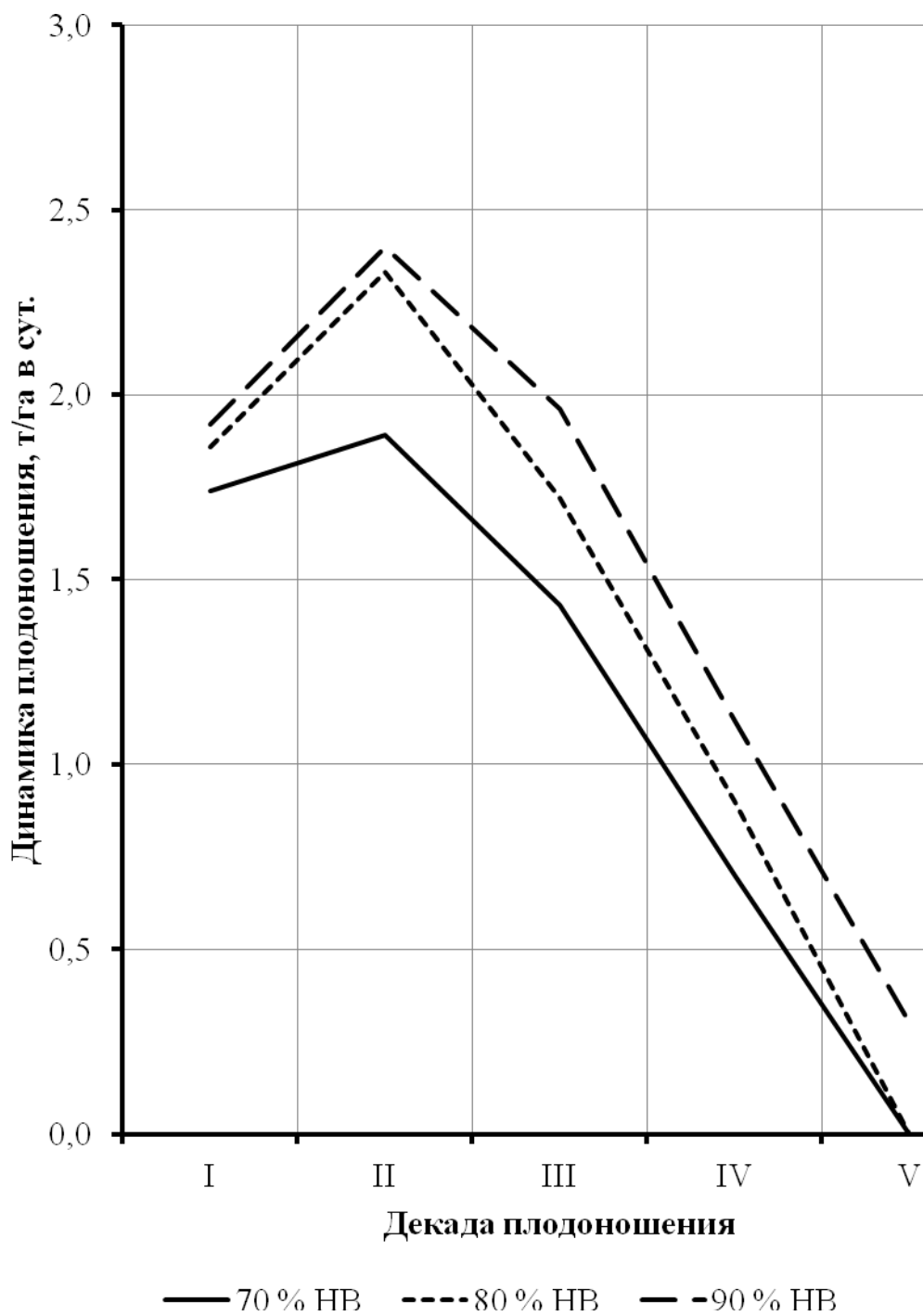


Рисунок 4.4 - Динамика плодоношения огурцов при выращивании из рассады с использованием капельного орошения и тоннельных пленочных укрытий (по данным 2011 г на участках с использованием уширенных до 1,0 м тоннельных укрытий при внесении минеральных удобрений дозой  $N_{170}P_{100}K_{100}$ )

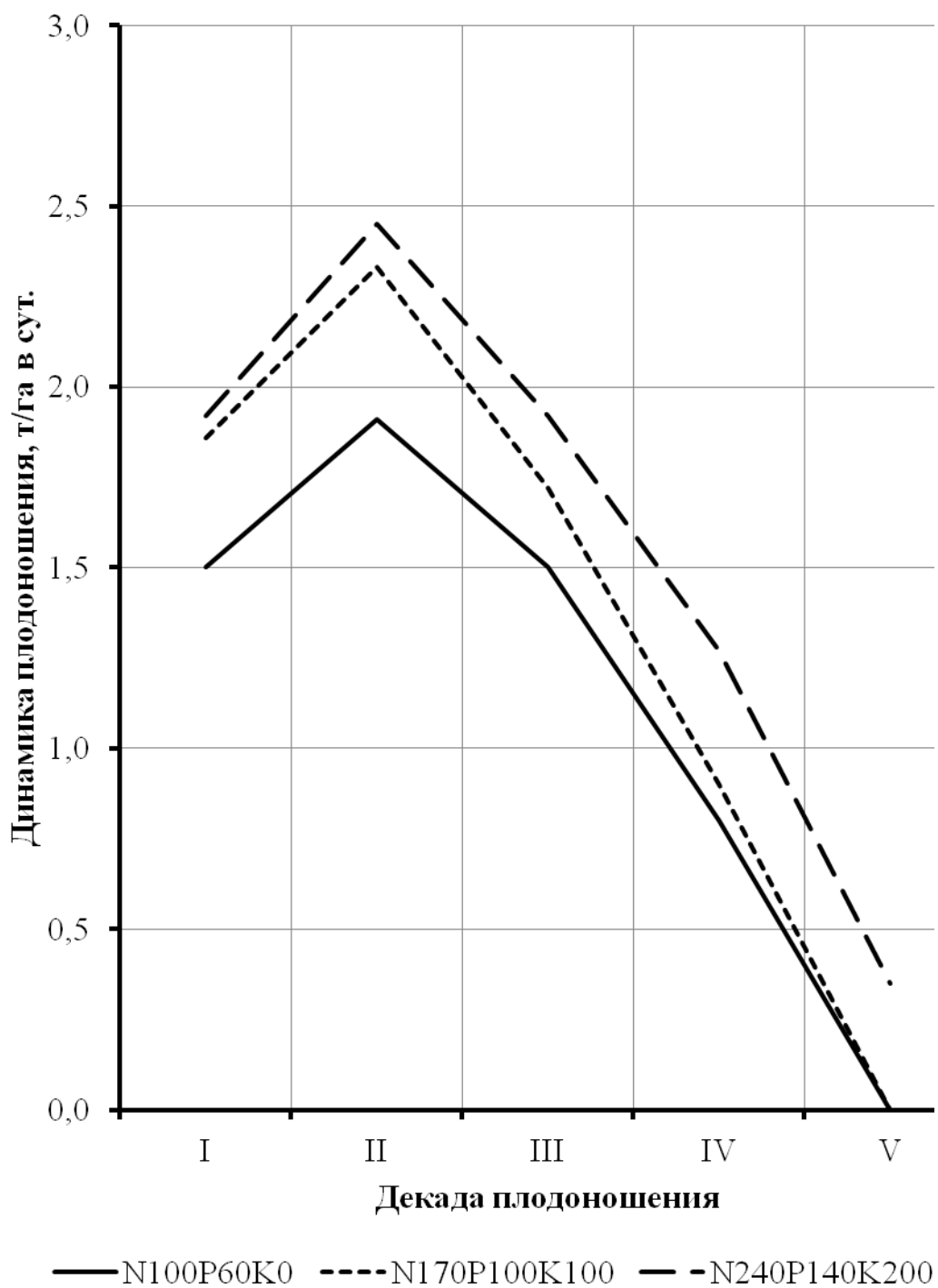


Рисунок 4.5 - Динамика плодоношения огурцов при выращивании из рассады с использованием капельного орошения и тоннельных пленочных укрытий (по данным 2011 г на участках с использованием уширенных до 1,0 м тоннельных укрытий при поддержании постоянного предполивного порога влажности почвы на уровне 80 % НВ)



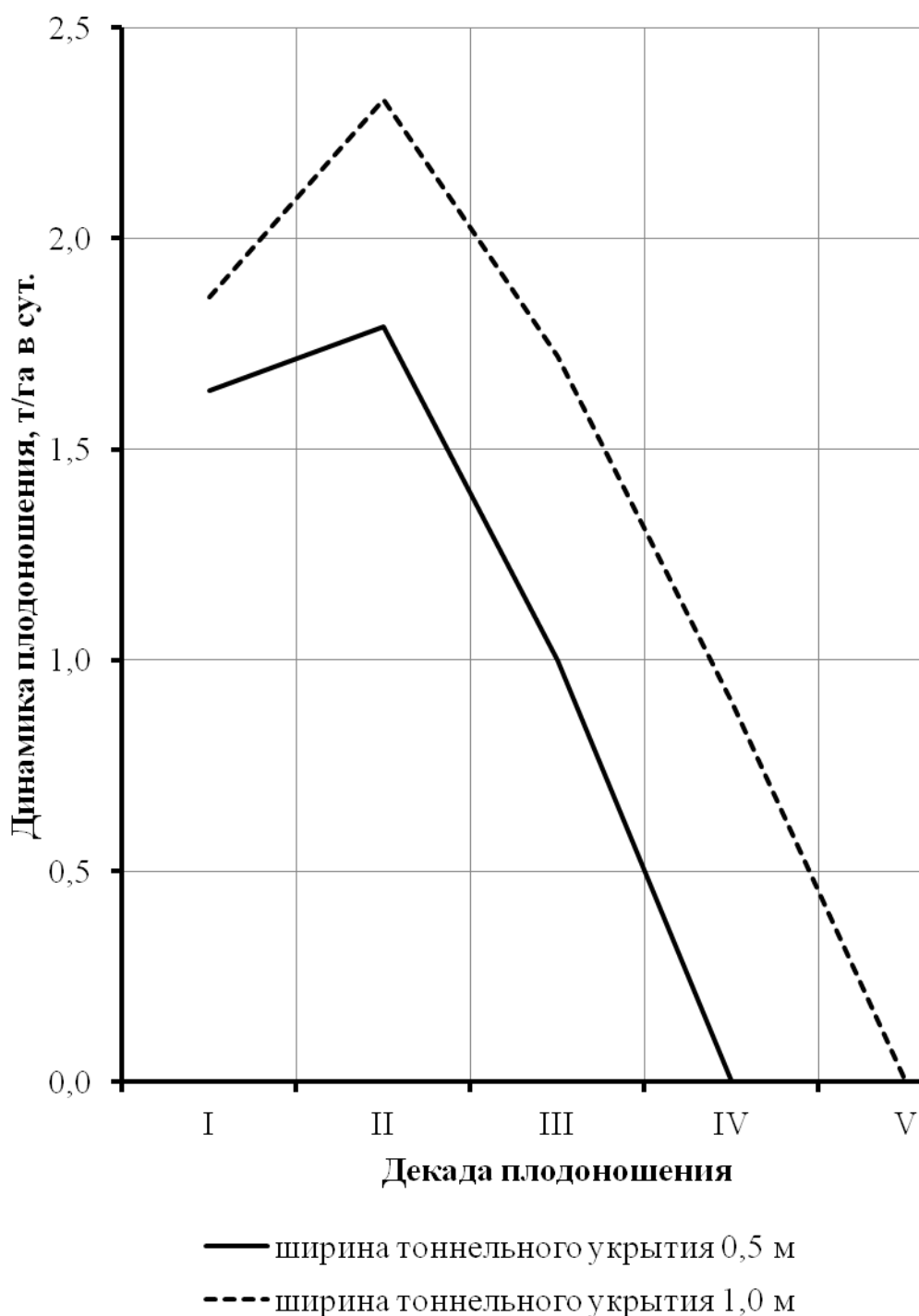


Рисунок 4.6 - Динамика плодоношения огурцов при выращивании из рассады с использованием капельного орошения и тоннельных пленочных укрытий (по данным 2011 г при поддержании постоянного предполивного порога влажности почвы на уровне 80 % НВ и внесении минеральных удобрений дозой  $N_{170}P_{100}K_{100}$ )

сезона поступления продукции с открытого грунта. Поэтому динамика формирования урожая в первые 15-20 дней после начала плодоношения наиболее важна, так как характеризует поступление ранней продукции. Исследования показали, что уже в первую декаду интенсивность плодоношения огурцов достигает 1,1-1,92 т/га в сут.

Существенное значение для активизации процесса плодоношения в первую декаду имеют условия водного питания. По осредненным за годы исследований данным, повышение уровня предполивной влажности почвы с 70 до 80 % НВ увеличивало интенсивность отдачи урожая в посевах огурцов на 0,8-7,6 %, а при повышении предполивного порога с 70 до 90 % НВ – на 5,9-11,6 %. Установлено, что наибольший эффект от улучшения условий водного питания огурцов обеспечивался на участках варианта, где в весенний период для укрытия использовали уширенные до 1,0 м пленочные тоннели. Например, при повышении порога предполивной влажности почвы с 70 до 90 % НВ на участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 1,0 м, интенсивность плодоношения огурцов возрастала с 1,40-1,72 т/га в сут. до 1,56-1,92 т/га в сут. или на 10,8-11,6 %. Такое же увеличение предполивного порога с 70 до 90 % НВ при использовании тоннельных укрытий шириной 0,5 м также сопровождалось повышением интенсивности плодоношения огурцов, но не более, чем на 5,9-11,4 %.

Переход на уширенные тоннельные укрытия позволил увеличить интенсивность формирования урожая огурцов в первую декаду плодоношения на 0,22-0,42 т/га в сут. или 18,6-30,7 %. Доказано, что при поддержании умеренного порога предполивной влажности почвы, 70 % НВ, эффект от перехода на уширенные тоннельные укрытия меньше, чем при проведении поливов для поддержания предполивного уровня 80 или 90 % НВ.

Расчеты показали, что во вторую декаду плодоношения интенсивность отдачи урожая у огурцов достигает максимума, причем проявлялось это независимо от сочетания исследуемых в опыте факторов (рисунок 4.4-4.6). В среднем за годы исследований на участках, где в весенний период для укрытия использовали пленочные тоннели шириной 0,5 м, интенсивность формирования урожая во вторую

декаду плодоношения составила 1,42-2,00 т/га в сут. При использовании в весенний период уширенных тоннельных укрытий (1,0 м) интенсивность формирования урожая во вторую декаду плодоношения возрастала до 1,70-2,51 т/га в сут. или на 16,0-39,2 %.

Доступность растениям почвенной влаги оказывало на динамику формирования урожая огурцов во вторую декаду плодоношения еще большее влияние, чем в первую. При использовании уширенных до 1,0 м тоннельных пленочных укрытий повышение порога предполивной влажности почвы с 70 до 80 % НВ обеспечивало увеличение интенсивности плодоношения на 11,2-27,6 %. При увеличении порога предполивной влажности почвы с 70 до 90 % НВ интенсивность плодоношения возрастала на 0,29-0,55 т/га в сут., что составляет 17,1-30,4 %.

На участках, где в весенний период для укрытия использовали пленочные тоннели шириной 0,5 м, интенсивность плодоношения с повышением порога предполивной влажности почвы в пределах 70-90 % НВ возрастала на 0,7-22,7 %.

Наибольшей интенсивностью отдачи урожая, 2,51 т/га в сут., во вторую декаду плодоношения характеризовались посева огурца на участках, где в весенний период для укрытия использовались пленочные тоннели шириной 1,0 м, минеральные удобрения вносили максимальной в опыте дозой,  $N_{240}P_{140}K_{200}$ , а поливы проводили для поддержания постоянного предполивного уровня влажности почвы не ниже 90 % НВ. Чуть меньшей интенсивностью отдачи урожая, 2,36-2,38 т/га в сут., во вторую декаду плодоношения характеризовались варианты, где порог предполивной влажности почвы поддерживали на уровне 80 % НВ при внесении удобрений дозой  $N_{170}P_{100}K_{100}$  или  $N_{240}P_{140}K_{200}$ .

Начиная с третьей декады интенсивность плодоношения огурцов в той или иной степени снижалась. В среднем за годы исследований и в зависимости от сочетания исследуемых в опыте факторов интенсивность отдачи урожая в третью декаду плодоношения изменялась от 0,79 до 2,07 т/га в сут. Диапазон, в котором изменяются значения интенсивности плодоношения огурцов в этот период довольно велик и показывает, что в зависимости от разнообразия создаваемых условий динамика формирования урожая либо существенно сокращается, либо сохраняется на

высоком уровне. В опытах интенсивность отдачи урожая у огурцов максимально сохранялась на участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 1,0 м, удобрения вносили дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$ , а порог предполивной влажности почвы поддерживали не ниже 90 % НВ (2,07 т/га в сут.). На высоком уровне сохранялась отдача урожая также при внесении удобрений дозой  $N_{170}P_{100}K_{100}$  на фоне поддержания постоянного предполивного уровня 80 % НВ (1,78 т/га в сут.) или 90 % НВ (1,87 т/га в сут.).

На участках, где в весенний период для укрытия использовали пленочные тоннели шириной 0,5 м, интенсивность отдачи урожая у огурцов в фазу третьей декады плодоношения сокращалась до 0,79-0,96 т/га в сут.

Третья декада плодоношения была последним периодом, когда сборы проводились со всех вариантов опыта. В четвертую декаду плодоносящими остались огурцы только на участках варианта, где в весенний период для укрытия использовали уширенные до 1,0 м тоннельные укрытия. Интенсивность отдачи урожая у огурцов в четвертую декаду плодоношения снизилась до 0,71-1,41 т/га. Сохранению высокой интенсивности плодоношения огурца в этот период способствует оптимизация условий водного минерального питания. Корневая система у огурцов остается слабо развитой в течение всего вегетационного периода, поэтому обеспечение доступности почвенной влаги и элементов минерального питания для этой культуры дает больший эффект, чем для любых других овощных культур. В опытах, в четвертую декаду плодоношения наибольшей интенсивностью отдачи урожая характеризовались растения огурца на участках, где удобрения вносили дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$ , а порог предполивной влажности почвы поддерживали не ниже 90 % НВ. При поддержании умеренного предполивного уровня, 70 % НВ, и внесении наименьшей в опыте дозы удобрений,  $N_{100}P_{60}K_0$ , интенсивность плодоношения огурцов не превышала 0,71 т/га в сут. Характерно также, что в четвертую декаду плодоношения улучшение условий водного и минерального питания растений обеспечивало наибольшую прибавку интенсивности плодоношения – до 11,1-65,9 %.

К пятой декаде после начала плодоношения сборы урожая продолжались лишь в вариантах, где минеральные удобрения вносили дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$  или  $N_{170}P_{100}K_{100}$  при поддержании предполивного уровня влажности почвы не ниже 90 % НВ, а также при поддержании предполивного уровня 80 % НВ на фоне применения минеральных удобрений дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$ . Интенсивность плодоношения сохранялась на уровне 0,47-0,70 т/га в сут.

Таким образом, ход интенсивности плодоношения для рассадных огурцов представляет собой одновершинную кривую с максимумом во вторую декаду плодоношения. Уровень сбора ранней продукции существенно зависит от условий водного и минерального питания огурцов. Переход на уширенные до 1,0 м тоннельные укрытия позволяет как повысить интенсивность плодоношения в период съема ранней продукции, так и максимально продлить общую продолжительность фазы плодоношения.

## 5. ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ РАССАДНЫХ ОГУРЦОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОННЕЛЬНЫХ УКРЫТИЙ

### 5.1 Урожайность и качество плодов огурца при капельном орошении в тоннельных укрытиях

Урожайность является одним из главных критериев эффективности внедрения инноваций в отрасли растениеводства. По сути, уровень продуктивности посева подразумевает собой хозяйственную эффективность комплекса агротехнических и мелиоративных мероприятий, реализуемых в ходе выполнения технологического процесса. Внедрение инноваций почти всегда оказывает влияние на продуктивность растений, даже если такая задача не ставится. Динамика и тренд изменения урожайности определяет целесообразность внедрения инноваций наряду с такими критериями, как экономическая эффективность и экологическая безопасность.

Урожайность огурцов определяется динамикой плодоношения и по сути является интегралом кривой интенсивности формирования урожая на отрезке, величина которого определяется продолжительностью плодоношения. Символически это можно представить так:

$$Y = \int_{t_1}^{t_2} f(i_Y) dt, \quad (5.1)$$

где  $Y$  – урожайность огурцов, т/га,  $i_Y$  – интенсивность плодоношения, т/га в сут., а  $\Delta t$  определяется продолжительностью периода плодоношения. Исследования показали, что в зависимости от условий, определяемых вариантами опыта, изменяется как кривая интенсивности плодоношения, так и отрезок, на котором интегрируется эта кривая.

Урожайность огурцов по вариантам опыта изменялась в разные годы исследований от 25,4 до 87,8 т/га (таблица 5.1). Условия, регулируемые в опыте по плану исследований, на продуктивность растений оказывали существенное влияние. Результаты дисперсионного анализа подтверждено существенное влияние на

Таблица 5.1 - Урожайность рассадных огурцов в зависимости от условий водного, минерального питания и конструктивных параметров временных тоннельных укрытий, т/га

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Урожайность, Y				Δ Y по фактору В		Δ Y по фактору А	
			2010 г	2011 г	2012 г	Среднее	т/га	%	т/га	%
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	27,2	31,2	25,4	27,9	-	-	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	47,9	44,5	43,2	45,2	-	-	17,3	62,0
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	28,4	34,2	26,2	29,6	1,7	6,1	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	56,1	54,7	51,3	54,0	8,8	19,5	24,4	82,4
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	29,8	37,2	30,1	32,4	4,5	16,1	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	57,9	59,3	57,1	58,1	12,9	28,5	25,7	79,3
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	29,9	35,5	27,5	31,0	-	-	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	52,1	53,4	50,7	52,1	-	-	21,1	68,1
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	36,7	40,3	33,4	36,8	5,8	18,7	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	69,8	67,2	64,3	67,1	15,0	28,8	30,3	82,3
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	39,8	43,2	37,8	40,3	9,3	30,0	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	76,0	74,3	70,2	73,5	21,4	41,1	33,2	82,4
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	34,2	36,1	29,1	33,1	-	-	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	57,8	58,6	55,3	57,2	-	-	24,1	72,8
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	40,1	42,6	37,6	40,1	7,0	21,1	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	78,4	76,3	71,3	75,3	18,1	31,6	35,2	87,8
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	42,7	45,4	41,2	43,1	10,0	30,2	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	87,8	84,7	78,8	83,8	26,6	46,5	40,7	94,4
НСР <sub>05</sub>	фактор А		0,84	0,83	0,72					
	фактор В		1,03	1,02	0,88					
	фактор С		1,03	1,02	0,88					

урожайность огурцов условий водного и минерального питания, а также конструктивных параметров весенних пленочных укрытий (приложение 13-18). По главным эффектам во все годы исследований было получено существенное превышения фактических значений критерия Фишера над теоретическими для уровня значимости 0,05. Кроме того, подтверждение статистической значимости получили эффекты взаимодействия факторов А (конструкция тоннельных укрытий) и В (уровень предполивной влажности почвы), А и С (уровень минерального питания, а также В и С.

Результаты полевого опыта были систематизированы и подвергнуты корреляционному анализу для поиска и оценки силы зависимостей урожайности от условий, регулируемых в соответствии с планом эксперимента. В результате были получены высокие значения корреляции с урожайностью огурцов по всем исследуемым факторам, и было принято решение о построении множественной регрессионной модели. В результате анализа трехлетних опытных данных стандартными методами регрессионного анализа было установлено:

- форма зависимости носит явно выраженный нелинейный характер (рисунок 5.1);

- наиболее близкие значения урожайности огурцов для участков, где использовались тоннельные укрытия шириной 0,5 м, относительно опытных данных были получены при решении следующей регрессионной модели:

$$Y_{0,5м} = e^{(a + \frac{b}{Y_{NPK}^2} + \frac{c}{q_{\%НВ}^2})}, \quad (5.2)$$

где  $Y_{0,5м}$  – урожайность плодов огурца, т/га,  $Y_{NPK}$  – планируемый при расчете доз минеральных удобрений уровень продуктивности огурцов, т/га,  $q_{\%НВ}$  – уровень предполивной влажности почвы, % НВ. Параметры уравнения,  $a = 4,24$ ,  $b = -942,8$  и  $c = -2888,2$ , определены методом регрессионного анализа;

- коэффициент детерминации зависимости составляет 0,87, уровень значимости коэффициента детерминации 0,01.



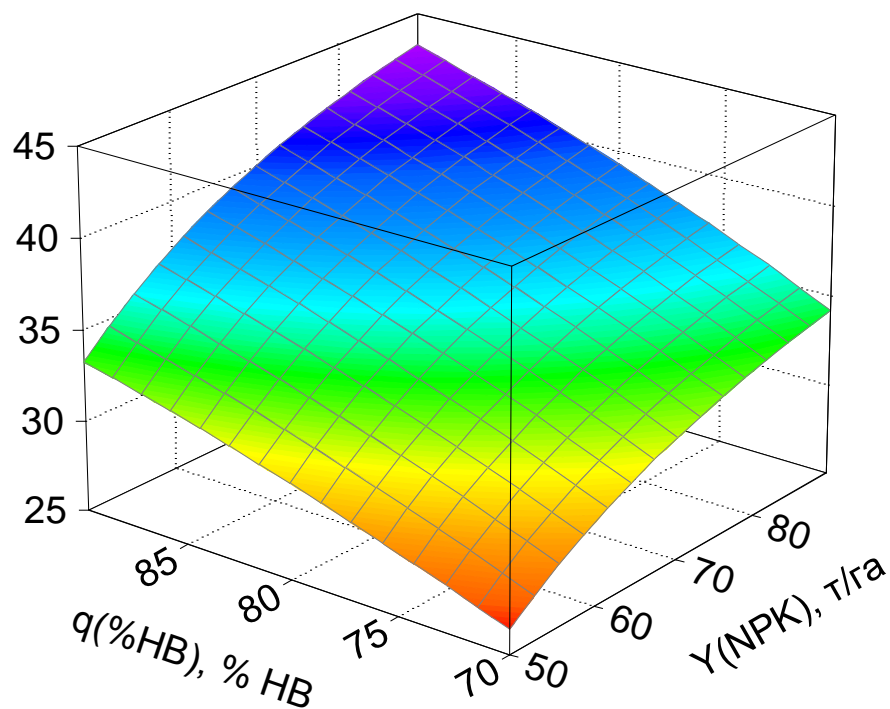


Рисунок 5.1 - График областей влияния уровня минерального питания и режима водообеспечения на урожайность рассадных огурцов при выращивании с использованием тоннельных укрытий шириной 0,5 м

Для участков, где использовали временные пленочные укрытия шириной 1,0 м, наиболее тесное сопряжение опытных и теоретических данных было получено при решении следующего регрессионного уравнения:

$$Y_{1,0м} = a + \frac{b}{Y_{NPK}^1} + \frac{c}{q_{\%HB}^1} + \frac{d}{Y_{NPK}^2} + \frac{e}{q_{\%HB}^2} + \frac{f}{(Y_{NPK}^1) \cdot (Y_{NPK}^1)}, \quad (5.3)$$

где  $Y_{1,0м}$  – урожайность плодов огурца, т/га,  $Y_{NPK}$  – планируемый при расчете доз минеральных удобрений уровень продуктивности огурцов, т/га,  $q_{\%HB}$  – уровень предполивной влажности почвы, % HB (рисунок 5.2). Параметры уравнения,  $a = 117,2$ ,  $b = -9827,2$ ,  $c = 12305,9$ ,  $d = 46462,5$ ,  $e = -1027320,0$ ,  $f = 488372,3$ , определены методом регрессионного анализа. Коэффициент детерминации данной зависимости составляет 0,91, уровень значимости коэффициента детерминации 0,01.

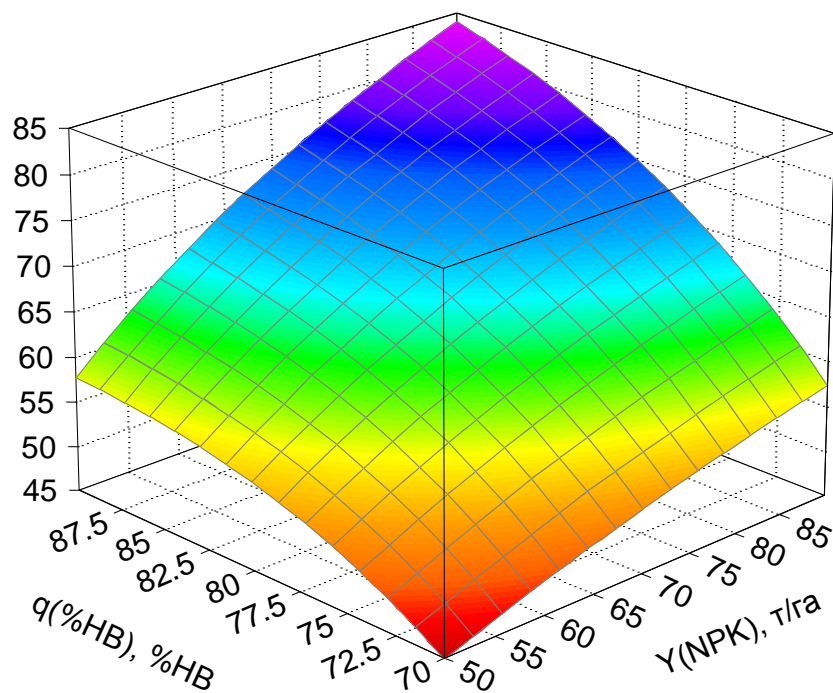


Рисунок 5.2 - График областей влияния уровня минерального питания и режима водообеспечения на урожайность рассадных огурцов при выращивании с использованием тоннельных укрытий шириной 1,0 м

Таким образом, распределение урожайных данных огурца в зависимости от условий водного и минерального питания для вариантов с тоннельными укрытиями шириной 0,5 м и 1,0 м отличалось настолько, что к ним было невозможно применить одну форму зависимости. На рисунках 5.1-5.2 приведены результаты графического решения регрессионных моделей, которые дают визуальное представление закономерностей изменения урожайности огурцов под влиянием регулируемых в опыте факторов.

Опыты показали, что переход на уширенные до 1,0 м тоннельные укрытия дает прибавку урожайности плодов огурца до 17,3-40,7 т/га при наименьшей существенной разнице по этому фактору 0,78-0,83 т/га. По отношению к контролю, где использовали тоннельные укрытия полуметровой ширины, урожайность плодов огурца возрастала на 62,0-94,4 %.

При усилении минерального и водного питания огурцов прибавка урожая в вариантах с широкими тоннельными укрытиями возрастала. Например, при внесе-

нии удобрений дозой  $N_{100}P_{60}K_0$  и поддержании умеренного режима водообеспечения (70 % НВ), прибавка урожая в вариантах с уширенными до 1,0 м тоннельными укрытиями по отношению к контролю составила 62,0 %, при внесении  $N_{170}P_{100}K_{100}$  и поддержании предполивного уровня 80 % НВ, - 82,3 %, а при внесении  $N_{240}P_{140}K_{200}$  и поддержании предполивного уровня 90 % НВ – 94,4 %. Таким образом, использование уширенных до 1,0 м тоннельных укрытий дает больший эффект при своевременном обеспечении растений огурца водой и элементами минерального питания.

В свою очередь, переход на уширенные до 1,0 м тоннельные укрытия позволяет с большей эффективностью реализовать потенциал продуктивности культуры при усиленном минеральном и водном питании растений. Это хорошо видно из данных, приведенных в таблице 5.1. В вариантах с тоннельными укрытиями полу-метровой ширины прибавка урожая при повышении порога предполивной влажности почвы с 70 до 80 % НВ составила 1,7-7,0 т/га или 6,1-21,1 %, а в вариантах с уширенными до 1,0 м тоннельными укрытиями – 19,5-31,6 %. Прибавка урожайности от повышения дозы внесения минеральных удобрений в опыте также всегда была выше на участках, где использовали уширенные до 1,0 м тоннельные укрытия.

Таким образом, использование пленочных тоннельных укрытий шириной 1,0 м обеспечивает возможность получения планируемой, на уровне 70 т/га, урожайности рассадных огурцов. Для этого требуется внесением минеральных удобрений дозой  $N_{170}P_{100}K_{100}$  и поддержание порога предполивной влажности почвы на уровне 90 % НВ. При прочих равных условиях и поддержании предполивного уровня влажности почвы 80 % НВ урожайность огурцов формируется на уровне 67,1 т/га.

При внесении удобрений дозой  $N_{100}P_{60}K_0$  и использовании тоннельных укрытий с шириной 1,0 м, урожайность близкая к планируемому уровню (50 т/га), обеспечивалась даже при поддержании умеренного уровня водообеспечения (порог предполивной влажности почвы 70 % НВ). Повышение предполивного уровня до

80 % НВ, при прочих равных условиях, позволило увеличить урожайность до 54,0 т/га, а при поддержании порога предполивной влажности 90 % НВ – до 58,1 т/га.

Планируемого на уровне 90 т/га уровня урожайности рассадных огурцов в опыте достичь не удалось. Вместе с тем, сочетание порога предполивной влажности почвы 90 % НВ с внесением минеральных удобрений дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$  и использование широких тоннельных укрытий позволило получить до 83,8 т/га стандартных плодов огурца, что более, чем на 10 т/га больше, чем при внесении удобрений дозой  $N_{170}P_{100}K_{100}$ .

Рост растений и плодов огурца на участках, где были использованы тоннельные укрытия шириной 0,5 м, был заторможен в течение всего вегетационного периода, а развитие – ускоренным. В результате даже на самых обеспеченных водой и элементами минерального питания участках урожайность плодов не превышала 41,2-45,4 т/га. Анализ продукции показал, что при использовании тоннельных укрытий шириной 0,5 м ухудшается также качество плодов (таблица 5.2).

Исследования показали, что с повышением уровня водообеспечения и усилением режима минерального питания в плодах огурца снижалось содержание сухого вещества и суммы сахаров. При прочих равных условиях повышение порога предполивной влажности почвы с 70 до 80 % НВ снижало долю сухого вещества в плодах на 0,1-0,2 % и сахаров на 0,1-0,3 %. При повышении предполивного уровня с 70 до 90 % НВ доля сухого вещества в плодах огурца снижалась на 0,3-0,4 %, а сахаров – на 0,2-0,4 %. С увеличением дозы внесения минеральных удобрений в пределах  $N_{100}P_{60}K_0$  -  $N_{240}P_{140}K_{200}$  содержание сухого вещества и сахаров в плодах огурца снижалось на 0,2-0,4 %.

Переход на уширенные до 1,0 м тоннельные укрытия при равных условиях водообеспечения и минерального питания увеличивало содержание сухого вещества и сахаров в плодах на 0,1-0,3 %. Кроме того, выращивание рассадных огурцов в тоннельных укрытиях шириной 1,0 м имеет особое значение для обеспечения пищевой безопасности продукции.

Предельно допустимое содержание нитратов в плодах огурца, регламентируемое требованиями СанПиНа 2.3.2.1078-01, составляет 150 мг/кг сырого веса.

Таблица 5.2 – Качество плодов огурца при выращивании из рассады с использованием капельного орошения и временных пленочных укрытий

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предпочливаемой влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Содержание сухого вещества, %	Сахара, сумма, %	Содержание нитратов, мг/кг	Доля стандартной продукции, λ	Δ λ по фактору В		Δ λ по фактору А	
							в долях единицы	%	в долях единицы	%
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	4,5	2,1	96	0,72	-	-	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	4,7	2,3	42	0,91	-	-	0,19	26,4
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	4,5	1,9	82	0,74	0,02	2,8	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	4,6	2,1	37	0,96	0,05	5,5	0,22	29,7
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	4,4	1,9	76	0,75	0,03	4,2	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	4,4	2,0	34	0,98	0,07	7,7	0,23	30,7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	4,5	2,0	139	0,72	-	-	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	4,6	2,2	72	0,93	-	-	0,21	29,2
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	4,3	1,8	131	0,73	0,01	1,4	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	4,5	2,1	60	0,97	0,04	4,3	0,24	32,9
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	4,2	1,7	119	0,75	0,03	4,2	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	4,3	1,8	57	0,99	0,06	6,5	0,24	32,0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	4,3	1,9	177	0,71	-	-	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	4,5	2,2	97	0,93	-	-	0,22	31,0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	4,2	1,7	165	0,74	0,03	4,2	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	4,3	2,0	91	0,97	0,04	4,3	0,23	31,1
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	4,0	1,7	153	0,74	0,03	4,2	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	4,0	1,8	78	0,99	0,06	6,5	0,25	33,8

На практике при использовании минеральных удобрений концентрация нитратов в плодах может превышать 500 мг/кг сырого веса [51]. Опытами подтверждено, что с повышением уровня минерального питания содержание нитратов в плодах огурца резко возрастает. На участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 0,5 м, а минеральные удобрения вносили дозой  $N_{100}P_{60}K_0$ , содержание нитратов в плодах изменялось в пределах 76-96 мг/кг. При увеличении дозы удобрений до  $N_{170}P_{100}K_{100}$  концентрация нитратов в плодах огурца возросла до 119-139 мг/кг, а на фоне внесения удобрений дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$  – превысила допустимые значения (153-177 мг/кг при ПДК 150 мг/кг). Снижение концентрации нитратов в плодах с повышением уровня предполивной влажности почвы, которое составляет, в среднем, от 5 до 24 мг/кг сырого веса, не позволяет бороться с нитратами в продукции достаточно эффективно.

Опыты показали, что при переходе на уширенные до 1,0 м тоннельные укрытия содержание нитратов в плодах огурца снижается более, чем в 2 раза. Например, при внесении минеральных удобрений дозой  $N_{100}P_{60}K_0$  концентрация нитратов в плодах не превышала 34-72 мг/кг, при внесении  $N_{170}P_{100}K_{100}$  – 57-72 мг/кг, а при применении удобрений дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$  содержание нитратов находилось в пределах допустимых значений (78-97 мг/кг). Таким образом, использование тоннельных укрытий шириной 1,0 м позволяет интенсифицировать производство ранних огурцов с сохранением качества и пищевой безопасности продукции.

Еще одним важным показателем качества огурцов является выход продукции со свойствами, отвечающими требованиям установленных стандартов. В частности регламентируются размеры и пропорции плодов. Кроме того плоды должны быть не уродливыми, не большими, неповрежденными и т.д. Опыты показали, что доля стандартной продукции в урожае ранних огурцов существенно зависит от условий водного питания, режима минеральных подкормок и микроклимата, формирующегося в весенний период во временных пленочных укрытиях.

Во все годы исследований с повышением уровня предполивной влажности почвы доля стандартной продукции в урожае огурцов возрастала. На участках, где в весенний период для укрытия использовали пленочные тоннели шириной 0,5 м,

повышение порога предполивной влажности почвы с 70 до 80 % НВ обеспечивало увеличение выхода стандартной продукции с 71-72 % до 73-74 %, и до 75 % при проведении поливов для поддержания постоянного предполивного уровня 90 % НВ.

На участках, где для временного укрытия растений использовали тоннели шириной 1,0 м, даже при поддержании предполивного уровня 70 % НВ доля выхода стандартного урожая была не ниже 91-93 %. При этом повышение порога предполивной влажности почвы до 80-90 % НВ обеспечивало рост выхода стандартной продукции до 96-99%.

Таким образом, выращивание огурцов из рассады с использованием тоннельных укрытий шириной 1,0 м, при поддержании постоянного предполивного уровня 90 % НВ на фоне применения минеральных удобрений дозой  $N_{170}P_{100}K_{100}$ , обеспечивает гарантированное получение не менее 70 т/га плодов огурца высокого товарного качества.

## **5.2 Эффективность использования воды на формирование урожая при капельном орошении рассадных огурцов**

Исследования показали, что увеличение урожайности рассадных огурцов связано с необходимостью повышения затрат оросительной воды в течение вегетационного периода. Объясняется это увеличением продолжительности поливного сезона в совокупности с интенсификацией поливного режима огурцов на более продуктивных вариантах. Затраты оросительной воды, в свою очередь, в полной мере определяются суммарным водопотреблением культуры. Получается, что рост продуктивности огурцов в рассадной культуре тесно связан с увеличением суммарного водопотребления, а это в свою очередь, определяет необходимость интенсификации режима орошения и повышения требований к эксплуатационной надежности систем капельного орошения. Последнее подтверждается результатами полевого эксперимента и практикой возделывания овощных культур при капельном орошении. Поэтому, в качестве обобщающего критерия эффективности

капельного орошения рассадных огурцов целесообразно использовать уровень удельных затрат воды на формирование урожая.

В таблице 5.3 представлены расчетные значения коэффициента водопотребления для рассадных огурцов, полученные по данным полевого эксперимента.

Исследованиями доказано, что переход на широкие (1,0 м) тоннельные укрытия является эффективным мероприятием с точки зрения уменьшения затрат водных ресурсов на формирование урожая огурцов. По отношению к контролю, где использовали тоннельные укрытия полуметровой ширины, коэффициент водопотребления огурца снижался на 17,2-24,8 %. В результате на участках, где огурцы выращивали с использованием уширенных до 1,0 м тоннельных укрытий, на формирование тонны урожая затрачивалось, в среднем, 36,7-51,0 м<sup>3</sup> воды. Как видно, диапазон приведенных данных достаточно широк, что обусловлено влиянием факторов водообеспечения и режима минерального питания.

Анализ опытных данных методом регрессионного анализа позволил подобрать математическую форму зависимости и количественно интерпретировать изменения коэффициента водопотребления огурцов при разных режимах обеспечения растений водой и элементами минерального питания. Для описания данных, полученных на участках, где использовали уширенные (до 1,0 м) тоннельные укрытия, наиболее подходящей оказалась следующая зависимость:

$$k = a + b \cdot Y_{NPK} + c \cdot q_{\%НВ} + d \cdot Y_{NPK}^2 + e \cdot q_{\%НВ}^2 + f \cdot Y_{NPK} \cdot q_{\%НВ}, \quad (5.4)$$

где  $k$  – коэффициент водопотребления огурца, м<sup>3</sup>/га,  $Y_{NPK}$  – планируемый при расчете доз минеральных удобрений уровень продуктивности огурцов, т/га,  $q_{\%НВ}$  – уровень предполивной влажности почвы, % НВ. Параметры уравнения,  $a=233,4$ ,  $b=-0,8$ ,  $c=-3,6$ ,  $d=0,006$ ,  $e=0,02$ ,  $f=-0,0027$ , определены методом регрессионного анализа. Коэффициент детерминации данной зависимости составляет 0,94, уровень значимости коэффициента детерминации 0,01.

График зависимости представлен на рисунке 5.3, из которого видно, что с усилением режима минерального питания и повышением предполивного порога влажности почвы эффективность использования воды на формирование урожая возрастала.



Таблица 5.3 – Эффективность использования воды на формирование урожая рассадных огурцов в зависимости от условий водного, минерального питания и конструктивных параметров временных тоннельных укрытий, м<sup>3</sup>/т

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Коэффициент водопотребления, к, м <sup>3</sup> /т				Δ к по фактору В		Δ к по фактору А	
			2010 г	2011 г	2012 г	Среднее	м <sup>3</sup> /т	%	м <sup>3</sup> /т	%
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	59,9	52,6	72,4	61,6	-	-	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	47,2	49,0	56,7	51,0	-	-	-10,6	-17,2
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	60,9	50,9	74,8	62,2	0,6	1,0	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	45,1	43,5	51,9	46,8	-4,2	-8,2	-15,4	-24,8
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	59,7	48,7	68,8	59,1	-2,5	-4,1	-	-
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	47,5	43,7	49,6	46,9	-4,1	-8,0	-12,2	-20,6
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	55,9	46,5	67,6	56,7	-	-	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	44,3	42,1	49,9	45,4	-	-	-11,3	-19,9
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	48,8	45,7	62,6	52,4	-4,3	-7,6	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	38,1	37,2	43,5	39,6	-5,8	-12,8	-12,8	-24,4
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	51,0	44,2	57,7	51,0	-5,7	-10,1	-	-
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	38,4	36,3	42,6	39,1	-6,3	-13,9	-11,9	-23,3
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	49,7	45,7	64,3	53,2	-	-	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	41,7	39,9	47,4	43,0	-	-	-10,2	-19,2
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	48,4	43,4	56,4	49,4	-3,8	-7,1	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	37,4	34,1	42,5	38,0	-5,0	-11,6	-11,4	-23,1
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	48,2	43,2	54,9	48,8	-4,4	-8,3	-	-
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	36,8	33,2	40,2	36,7	-6,3	-14,7	-12,1	-24,8

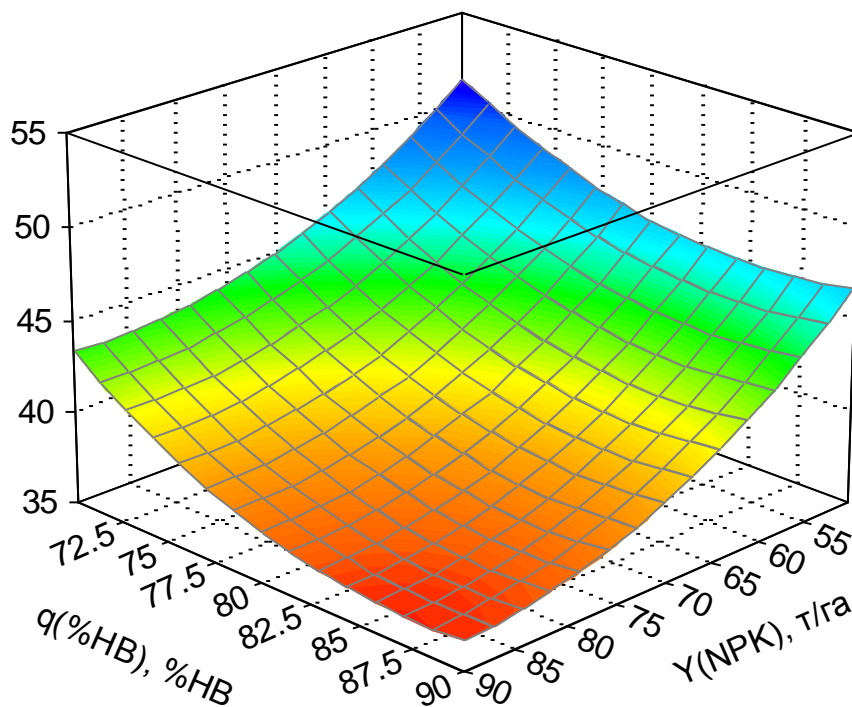


Рисунок 5.3 - График областей влияния уровня минерального питания и режима водообеспечения на коэффициент водопотребления рассадных огурцов при выращивании с использованием тоннельных укрытий шириной 1,0 м

В вариантах, где использовали уширенные тоннельные укрытия, повышение порога предполивной влажности почвы с 70 до 80 % НВ сопровождалось снижением коэффициента водопотребления огурцов на 4,2 м<sup>3</sup>/т или 8,2 % при внесении минеральных удобрений дозой N<sub>100</sub>P<sub>60</sub>K<sub>0</sub>, на 5,8 м<sup>3</sup>/т или 12,8 % - при внесении N<sub>170</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub> и на 5,0 м<sup>3</sup>/т или 11,6 % - при внесении удобрений дозой N<sub>240</sub>P<sub>140</sub>K<sub>200</sub>. Еще в большей степени значения коэффициента водопотребления огурца снижались при повышении порога предполивной влажности почвы до 90 % НВ. Совместное применение минеральных удобрений дозой N<sub>100</sub>P<sub>60</sub>K<sub>0</sub> и повышение предполивного уровня влажности почвы с 70 до 90 % НВ позволило снизить коэффициент водопотребления огурцов на 8,0 %. На фоне внесения удобрений дозой N<sub>170</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub> такое же усиление режима водообеспечения позволило снизить коэффициент водопотребления огурцов на 6,3 м<sup>3</sup>/т или 13,9 %, а при внесении удобрений дозой N<sub>240</sub>P<sub>140</sub>K<sub>200</sub> – эффект составил 14,7 %. Таким образом, увеличение

уровня предполивной влажности почвы с 70 до 90 % НВ, повышает эффективность использования воды на формирование урожая огурцов тем больше, чем интенсивней режим минерального питания.

В вариантах с тоннельными укрытиями полуметровой ширины при повышении порога предполивной влажности почвы с 70 до 80 % НВ коэффициент водопотребления огурца снижался не более, чем на 1,0-7,6 %. Снижение отклика огурцов на улучшение условий водообеспечения при использовании временных тоннельных укрытий шириной 0,5 м, подтверждается также результатами регрессионного анализа. Зависимость, полученная в результате регрессионного анализа данных эксперимента с участков, где использовали тоннельные укрытия шириной 0,5 м, имеет следующий вид:

$$k = a + b \cdot Y_{NPK} + c \cdot q_{\%НВ} + d \cdot Y_{NPK}^2 + e \cdot q_{\%НВ}^2 + f \cdot Y_{NPK} \cdot q_{\%НВ}, \quad (5.5)$$

где  $k$  – коэффициент водопотребления огурца, м<sup>3</sup>/га,  $Y_{NPK}$  – планируемый при расчете доз минеральных удобрений уровень продуктивности огурцов, т/га,  $q_{\%НВ}$  – уровень предполивной влажности почвы, % НВ. Параметры уравнения,  $a=129,4$ ,  $b=-0,89$ ,  $c=-0,68$ ,  $d=0,006$ ,  $e=0,004$ ,  $f=-0,0024$ , определены методом регрессионного анализа. Коэффициент детерминации данной зависимости составляет 0,89, уровень значимости коэффициента детерминации 0,01.

График зависимости представлен на рисунке 5.4, из которого видно, что отклик функции при использовании тоннельных укрытий шириной 0,5 м, имеет существенно меньшую силу.

Исследования показали, что доза минеральных удобрений, внесенная под планируемый урожай плодов огурца, также оказывает влияние на эффективность расходования водных ресурсов при капельном орошении. В опытах при повышении дозы удобрений с  $N_{100}P_{60}K_0$  до  $N_{170}P_{100}K_{100}$  на участках с тоннельными укрытиями шириной 0,5 м значения коэффициента водопотребления огурцов снизились, в среднем, на 7,9 -15,7 %, а на участках с широкими тоннельными укрытиями – на 10,9-16,6 %. При повышении дозы удобрений с  $N_{100}P_{60}K_0$  до  $N_{240}P_{140}K_{200}$  в вариантах с тоннельными укрытиями шириной 1,0 м значения коэффициента водопотребления снизились на 15,7-21,7 %.

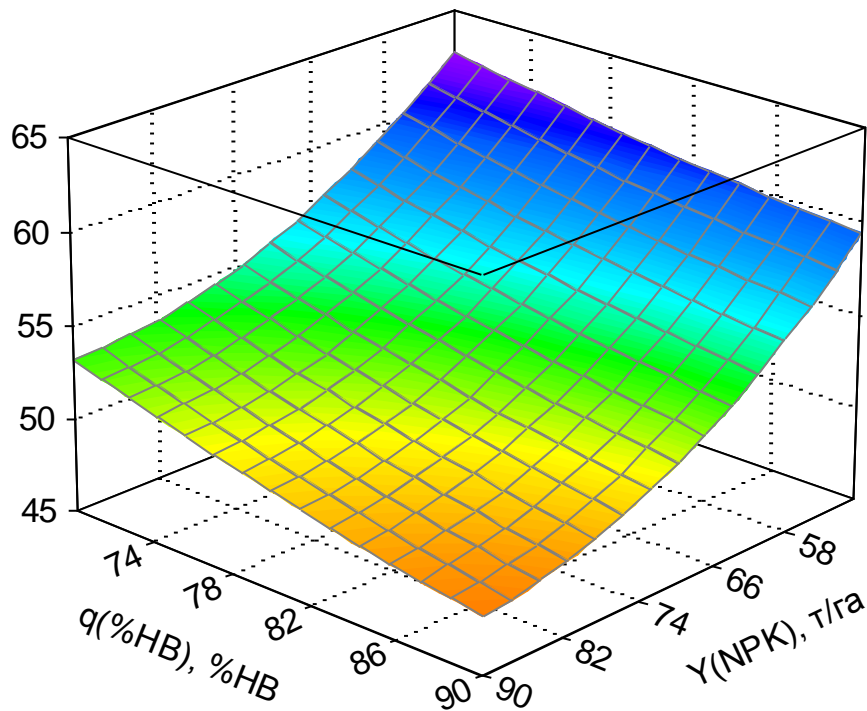


Рис. 5.4 - График областей влияния уровня минерального питания и режима водообеспечения на коэффициент водопотребления рассадных огурцов при выращивании с использованием тоннельных укрытий шириной 0,5 м

Наиболее эффективно на формирование урожая огурцов вода в опытах расходовалась при поддержании постоянного порога предполивной влажности почвы 90 % НВ в сочетании с внесением минеральных удобрений дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$  на участках, где для укрытия растений в весенний период использовали пленочные тоннели шириной 1,0 м. В среднем за годы исследований на формирование тонны плодов огурца здесь затрачивалось не более  $36,7 \text{ м}^3$  воды.

Однако расчеты показали, что эффективность расходования воды на формирование урожая рассадных огурцов существенно зависит от природных нерегулируемых факторов. В 2011 году вода на формирование урожая по всем вариантам использовалась наиболее эффективно, а в 2012 году – наименее эффективно. В 2012 году значения коэффициента водопотребления рассадных огурцов увеличились на 15,7-47,0 % в сравнении с 2011 годом; эффективность использования воды на формирование урожая, соответственно, снизилась. Однако и в изменении значе-

ний коэффициента водопотребления по годам исследований наблюдалась определенная закономерность. На участках, где использовали полуметровые тоннельные укрытия значения коэффициента водопотребления в 2012 году по отношению к 2011 году увеличились на 27,1-47,0 %, тогда как при использовании тоннельных укрытий шириной 1,0 м – не более, чем на 13,5-24,6 %. Таким образом, переход на способ возделывания огурцов в тоннельных укрытиях шириной 1,0 м позволяет не только повысить эффективность расходования воды на формирование урожая, но и добиваться наилучших результатов в годы со сложными погодными условиями.

Таким образом, оптимальный режим водообеспечения рассадных огурцов при использовании капельного орошения и временных пленочных укрытий тоннельного типа должен обеспечивать поддержание предполивной влажности почвы в слое 0,5 м не ниже 90 % НВ. В совокупности с применением минеральных удобрений дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$  это позволяет получить до 80 т/га плодов огурца в ранние сроки при минимальных, 33,2-40,2 м<sup>3</sup>/т, затратах воды на формирование урожая. На фоне применения минеральных удобрений дозой  $N_{170}P_{100}K_{100}$ , поддержание постоянного предполивного уровня, 90 % НВ, в сочетании с использованием пленочных тоннельных укрытий шириной не менее 1,0 м, позволяет получать гарантированный урожай стандартных плодов не ниже 70 т/га, при средних затратах воды на формирование урожая не более 36,3-42,6 м<sup>3</sup>/т.

### **5.3 Экономическая эффективность капельного орошения рассадных огурцов при выращивании с использованием тоннельных укрытий**

Расчеты экономической эффективности капельного орошения рассадных огурцов при выращивании с использованием тоннельных укрытий проводили в ценах, сложившихся на 1 июля 2012 года. Цена реализации готовой продукции дифференцирована по срокам поступления в соответствии с официальными данными Росстата [121]. Учитывалось, что первые сборы плодов огурца проводятся уже в конце мая, а весь период плодоношения дифференцировали подекадно. В сово-

купности это позволило определить среднестатистические закупочные цены на свежие огурцы для каждой декады плодоношения в отдельности. Для первой декады плодоношения цена реализации готовой продукции составила 41,2 руб./кг (рисунок 5.5). Уже во вторую декаду плодоношения цена реализации огурцов снизилась до 33,1 руб./кг, и в последующие периоды снижалась еще более динамично.

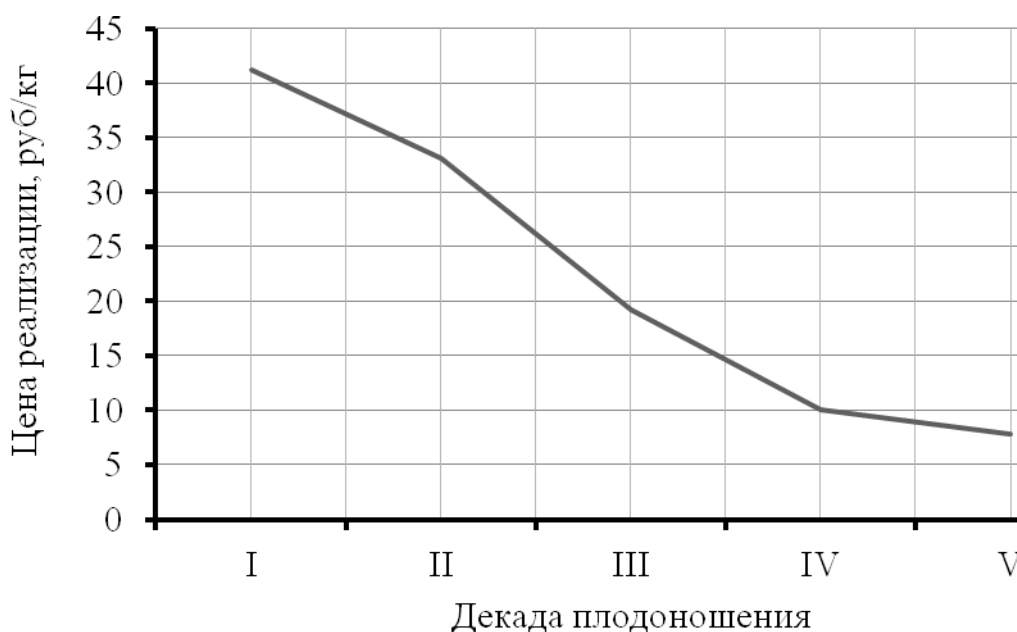


Рисунок 5.5 - Динамика цены реализации на готовую продукцию для ранних огурцов подекадно

В третью декаду плодоношения огурцов среднестатистическая цена реализации огурцов в регионе составила 19,2 руб./кг, а в четвертую декаду – упала до 10,1 руб./кг. Падение цены реализации на готовую продукцию объективно связано с сезонными особенностями производства огурцов и началом массового поступления свежей продукции с открытого грунта. В пятую декаду плодоношения цена реализации огурцов сельскохозяйственными организациями не превышала 7,8 руб./кг.

При расчете экономических показателей эффективности выращивания огурцов из рассады с использованием временных пленочных укрытий и капельного орошения учитывали, что не весь собранный урожай отвечает требованиям стандарта качества. Поэтому в расчетах использовали данные по поступлению плодов толь-

ко стандартного качества. Кроме того, урожай огурцов с завышенной концентрацией нитратов в плодах (выше ПДК = 150 мг/кг) не принимался к реализации. Урожайность стандартной продукции на таких вариантах приравнивалась к нулю.

В таблице 5.4 представлены средние за годы исследований данные по динамике формирования урожая огурцов стандартного качества. Установлено, что уже с первой декады плодоношения сборы стандартной плодов огурца существенно различались на участках, где использовали тоннельные пленочные укрытия шириной 0,5 и 1,0 м. На участках, где минеральные удобрения вносили дозой  $N_{100}P_{60}K_0$  и  $N_{170}P_{100}K_{100}$ , в зависимости от условий водообеспечения за первую декаду плодоношения было собрано от 8,5 до 11,0 т/га плодов огурца стандартного качества при использовании тоннелей шириной 0,5 м и до 12,7-18,2 т/га стандартных плодов – при использовании уширенных до 1,0 м тоннелей. При внесении минеральных удобрений дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$  сборы стандартных плодов в первую декаду плодоношения на участках с тоннельными укрытиями шириной 1,0 м достигли 16,0-19,0 т/га, тогда как с участков, где использовали тоннельные пленочные укрытия шириной 0,5 м, урожай был забракован по причине превышения ПДК содержания нитратов.

Во вторую декаду плодоношения было учтено от 10,2 до 14,2 т/га огурцов стандартного качества на участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 0,5 м и до 15,5-24,8 т/га стандартных плодов при использовании уширенных до 1,0 м тоннелей. Наибольшие урожаи стандартной продукции, 23,4-24,8 т/га, были получены при поддержании постоянного предполивного уровня влажности почвы не ниже 90 % НВ в сочетании с внесением минеральных удобрений дозой  $N_{170}P_{100}K_{100}$  или  $N_{240}P_{140}K_{200}$  на участках, где использовали уширенные до 1,0 м тоннельные укрытия. На участках с тоннельными укрытиями шириной 0,5 м при внесении минеральных удобрений дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$  урожай огурцов был забракован из-за превышения ПДК нитратов и во вторую и в третью декады плодоношения.

На участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 0,5 м урожай стандартных плодов, собранных в третью декаду плодоношения не превышал 1,4-

5,0 т/га, тогда как при использовании пленочных укрытий шириной 1,0 м - сохранялся на уровне 11,1-20,5 т/га. Начиная с четвертой декады, сборы урожая проводили только на участках, где использовали уширенные до 1,0 м тоннельные укрытия; в среднем, собирали от 1,8 до 14,0 т/га стандартных плодов огурца. В этот период выявлена максимальная зависимость урожайности стандартных плодов огурца от условий водного и минерального питания. Например, при внесении удобрений дозой  $N_{100}P_{60}K_0$  и поддержании умеренного водообеспечения (70 % НВ) за декаду было собрано не более 1,8 т/га стандартных плодов, при поддержании постоянного предполивного уровня 80 % НВ в сочетании с внесением  $N_{170}P_{100}K_{100}$  урожайность стандартных плодов достигла 8,1 т/га, а при проведении поливов для поддержания предполивного уровня не ниже 90 % НВ в сочетании с внесением удобрений дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$  – было получено 14,0 т/га за декаду.

В пятую декаду от начала плодоношения стандартный урожай был получен только на участках, где порог предполивной влажности почвы поддерживали не ниже 90 % НВ, а минеральные удобрения вносили дозой  $N_{170}P_{100}K_{100}$  или  $N_{240}P_{140}K_{200}$ .

Реализация собранной продукции проводилась в день сбора, поэтому в расчетах к учету принимался весь собранный за декаду урожай.

Расчеты показали, что за первые две декады плодоношения было получено 73,7-96,2 % всей выручки от продажи огурцов стандартного качества (табл. 5.4). В зависимости от сочетания условий выращивания в вариантах опыта за период плодоношения собиралось и реализовывалось стандартной продукции на сумму от 714,7 до 2175,0 тыс. руб./га.

Выращивание ранних огурцов из рассады с использованием временных пленочных укрытий не требует капитальных вложений, но является весьма затратной технологией в плане расходования оборотных средств. Это подтвердили результаты наших расчетов (таблица 5.5). При расчёте расходов на выращивание рассадных огурцов учитывались затраты на материалы и монтаж тоннельных укрытий, на приобретение и монтаж системы капельного орошения, на подготовку и высадку рассады.



Таблица 5.4 – Формирование притока денежных средств от реализации урожая стандартного качества

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Урожайность стандартных плодов огурца с учетом требований пищевой безопасности, т/га					Динамика поступления денежных средств от реализации продукции, тыс. руб./га					Всего
			Декада плодоношения					Декада					
			I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	8,5	10,2	1,4	0,0	0,0	350,2	337,6	26,9	0	0	714,7
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	12,7	15,5	11,1	1,8	0,0	523,2	513,1	213,1	18,2	0	1268
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	8,8	10,6	2,5	0,0	0,0	362,6	350,9	48	0	0	761,5
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	14,1	18,1	13,9	5,7	0,0	580,9	599,1	266,9	57,6	0	1505
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	9,4	11,6	3,3	0,0	0,0	387,3	384	63,4	0	0	834,7
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	15,3	19,5	14,3	7,8	0,0	630,4	645,5	274,6	78,8	0	1629
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	9,5	11,2	1,6	0,0	0,0	391,4	370,7	30,7	0	0	792,8
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	15,4	16,8	13,3	3,0	0,0	634,5	556,1	255,4	30,3	0	1476
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	10,0	12,4	4,5	0,0	0,0	412	410,4	86,4	0	0	908,8
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	17,4	22,4	17,2	8,1	0,0	716,9	741,4	330,2	81,8	0	1870
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	11,0	14,2	5,0	0,0	0,0	453,2	470	96	0	0	1019
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	18,2	23,4	18,5	11,5	1,2	749,8	774,5	355,2	116,2	9,4	2005
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	16,0	18,7	14,3	4,2	0,0	659,2	619	274,6	42,4	0	1595
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	17,9	23,1	18,1	12,1	1,8	737,5	764,6	347,5	122,2	14	1986
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	19,0	24,8	20,5	14,0	4,7	782,8	820,9	393,6	141,4	36,7	2175

Таблица 5.5 - Экономическая эффективность возделывания рассадных огурцов при капельном орошении с использованием временных тоннельных укрытий

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Затраты, руб./га				Выручка, руб/га	Чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
			Всего	в том числе на					
				Материалы и монтаж тоннельных укрытий	Приобретение и монтаж системы капельного орошения	Подготовку и высадку рассады			
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	564560	75570	65000	283500	714700	150140	26,6
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	669110	131420	97000	283500	1267600	598490	89,4
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	567760	75570	65000	283500	761500	193740	34,1
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	672810	131420	97000	283500	1504500	831690	123,6
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	570960	75570	65000	283500	834700	263740	46,2
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	676510	131420	97000	283500	1629300	952790	140,8
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	572220	75570	65000	283500	792800	220580	38,5
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	676770	131420	97000	283500	1476300	799530	118,1
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	575420	75570	65000	283500	908800	333380	57,9
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	680470	131420	97000	283500	1870300	1189830	174,9
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	578620	75570	65000	283500	1019200	440580	76,1
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	684170	131420	97000	283500	2005100	1320930	193,1
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	579885	75570	65000	283500	0	-579885	-100
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	684435	131420	97000	283500	1595200	910765	133,1
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	583085	75570	65000	283500	0	-583085	-100
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	688135	131420	97000	283500	1985800	1297665	188,6
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	586285	75570	65000	283500	0	-586285	-100
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	691835	131420	97000	283500	2175400	1483565	214,4

Затраты на материалы для тоннельных укрытий различались в зависимости от применяемой конструкции. При использовании пленочных каркасных укрытий шириной 0,5 м на материалы и монтаж тоннелей затрачивалось 75,57 тыс. руб., тогда как для сооружения укрытий уширенной до 1,0 м конструкции требовалось затратить 131,42 тыс. руб./га.

В вариантах с разной конструкцией тоннельных укрытий применялись разные схемы раскладки поливных капельных трубопроводов. При использовании стандартной конструкции тоннелей шириной 0,5 м для полива двухстрочной ленты огурцов использовали одну капельную линию. В этом случае затраты на приобретение и монтаж системы капельного орошения не превышают 65 тыс. руб./га. При использовании уширенных до 1,0 м конструкций тоннелей для полива двухстрочной ленты растения огурца использовали два капельных поливных трубопровода. На приобретение и монтаж системы капельного орошения в этом варианте затрачивалось 97 тыс. руб./га.

Наибольшие затраты требовались на подготовку и высадку рассады огурца. Это связано, прежде всего, с необходимостью использования высокотехнологичных тепличных сооружений для выращивания рассады, а также обусловлено высокой стоимостью качественных семян огурца, стоимостью расходных материалов (грунт, удобрения и т.д.), трудоемкостью операций. Безусловно, есть возможности снижения затрат на выращивание огуречной рассады при комплексной механизации процесса, так как кассетные технологии это позволяют. Но в наших опытах для выращивания рассады использовался ручной труд, поэтому и расчеты были проведены из расчета затрат на использование ручного труда. Затраты на выращивание, комплектовку и высадку рассады с учетом необходимости временного раскрытия пленочных укрытий составили 283,5 тыс. руб. Всего на реализацию технологии выращивания рассадных огурцов с использованием временных пленочных укрытий и капельного орошения составили 564,56-691,835 тыс. руб./га.

Из приведенных в таблице 5.5 результатов расчетов видно, что затраты на выращивание рассадных огурцов при капельном орошении окупаются поступлением выручки от продажи стандартной продукции. В опытах выручка от реализации

продукции покрывала расходы на всех вариантах. Однако величина чистого дохода и рентабельность производства существенно различалась по вариантам опыта. На участках, где использовали тоннельные укрытия шириной 0,5 м, рентабельность выращивания рассадных огурцов была в 2,5-3,6 раза меньше, чем при использовании уширенных до 1,0 м тоннелей. Например, на участках с умеренным режимом водообеспечения (70 % НВ) на фоне внесения минеральных удобрений дозой  $N_{100}P_{60}K_0$  при использовании тоннелей шириной 0,5 м было получено 150,14 тыс. руб./га чистого дохода, а при использовании конструкций с шириной у основания 1,0 м – 598,49 тыс. руб. чистого дохода. Улучшение условий водообеспечения и усиление режима минерального питания огурцов сопровождалось ростом доходности производства. При повышении порога предполивной влажности почвы до 80 % НВ и внесении минеральных удобрений дозой  $N_{170}P_{100}K_{100}$  с вариантов, где использовали тоннельные укрытия шириной 0,5 м, было получено 333,38 тыс. руб./га чистого дохода, а при использовании уширенных до 1,0 м укрытий – 1189,8 тыс. руб./га. Рентабельность производства составила соответственно 57,9 и 174,9 %. Наибольшую потенциальную доходность рассадные огурцы обеспечивают при внесении минеральных удобрений дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$ . На участках, где при внесении удобрений такой дозой использовали уширенные до 1,0 м тоннельные укрытия, рентабельность выращивания ранних огурцов из рассады составила 133,1 % при поддержании умеренного режима водообеспечения (70 % НВ), 188,6 % - при поддержании постоянного предполивного уровня 80 % НВ и 214,4 % - при поддержании порога предполивной влажности почвы не ниже 90 % НВ. Вместе с тем, при внесении удобрений такой дозой возникает опасность накопления излишков нитратов в плодах огурца, в результате чего продукция бракуется. Исследования показали, что условия для накопления излишков нитратов в плодах огурца создаются при внесении удобрений дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$  в сочетании с использованием для укрытия в весенний период пленочных укрытий шириной 0,5 м. В результате, все затраты на выращивание огурцов на участках этих вариантов были сделаны впустую; убыточность производства составила 100 %, убытки достигали 579,885- 586,285 тыс. руб./га.

## Заключение

1. Оптимизация водного и пищевого режимов почвы в сочетании с использованием для укрытия в ранневесенний период уширенных до 1,0 м пленочных тоннелей позволяет ввести рассадную культуру огурца в промышленное производство для решения проблемы обеспечения населения ранней овощной продукцией.

2. При укрытии грунта пленочными тоннелями шириной 1,0 м минимальные значения температуры почвы уже через 7-10 суток увеличиваются на 4,0-5,6 °С по отношению температуре почвы под укрытиями шириной 0,5 м. При этом в слое 0,2 м температура почвы достигает 11,4-18,5 °С, что обеспечивает приживаемость рассады на уровне 97,0-98,4 % быструю адаптацию и сильный начальный рост растений. При использовании тоннельных укрытий шириной 0,5 м в ночной период температуры почвы снижается до 4,6-9,3 °С, что сопровождается увеличением доли не прижившейся рассады до 21,5-23,1 % и развитием в последующем агроценоза с долей нетипичных (недоразвитых) растений до 14,7-16,5 %.

3. Поддержание порога предполивной влажности почвы на уровне 80 % НВ при возделывании рассадных огурцов с укрытием в ранневесенний период уширенными до 1,0 м пленочными тоннелями обеспечивается проведением 8-14 капельных поливов по 180 м<sup>3</sup>/га с расходом оросительной воды за вегетационный период, в среднем до 1860-2220 м<sup>3</sup>/га. Для поддержания предполивного уровня влажности почвы не ниже 90 % НВ при возделывании рассадных огурцов с укрытием в ранневесенний период уширенными до 1,0 м пленочными тоннелями требуется проведение до 19-29 капельных поливов по 90 м<sup>3</sup>/га с общим расходом оросительной воды, в среднем, до 2040-2340 м<sup>3</sup>/га.

4. Оросительная вода составляет, в среднем, 69,5-77,8 % приходной части баланса почвенной влаги при возделывании рассадных огурцов с использованием временных тоннельных укрытий. Суммарное водопотребление рассадных огурцов достигает 1703-2093 м<sup>3</sup>/га при использовании тоннельных укрытий шириной 0,5 м и до 2297-3090 м<sup>3</sup>/га – при использовании уширенных до 1,0 м пленочных тоннелей.

5. Использование при возделывании огурцов из рассады уширенных до 1,0 тоннельных укрытий позволяет, в среднем, на 2-3 суток ускорить прохождение

периода «высадка рассады – начало цветения» и на 1-2 суток - периода «цветение – начало плодоношения», что обеспечивает получение первой продукции на 3-5 суток раньше, чем при возделывании в тоннельных укрытиях шириной 0,5 м. При этом продолжительность периода плодоношения рассадных огурцов при использовании уширенных (до 1,0 м) пленочных укрытий увеличивается на 7-16 суток, что является главным фактором реализации потенциала продуктивности культуры.

6. Поддержание постоянного предполивного порога влажности почвы не ниже 80 % НВ в совокупности с применением минеральных удобрений дозой  $N_{170}P_{100}K_{100}$  и использованием для укрытия растений в ранневесенний период уширенных до 1,0 м пленочных тоннелей позволяет собрать до 17,9 т/га плодов огурца уже в первую декаду плодоношения. При этом, сохранение динамики плодоношения на уровне 2,31 т/га в сут. во вторую декаду плодоношения, на уровне 1,78 т/га в сут. – в третью, и не ниже 0,90 т/га в сут. – в четвертую позволяет получать гарантированный урожай плодов огурца не ниже 70 т/га. При поддержании предполивной влажности почвы не ниже 90 % НВ в сочетании с внесением удобрений дозой  $N_{240}P_{140}K_{200}$  обеспечивается возможность получения до 80 т/га плодов огурца с наименьшими ( $36,7 \text{ м}^3/\text{т}$ ) затратами воды на формирование урожая.

7. Наибольшую гарантированную экономическую эффективность, с уровнем рентабельности производства 193,1 %, можно получить при внесении минеральных удобрений дозой, не более  $N_{170}P_{100}K_{100}$ , поддержании постоянного предполивного уровня влажности почвы не менее 90 % НВ и использовании для укрытия растений в ранневесенний период уширенных до 1,0 м пленочных тоннелей. При прочих равных условиях повышение дозы минеральных удобрений до  $N_{240}P_{140}K_{200}$  обеспечивает возможность повышения рентабельности до 214,4 %, но увеличивает риск превышения ПДК нитратов в плодах и формирования убыточного производства.

Рекомендации производству:

– для укрытия растений в ранневесенний период использовать пленочные тоннели с шириной поперечного сечения у основания не менее 1,0 м, чем обеспечи-

вается благоприятный микроклимат и динамика температуры почвы, наилучшие показатели приживаемости рассады и формирования огуречного агроценоза;

– поддерживать постоянный в течение вегетационного периода огурца порог предполивной влажности почвы не ниже 90 % НВ, для чего необходимо проведение 19-29 капельных поливов с общими затратами оросительной воды до 2040-2340 м<sup>3</sup>/га;

– для получения гарантированных урожаев экологически безопасных плодов огурца не ниже 70 т/га минеральные удобрения вносить расчетной дозой N<sub>170</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub>, что позволяет получать продукцию с содержанием нитратов в 3 раза ниже предельно допустимой концентрации (ПДК);

– при ориентировании производства на максимальную экономическую прибыль минеральные удобрения вносить дозой N<sub>240</sub>P<sub>140</sub>K<sub>200</sub> в сочетании с обязательным поддержанием постоянного предполивного уровня 90 % НВ и укрытием растений в ранневесенний период уширенными до 1,0 м пленочными тоннелями, чем обеспечивается формирование 80 т/га плодов огурца с содержанием нитратов в пределах ПДК.

#### Перспективы дальнейшей разработки темы

В перспективе дальнейшая разработка темы видится в расширении состава сортов и гибридов огурца, в том числе – кустовых типов, использование которых позволит обеспечить технологичность при уборке ранней продукции; целесообразно апробировать новейшие средства химической защиты растений от корневых гнилей, а также изучить эффективность альтернативных материалов для укрытия временных тоннелей.

### Литература:

1. Агроклиматический справочник по Волгоградской области. - Л.: Гидрометеиздат, 1967.- 143 с.
2. Агротехнические советы колхозам и совхозам: выращивайте огурцы под пленкой / Н.В. Борисов. – М.: МСХ СССР, 1985. - 1 с.
3. Алексеева, В.С. Хозяйственно ценные признаки и селекция огурца и баклажана в условиях Нижнего Поволжья / В.С. Алексеева – М, 1989. - 16 с.
4. Алексеева, К.Л. Защита огурца от корневых гнилей при совместном действии биопрепаратов и регуляторов роста / К.Л. Алексеева, Н.А. Аникеева // Аграрный вестник Урала, 2009. – N 11. - С. 49-50
5. Алексеева, К.Л. Оптимизация технологий овощеводства в открытом и защищенном грунтах / К.Л. Алексеева, Ю.М. Андреев, Ф.С. Джалилов, Д.В. Пацурия. – Москва: Изд-во РГАУ - МСХА им. К. А. Тимирязева, 2011. - 307 с.
6. Алпатьев, А.М. Влагооборот культурных растений / А.М. Алпатьев - Л.: Гидрометеиздат, 1954. - 248 с.
7. Алпатьев, С.М. Методические указания по расчетам режимов орошения сельскохозяйственных культур на основе биоклиматического метода / С.М. Алпатьев – Киев, 1967. – 30 с.
8. Антонова, О.И. Практикум по агрохимии: учебное пособие / О.И. Антонова – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2012. - 85 с.
9. Астапов, С.В. Мелиоративное почвоведение (практикум) / С.В. Астапов. - М.: Сельхозиздат, 1968. - 412 с.
10. Аутко, А.А. Технологии возделывания овощных культур/ А.А. Аутко. – Минск: Красико-Принт, 2001. - 271 с.
11. Аутко, А.А. Приоритеты современного овощеводства / А.А. Аутко, Г.И. Гануш, Н.Н. Долбик. – Минск: Технопринт, 2003. - 156 с.
12. Бабаев, Х.Ю. Оптимизация минерального питания огурцов и томатов с целью предотвращения накопления нитратов в плодах. – Баку, 1990. - 23 с.
13. Балан А.Г., Ермакова В.Е., Ефимов И.Т., Голованов А.И., Голованов А.И. Мелиоративное земледелие : Учебник для студентов высших сельскохозяйствен-



ных учебных заведений по специальностям "Гидромелиорация" и "Агрономия" / Х.Ю. Бабаев. – М.: Агропромиздат, 1986. - 328 с.

14. Батсух, Р. Некоторые результаты исследования технологических свойств разных сортов огурца / Р. Батсух // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2011. – № 3. – С. 118-122.

15. Бексеев, Ш.Г. Огурец / Ш.Г. Бексеев. – СПб.: Лениздат, 1996. - 93 с.

16. Белик, В.Ф. Овощные культуры: справочник / В.Ф. Белик. – Москва: Росагропромиздат, 1988. - 351 с.

17. Белик, В.Ф. Огурцы / В.Ф. Белик. – М.: Сельская новь, 2001. - 65 с.

18. Белик, В.Ф. Самые ранние овощи/ В.Ф. Белик. – М.: Сельская новь, 1999. - 112 с.

19. Беридзе, Т.Х. Огурец / Т.Х. Беридзе, В.П. Зверева. – Пермь: Кн. изд-во, 1980. - 48 с.

20. Богданов, В.Л. Мелиоративное почвоведение и земледелие / В.Л. Богданов, Г.Н. Кислякова. – М: Колос., 1992. - 225 с.

21. Болотских, А.С. Промышленное производство огурцов / А.С. Болотских, Е.Г. Даус. – М.: Колос, 1983. - 205 с.

22. Борисов, А.В. Огурец и температура / А.В. Борисов, О.Н. Крылов // Картофель и овощи. - 1998.- № 2.- С. 37-38.

23. Будынков, Н.И. Исследование ростостимулирующих свойств препарата Превикур 607ВК на рассаде тепличного огурца / Н.И. Будынков, С.Н. Михалева, В.В. Курилов, В.Н. Юваров, А.Ф. Горелов // Гавриш. – 2008. – № 2. – С. 26-28

24. Бураков, Д.А. Методы расчета поливных норм для условий земледельческой зоны Красноярского края, Сухобузимский район / Д.А. Бураков // Проблемы современной аграрной науки. - Красноярск, 2011. - С. 36-38

25. Вайсман, С.Я. Особенности роста, развития и продуктивность сортов огурца при разных дозах удобрений в условиях южного Приднестровья / С.Я. Вайсман. – М., 1985. - 25 с.

26. Виленский, П.Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика: учебное пособие / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк. - М.: Дело, 2004. - 888 с.
27. Вознюк, С.Т. Использование результатов анализов почв в целях повышения их плодородия и определения потребности в мелиорации / С.Т. Вознюк, В.Г. Крыштоф, И.Я. Половицкий, М.И. Рубинштейн. – Киев: УМК ВО., 1988. - 172 с.
28. Волобуева, В.Ф. Практикум по биохимии овощных, плодовых, ягодных, эфирноносных и лекарственных культур / В.Ф. Волобуева, Т.И. Шатилова. – Москва: ФГОУ ВПО РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2008. - 135 с.
29. Ганичкина, О.А. Огурцы / О.А. Ганичкина. – М.: Молодая гвардия, 1992. - 16 с.
30. Ганичкина, О.А. Ранние овощи / О.А. Ганичкина. – Москва: Оникс, 2012. - 189 с.
31. Георгиев, Г. Производство тепличного огурца в Болгарии / Георги Георгиев, Ольга Георгиева // Гавриш. – 2008. – № 3. – С. 6-9.
32. ГОСТ 1726-85. Огурцы свежие. Технические условия. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996. - 10 с.
33. Грачев, Ю.П. Математические методы планирования экспериментов / Ю.П. Грачев. – М.: Пищевая промышленность, 1979. - 199 с.
34. Григоров, С.М. Использование тоннельных укрытий при возделывании огурца из рассады / С.М. Григоров, А.С. Орлов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2013. – № 2. – С. 11-20
35. Григоров, С.М. Потенциал продуктивности огурцов при возделывании в тоннельных укрытиях рассадным способом / С.М. Григоров, А.С. Орлов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – №2. – С. 181-187
36. Григоров, С.М. Оптимальное орошение рассадного огурца в пленочных укрытиях / С.М. Григоров, А.С. Орлов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2013. – №3. – С. 22-32

37. Григоров, М.С. Динамика развития и продуктивность рассадных огурцов при возделывании с использованием тоннельных укрытий / М.С. Григоров, С.М. Григоров, А.С. Орлов // Материалы научно-практической конференции 27-28 сентября 2012 г. «Современное состояние и перспективы развития мелиоративного, лесомелиоративного и водохозяйственного комплексов юга России (Шумаковские чтения)». – Новочеркасск: «Лик», 2012. – С. 33-38

38. Григоров, С.М. Рассадная культура огурца в тоннельных укрытиях / С.М. Григоров, А.С. Орлов // Научная жизнь. – 2012. – №2. – С. 116-120

39. Григоров, С.М. Эффективность капельного орошения огурцов в рассадной культуре / С.М. Григоров, А.С. Орлов // Материалы международной научно-практической интернет-конференции «Рациональное использование экосистем: борьба с опустыниванием и засухой» – Николаев: Николаевская ГСХОС (Украина), 2013. – С. 115-117

40. Гринько, Н.Н. Ложная мучнистая роса огурца/ Н.Н. Гринько. – Сочи, 2003. - 68 с.

41. Гришин, А.Ф. Научные основы корреляционного анализа агросистем/ А.Ф. Гришин, К.З. Бисултанов, И.П. Товма, О.В. Богданова. – М.: изд-во МГУ леса, 2000. - 224 с.

42. Гукова, М.М. Методика опытного дела в агрономии / М.М. Гукова. – М.: изд-во университета дружбы народов, 1987. - 89 с.

43. Давидчук, Н.В. Партенокарпические гибриды огурцов и влияние регуляторов роста нового поколения на их выращивание в защищенном грунте / Н.В. Давидчук, Н.Ю. Гусева // Вестник Тамбовского университета. – Серия: Естественные и технические науки. – 2003. – Т. 8. – № 1. – С. 85.

44. Дегтярева, Е.Т. Почвы Волгоградской области / Е.Т. Дегтярева, А.Н. Жулидова. - Волгоград: Нижне-Волжское кн. изд-во, 1970. - С. 184-189

45. Дмитриева, Г.А. Практикум по физиологии растений / Г.А. Дмитриева, В.И. Кефели. – М., 1991. - 74 с.

46. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: изд. 6-е / Б.А. Доспехов. – Москва: Альянс, 2011. - 351 с.

47. Дроздов, С.Н. Влияние температуры почвы на нетто-фотосинтез культуры тепличного огурца / С.Н. Дроздов, Е.С. Холопцева, Э.Г. Попов // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2011. – № 3. – С. 45-48.

48. Дубенок, Н.Н. Формирование урожая огурца и его качество при капельном орошении в почвенно-климатических условиях Нижнего Поволжья / Н.Н. Дубенок, Р.В. Калиниченко // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 1. – С. 40-49.

49. Дубенок, Н.Н. Практикум по гидротехническим сельскохозяйственным мелиорациям / Н.Н. Дубенок, К.Б. Шумакова. – Москва: Колос, 2008. - 439 с.

50. Дубков, А.В. Влияние технологического фактора на экономическую эффективность возделывания огурца в защищенном грунте / А.В. Дубков, И.И. Дубкова // Гавриш. – 2012.– № 2. – С. 12-15.

51. Дьяченко, В.С. Овощи и их пищевая ценность / В.С. Дьяченко. - М.: Россельхозиздат, 1979. - 159 с.

52. Епифанцев, В.В. Оптимальные дозы минеральных удобрений для получения максимальной урожайности и высококачественных плодов дальневосточных сортов огурца / В.В. Епифанцев // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 8. – С. 52-54.

53. Епифанцев, В.В. Энергосберегающие технологии возделывания огурцов в условиях Приамурья / В.В. Епифанцев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 94. – № 8. – С. 14-17.

54. Ершова, В.Л. Возделывание огурца / В.Л. Ершова, В.И. Долготер. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1984. - 63 с.

55. Есаулко, А.Н. Лабораторный практикум по агрохимии для агрономических специальностей / А.Н. Есаулко, В.В. Агеев, Ю.И. Гречишкина, А.И. Подколзин, Л.С. Горбатко. – Ставрополь: СтГАУ "АГРУС", 2005. - 216 с.

56. Журавлев, А.И. Лучший партенокарпический гибрид огурца Компонист F1 от «Rijk Zwaan» в летне-осенней культуре / А.И. Журавлев // Гавриш. – 2004. – № 3. – С. 42-43.

57. Забара, Ю.М. Химико-технологическая оценка плодов огурца, выращенных с применением пленки / Ю.М. Забара, Т.С. Якубицкая, Г.И. Пушкина // Известия АН БССР. – 1986. – Т. 1. - С. 70-74

58. Землянухин, А.А. Большой практикум по физиологии и биохимии растений / А.А. Землянухин, Л.А. Землянухин. – Воронеж: изд-во Воронежского университета, 1996. - 186 с.

59. Иванча, Т.С. Агрометеорологические наблюдения / Т.С. Иванча. – М.: Гидрометеоиздат (Московское отделение), 1991. - 83 с.

60. Индустриальная технология возделывания огурца. Рекомендации. – М: Агропромиздат., 1985. - 38 с.

61. Интенсивная технология возделывания огурцов в орошаемой зоне Дагестана: рекомендации. – Махачкала, 1987. - 11 с.

62. Ионова, Л.П. Влияние биопрепаратов на фотосинтетический потенциал и продуктивность ранних гибридов огурца в пленочной теплице / Л.П. Ионова, Р.А. Арсланова // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 6. – С. 40-43.

63. Ионова, Л.П. Действие биопрепаратов на первых этапах онтогенеза ранних сортов огурца в защищенном грунте при пленочном укрытии / Л.П. Ионова, Р.А. Арсланова // Успехи современного естествознания. – 2009. – № 3. – С. 23-25.

64. Кавеленова, Л.М. Лабораторный практикум по курсу почвоведения с основами растениеводства / Л.М. Кавеленова, О.В. Баданова. – Самара: Самарский университет, 2000. - 60 с.

65. Камаев, И.Н. Выращивание огурцов в условиях орошения: методические рекомендации/ И.Н. Камаев, А.Я. Яценко. – Ставрополь: СтавНИИГиМ, 1982. - 21 с.

66. Каплунова, Л.С. Методические пособия к практикуму по агрохимии / Л.С. Каплунова, А.В. Кочетавкин. – М.: Изд-во Московского университета, 1983. - 114 с.

67. Карпова, В.И. Выращивание огурцов / В.И. Карпова. – Киров, 1999. - 34 с.

68. Качинский, Н.А. Физика почв / Н.А. Качинский . - М.: Высшая школа, 1970. - 340 с.

69. Кобзаренко, В.И. Методика и техника полевых опытов с удобрениями / В.И. Кобзаренко, И.Н. Батура. – Москва: изд-во РГАУ - МСХА им. К. А. Тимирязева, 2011. - 113 с.

70. Корсак, И.В. испытание биопрепаратов против корневых гнилей огурца в защищенном грунте / И.В. Корсак, Н.Н. Сенаторова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 3. – С. 115-122.

71. Костяков, А.Н. Основы мелиорации / А.Н. Костяков. - М.: Сельхозгиз, 1960. - 621 с.

72. Крейера, К.Г. Практикум по агрохимическому анализу почв / К.Г. Крейера. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет, 1992. - 83 с.

73. Кристиогло, Г.П. Огурцы, кабачки, патиссоны / Г.П. Кристиогло. – Ростов на Дону: Феникс, 2000. - 122 с.

74. Кружилин, И.П. Агромелиоративная оценка влагообеспеченности территории Нижнего Поволжья / И.П. Кружилин. - Волгоград, 1976.- 65 с.

75. Ксензова, Т.Г. Урожайность огурца под разными укрывными материалами / Т.Г. Ксензова, А.В. Каждан // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2007. – № 6. – С. 21-27.

76. Кулыгин, В.А. Влияние разных режимов орошения на эффективность использования оросительной воды при возделывании овощных культур и картофеля / В.А. Кулыгин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 65. – С. 339-348.

77. Лактионов, Н.И. Лабораторный практикум по почвоведению / Н.И. Лактионов, И.А. Шеларь, В.В. Дегтярев. – Харьков: Харьковский СХИ, 1990. - 70 с.

78. Лапин, А.Г. Труды Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной метеорологии: методы и средства агрометеорологических наблюдений / А.Г. Лапин, Л.И. Балина. – Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат., 1992. - 160 с.

79. Лебедева, А.Т. Огурец / А.Т. Лебедева. – М.: Астрель АСТ, 2004. - 124 с.

80. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. – Москва: ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства, 2011. - 648 с.

81. Лукаткин, А.С. Экзогенные регуляторы роста как средство повышения холодоустойчивости теплолюбивых растений / А.С. Лукаткин, О.А. Зауралов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 6. – С. 20-22.

82. Лукьянов, Е.В. Справочник мелиоратора орошаемого хозяйства / Е.В. Лукьянов, В.И. Наумов. – Ижевск: Удмуртия, 1984. - 104 с.

83. Мансурова, Л.И. Ранние овощи / Л.И. Мансурова. – Уфа: Китап, 2008. - 134 с.

84. Марковская, Е.Ф. Зависимость продолжительности ранних этапов онтогенеза огурца от температуры / Е.Ф. Марковская, М.И. Сысоева, В.А. Безденежных // Эколого-физиологические аспекты устойчивости, роста и развития растений. - Петрозаводск, 1990. - С. 83-88.

85. Маскаленчик, Т.М. Особенности выращивания гибрида огурца F1 Кураж в зимне-весеннем и летне-осеннем оборотах грунтовых теплиц / Т.М. Маскаленчик // Гавриш. – 2005. – № 3. – С. 14-15.

86. Методические рекомендации по конвейерному выращиванию огурца в открытом грунте в хозяйствах Украинской ССР. – Харьков: УкрНИИ овощеводства и бахчеводства, 1986. - 34 с.

87. Методические указания по применению статистических методов планирования экспериментов в сельском хозяйстве и анализ их результатов. – М.: ТСХА, 1986. - 71 с.

88. Муха, В.Д. Почвенные анализы: практикум по почвоведению / В.Д. Муха, А.Ф. Сулима. – Курск: Изд-во Курской ГСХА, 2001. - 108 с.

89. Мухин, А.А. Основные методы анализа гумуса почв / А.А. Мухин. – Астрахань: Астраханский университет, 2008. - 41 с.

90. Назарова, В.И. Огурцы открытого грунта : рекомендации / В.И. Назарова, Л.Н. Буланова. – Ростов-на-Дону: Кн. изд-во, 1981. - 17 с.

91. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А.А. Ничипорович, А.Е. Строганова, С.Н. Чмора, М.П. Власова.- М.: Изд-во АН СССР, 1961.- 136 с.

92. Овчинников, А.С. Капельное орошение огурца в сухостепной зоне светло-каштановых почв Нижнего Поволжья / А.С. Овчинников, М.А. Акулинина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – № 1. – С. 9-14.

93. Огурцы / Под ред. Аутко А.А. – Минск: Ураджай, 1994. - 64 с.

94. Октябрьская, Т.А. Огурцы / Т.А. Октябрьская. – М.: Издательский дом МСП, 2002. - 187 с.

95. Орлов, А.С. Капельное орошение огурцов при выращивании из рассады с использованием тоннельных укрытий на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья / А.С. Орлов // Вестник Прикаспия. – 2013. – №2. – С. 3-7

96. Остапчик, В.Н. Биоклиматический метод расчета испарения с орошаемых земель / В.Н. Остапчик, П.А. Филипенко, Р.М. Гайдаров // Гидротехника и мелиорация. - 1980.- № 1.- С. 39-41.

97. Павленков, Р.В. Огурцы под пленкой / Р.В. Павленков. – Иваново: Иваново, 1996. - 47 с.

98. Павлова, М.Д. Практикум по агрометеорологии / М.Д. Павлова. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. - 168 с.

99. Палкин, Ю.Ф. Огурцы и томаты в пленочных теплицах в Восточной Сибири / Ю.Ф. Палкин. – Иркутск: СИФИБР, 1988. - 203 с.

100. Панкратова, Е.М. Практикум по физиологии растений с основами биологической химии / Е.М. Панкратова. – Москва: Колос, 2011. - 174 с.

101. Плешаков, В.Н. Методика полевого опыта в условиях орошения / В.Н. Плешаков. – Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. - 149 с.

102. Применение синтетических укрывных материалов лутрасил при возделывании ранних овощей и картофеля: рекомендации /Сост.: Павлов Н.П., Гревцева В.Д. – Якутск: Якутский НИИСХ, 2000. - 23 с.



103. Пыженков, В.И. Культурная флора: тыквенные / В.И. Пыженков, М.И. Малинина. – М.: Колос, 1994. - 288 с.
104. Ринькис, Г.Я. Методы анализа почв и растений / Г.Я. Ринькис, Х.К. Рамане, Т.А. Куницкая. – Рига: Зинатне, 1987. - 174 с.
105. Руководство к лабораторно-практическим занятиям по физико-химическому анализу почв. – Казань: Казанский университет, 1987. - 101 с.
106. Русанов, Б.Г. Огурцы. Сорты. Выращивание. Хранение. Применение / Б.Г. Русанов. – СПб.: Диамант Золотой век Агропромиздат, 2000. - 157 с.
107. Салбиева, М.Г. Экологически безопасные элементы технологии возделывания огурца в предгорной зоне РСО-Алания / М.Г. Салбиева // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 49. – № 1-2. – С. 76-80.
108. Самусь, Е.О. Норма высева - важный элемент технологии возделывания огурца при орошении в Ростовской области / Е.О. Самусь // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2011. – № 2. – С. 10-10.
109. Селицкая, О.В. Влияние засухи и низких положительных температур на взаимодействие ассоциативных бактерий с растениями огурца / О.В. Селицкая, Л.В. Самохин, Е.А. Блинков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2009. – № 4. – С. 129-132.
110. Смирнова, Н.П. Интегральный капельный полив культуры огурца на грунтах в ЗАО «Агрофирма «Ольдеевская», Чувашия / Н.П. Смирнова, Л.Н. Царькова, В.А. Шуваев // Гавриш. – 2009. – № 1. – С. 10-16.
111. Спиридонова, Е.А. Реакции растений огурца на кратковременные и длительные снижения температуры в условиях разных фотопериодов / Е.А. Спиридонова, М.И. Сысоева, Е.Г. Шерудило, Т.Г. Шibaева // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2009. – № 3. – С. 86-92.
112. Статистическая база данных ФАО ООН / Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. – Режим доступа: <http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD>. – Дата обращения: 04.12.2012

113. Степанов, К.А. Регрессионный анализ в биологии : учебно-методическое руководство / К.А. Степанов. – Якутск: изд-во ЯГУ, 1995. - 32 с.
114. Сысоева, М.И. Оптимизация процессов фотосинтеза растений огурца при кратковременном и длительном низкотемпературных воздействиях / М.И. Сысоева, Е.Н. Икконен // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2012. – № 2. – С. 159-161.
115. Титов, А.Ф. Влияние низких повреждающих и закаливающих температур на активность протеолитических ферментов и ингибиторов протеиназ в листьях растений огурца / А.Ф. Титов, С.А. Фролова, В.В. Таланова // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2010. – № 2. – С. 47-51.
116. Токарева, Н.Д. Определение водно-физических свойств почв и расчет поливных норм на капельном орошении: методические рекомендации / Н.Д. Токарева, Н.А. Токарев. – Астрахань: ГНУ ВНИИОБ, 2011. - 27 с.
117. Томилов, В.П. Практикум по методике опытного дела / В.П. Томилов. – Целиноград: Целиноградский СХИ, 1983. - 73 с.
118. Ушкаренко, В.А. Планирование эксперимента и дисперсионный анализ данных полевого опыта / В.А. Ушкаренко, А.Я. Скрипников. – Киев: Выща школа, 1988. - 117 с.
119. Филин, В.И. Справочная книга по растениеводству с основами программирования урожая / В.И. Филин. - Волгоград: ВГСХА, 1994.- 266 с.
120. Храпунов, Н.И. Выращивание ранних огурцов под укрытиями из полимерных пленок / Н.И. Храпунов. – Киев, 1984. - 21 с.
121. Центральная база статистических данных: интерактивная витрина / Федеральная служба государственной статистики России. – Режим доступа: <http://cbsd.gks.ru/>. – Дата обращения: 08.09.2012
122. Чмут, Н.П. Выращивание огурца и томата с использованием пленочных укрытий в Западной Сибири / Н.П. Чмут. – Омск, 1990. - 25 с.
123. Шеин, Е.В. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв / Е.В. Шеин, Т.А. Архангельская, В.М. Гончаров,

А.К. Губер, Т.Н. Початкова, М.А. Сидорова, А.В. Смагин, А.Б. Умарова. – М.: изд-во Московского университета, 2001. - 199 с.

124. Шеуджен, А.Х. Диагностика минерального питания растений / А.Х. Шеуджен, А.В. Загорулько, Л.И. Громова, Л.М. Онищенко, И.А. Лебедевский, М.А. Осипов. – Краснодар: КубГАУ, 2009. - 297 с.

125. Юрина, О.В. Огурцы / О.В. Юрина. – М.: Моск. рабочий, 1985. - 145 с.

126. Якубицкая, Т.С. Огурцы / Т.С. Якубицкая, Ю.М. Забара, М.Н. Гришкевич, Н.Н. Завадская. – Минск: УРАДЖАЙ, 1987. – 65 с.

127. Якушев В.П. Построение и анализ эмпирических зависимостей / В.П. Якушев, В.М. Буре, В.В. Якушев. – Санкт-Петербург: издательство Санкт-Петербургского университета, 2005. - 35 с.

128. Ясониди, О.Е. Проектирование систем капельного орошения / О.Е. Ясониди. – Новочеркасск: НИМИ, 1984. – 100 с.

129. Bai Y., Inosako K., Liang Y., Inoue M., Takuma K. Optimum Irrigation Scheduling for a Cucumber Field in a Chinese Style Greenhouse // Transactions of the Japan. soc. of irrigation, drainage and reclamation engineering. - Tokyo, 2008 – N 257. - P. 57-63

130. Ells J.E., Kruse E.G., McSay A.E. Scheduling irrigation for cucumbers // HortScience. –1989. – Т. 24. – N 3. - P. 448-452

131. Guifang P., Ronggui Y. Drip irrigation cucumber in plastic sheds // Congress proceedings. – Vol. 2. – S. 1. – 1988. - P. 313-316

132. Mannini P., Gallina D. Influenza del regime e del metodo irriguo sulla resa del certuolo coltivato in serra fredda // Colt. prot. – 1987. – Т. 16. –N 8/9. - P. 8-9

133. Uffelen J.A.M Druppelfrequentie kan fors omlaag // Groenten Fruit. – 1987. – Т. 43. – N 17. - P. 48-49

Условия теплообеспеченности в период выращивания огурцов  
в тоннельных пленочных укрытиях (2010 г.)

Дата	Температура воздуха в естественной среде, °С			Ночная температура воздуха в укрытиях, °С		Минимальная температура почвы в укрытиях, °С	
	Минимальная	Средняя	Максимальная	В тоннелях с шириной 0,5 м	В тоннелях с шириной 1,0 м	В тоннелях с шириной 0,5 м	В тоннелях с шириной 1,0 м
08.04.2010	1,6	3,4	5,3	2,6	2,6	5,1	5,1
09.04.2010	2,5	5,1	9,9	3,5	4,5	5,1	5,9
10.04.2010	1,8	3,6	6,2	2,8	4,2	5,5	6,2
11.04.2010	3,7	4,3	5,8	5,2	7,5	5,6	7,8
12.04.2010	1,1	5,6	9,4	4,3	7,9	5,5	8,4
13.04.2010	5,0	7,3	10,5	6,2	9,0	6,8	9,4
14.04.2010	5,2	9,5	13,3	7,5	11,5	7,7	12,0
15.04.2010	4,4	9,0	14,4	7,5	13,1	8,0	13,6
16.04.2010	2,4	9,6	16,8	7,7	13,7	8,6	14,2
17.04.2010	6,6	11,8	18,7	9,8	15,0	10,0	15,5
18.04.2010	8,2	10,5	15,1	10,0	15,4	10,7	16,3
19.04.2010	3,9	11,2	18,6	8,4	16,2	9,3	16,9
20.04.2010	5,8	13,4	19,8	9,1	17,3	9,9	17,6
21.04.2010	6,2	14,2	21,1	10,7	17,5	11,0	18,2
22.04.2010	9,0	13,8	19,3	12,2	17,8	12,5	19,0
23.04.2010	7,8	12,1	16,2	11,0	17,4	12,7	19,0
24.04.2010	4,3	10,3	16,0	9,5	16,8	12,0	18,8
25.04.2010	4,7	11,8	18,2	9,9	17,2	10,4	19,4
26.04.2010	4,5	8,4	12,3	9,7	16,4	10,4	18,6
27.04.2010	-2,5	3,3	8,7	7,8	13,2	9,2	17,2
28.04.2010	-2,7	8,3	16,9	7,1	12,8	8,8	16,5
29.04.2010	4,9	11,6	17,6	9,5	13,5	9,7	16,0
30.04.2010	5,4	12,5	19,6	10,6	15,2	11,4	17,4
01.05.2010	6,9	13,8	20,1	12,1	16,4	13,3	18,3
02.05.2010	6,2	14,7	20,6	11,4	17,1	13,3	19,4
03.05.2010	8,1	17,1	23,7	13,3	17,1	14,5	19,4
04.05.2010	12,8	19,1	25,0	15,5	18,8	16,1	19,9
05.05.2010	13,5	19,8	26,8	17,0	19,9	17,6	21,4
06.05.2010	12,0	20,4	26,0	17,2	19,5	17,6	21,0
07.05.2010	14,7	22,1	29,0	18,4	19,3	19,0	20,3
08.05.2010	15,3	20,5	27,4	19,4	20,7	21,7	22,1
09.05.2010	12,6	18,4	25,0	17,9	20,0	20,4	22,4
10.05.2010	14,5	20,3	25,7	18,6	20,7	19,2	23,7

Условия теплообеспеченности в период выращивания огурцов  
в тоннельных пленочных укрытиях (2011 г.)

Дата	Температура воздуха в естественной среде, 0С			Ночная температура воздуха в укрытиях, 0С		Минимальная температура почвы в укрытиях, 0С	
	Минимальная	Средняя	Максимальная	В тоннелях с шириной 0,5 м	В тоннелях с шириной 1,0 м	В тоннелях с шириной 0,5 м	В тоннелях с шириной 1,0 м
09.04.2011	4,6	6,8	11,3	7,8	7,8	5,6	5,6
10.04.2011	3,7	5,4	8,4	6,9	7,1	5,2	5,9
11.04.2011	0,5	4,2	10,1	3,7	4,2	4,8	6,2
12.04.2011	-1,3	4,4	9,9	1,9	4,0	4,5	6,7
13.04.2011	1,0	5,5	10,2	4,2	5,5	4,4	7,5
14.04.2011	-0,9	7,1	12,9	2,3	5,5	4,8	8,3
15.04.2011	7,1	9,3	13,5	7,5	9,0	5,0	9,0
16.04.2011	6,0	8,5	12,3	9,2	9,5	5,4	10,1
17.04.2011	3,6	6,5	8,9	6,8	9,2	5,3	10,0
18.04.2011	0,9	7,4	14,5	4,1	8,6	5,6	10,3
19.04.2011	5,6	8,3	13,0	8,8	9,5	5,9	11,4
20.04.2011	3,1	7,3	10,7	6,3	9,6	6,1	11,6
21.04.2011	-0,4	4,9	9,1	2,8	8,7	5,5	11,9
22.04.2011	-2,7	5,8	13,5	0,5	8,2	5,0	12,5
23.04.2011	1,4	8,3	14,2	4,6	12,1	4,6	13,9
24.04.2011	2,0	11,1	19,0	5,2	13,5	5,0	14,5
25.04.2011	5,3	13,9	21,8	8,5	14,3	6,2	15,2
26.04.2011	5,8	15,1	23,1	9,0	14,0	8,4	15,3
27.04.2011	6,6	13,3	19,1	9,8	13,5	9,8	15,3
28.04.2011	8,7	15,1	21,3	11,9	14,0	11,2	15,9
29.04.2011	8,0	15,8	21,7	11,2	14,7	11,9	16,5
30.04.2011	10,6	15,8	21,5	12,5	15,9	13,5	17,0
01.05.2011	12,3	16,0	20,5	14,0	18,0	15,5	18,3
02.05.2011	8,2	14,9	21,0	13,4	17,5	15,2	19,4
03.05.2011	7,6	16,1	24,2	12,8	17,9	14,5	21,2
04.05.2011	9,8	17,6	24,8	13,2	18,7	14,0	22,1
05.05.2011	10,6	18,9	25,6	14,0	19,1	15,5	22,4
06.05.2011	13,8	18,5	25,0	15,5	20,0	16,9	22,5
07.05.2011	12,4	15,8	19,6	14,5	19,5	17,9	22,6
08.05.2011	8,0	15,7	21,8	14,0	18,7	17,0	22,4
09.05.2011	9,6	11,9	15,3	13,8	17,9	16,2	22,4
10.05.2011	7,4	13,8	20,4	10,8	17,9	15,5	22,3

Условия теплообеспеченности в период выращивания огурцов  
в тоннельных пленочных укрытиях (2012 г.)

Дата	Температура воздуха в естественной среде, °С			Ночная температура воздуха в укрытиях, °С		Минимальная температура почвы в укрытиях, °С	
	Минимальная	Средняя	Максимальная	В тоннелях с шириной 0,5 м	В тоннелях с шириной 1,0 м	В тоннелях с шириной 0,5 м	В тоннелях с шириной 1,0 м
04.04.2012	1,2	8,4	15,3	4,4	5,2	4,6	5,6
05.04.2012	2,8	10,9	17,9	6,0	7,9	6,5	8,1
06.04.2012	5,6	12,3	19,8	8,8	10,2	8,9	10,9
07.04.2012	6,3	14,0	22,0	9,5	13,3	10,2	13,0
08.04.2012	9,8	14,4	19,4	13,0	17,4	13,9	15,7
09.04.2012	9,5	16,7	23,7	12,7	18,0	13,3	17,6
10.04.2012	10,9	15,2	20,7	14,1	18,8	15,2	18,5
11.04.2012	5,6	12,8	20,6	8,8	13,3	13,2	16,2
12.04.2012	11,5	15,0	20,9	14,7	19,4	16,1	18,8
13.04.2012	8,5	12,5	17,9	11,7	15,7	14,0	17,0
14.04.2012	3,9	13,3	21,2	7,1	11,7	10,9	15,7
15.04.2012	7,8	15,7	22,4	11,0	16,0	11,5	17,1
16.04.2012	10,5	16,2	23,3	13,7	18,9	14,9	19,4
17.04.2012	12,9	17,8	22,7	16,1	21,4	17,0	22,2
18.04.2012	12,8	18,5	25,0	16,0	21,2	16,4	22,0
19.04.2012	14,3	18,9	24,9	17,5	22,7	19,1	23,0
20.04.2012	14,5	19,7	26,5	17,7	23,2	17,9	24,2
21.04.2012	12,7	17,0	23,3	15,9	20,7	16,9	23,0
22.04.2012	9,0	16,7	23,8	12,2	17,1	14,0	21,0
23.04.2012	11,1	13,9	16,9	14,3	17,9	14,8	19,1
24.04.2012	8,4	14,9	22,5	11,6	16,2	13,7	18,0
25.04.2012	9,0	17,8	25,3	12,2	17,4	13,0	17,8
26.04.2012	9,7	19,3	26,4	12,9	18,4	13,3	18,7
27.04.2012	11,6	19,1	26,8	14,8	20,3	15,2	21,7
28.04.2012	10,4	18,9	25,9	13,6	19,0	14,5	19,7
29.04.2012	10,4	18,8	26,4	13,6	19,0	14,1	19,4
30.04.2012	10,9	18,9	29,3	14,1	20,0	15,2	21,4
01.05.2012	3,3	11,0	18,0	6,5	10,4	13,2	17,6
02.05.2012	8,5	13,0	17,5	11,7	15,7	12,0	16,3
03.05.2012	4,3	13,7	21,9	7,5	12,3	10,7	14,2
04.05.2012	6,7	17,8	25,9	9,9	15,7	10,0	16,7

## Поливной режим огурцов в 2010 году

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период роста и развития							
			Высадка рассады - начало цветения	Цветение – начало плодоношения	1-я декада плодоношения	2-я декада плодоношения	3-я декада плодоношения	4-я декада плодоношения	Последние сборы	За вегетацию
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	1	0	0	2	1	0	0	4
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	1	0	0	1	2	0	0	4
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	3	0	0	3	1	0	0	7
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	2	0	0	2	2	2	0	8
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	5	0	0	6	3	0	0	14
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	4	0	0	4	6	5	0	19
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	1	0	0	2	1	0	0	4
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	1	0	0	1	2	0	0	4
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	3	0	0	3	1	0	0	7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	2	0	0	2	2	2	0	8
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	6	0	0	6	4	0	0	16
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	4	0	0	4	6	5	1	20
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	1	0	0	2	1	0	0	4
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	1	0	0	1	2	1	0	5
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	3	0	0	3	2	0	0	8
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	2	0	0	2	3	2	1	10
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	6	0	0	6	4	0	0	16
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	4	0	0	4	6	5	2	21

## Поливной режим огурцов в 2011 году

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период роста и развития							
			Высадка рассады - начало цветения	Цветение – начало плодоношения	1-я декада плодоношения	2-я декада плодоношения	3-я декада плодоношения	4-я декада плодоношения	Последние сборы	За вегетацию
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	3	1	2	3	0	0	0	9
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	2	1	1	2	1	0	0	7
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	4	2	4	4	1	0	0	15
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	2	1	2	3	2	1	0	11
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	7	7	8	8	2	0	0	32
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	5	2	4	5	5	3	0	24
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	3	1	2	3	0	0	0	9
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	2	1	1	2	1	0	0	7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	4	2	4	4	2	0	0	16
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	2	1	2	3	3	1	0	12
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	7	7	8	8	3	0	0	33
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	5	2	4	5	6	4	0	26
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	3	1	2	3	0	0	0	9
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	2	1	1	2	1	0	0	7
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	4	2	4	4	2	0	0	16
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	2	1	2	3	3	1	1	13
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	7	7	8	8	4	0	0	34
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	5	2	4	5	6	4	2	28



## Поливной режим огурцов в 2012 году

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период роста и развития							
			Высадка рассады - начало цветения	Цветение – начало плодоношения	1-я декада плодоношения	2-я декада плодоношения	3-я декада плодоношения	4-я декада плодоношения	Последние сборы	За вегетацию
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	2	3	2	3	1	0	0	11
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	2	1	1	1	2	0	0	7
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	4	4	3	4	2	0	0	17
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	2	2	2	2	3	1	0	12
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	8	6	7	10	5	0	0	36
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	5	4	3	5	5	3	0	25
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	2	3	2	3	1	0	0	11
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	2	1	1	1	2	0	0	7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	4	4	3	4	3	0	0	18
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	2	2	2	2	3	2	0	13
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	8	6	7	10	6	0	0	37
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	5	4	3	5	5	3	1	26
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	2	3	2	3	1	0	0	11
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	2	1	1	1	2	1	0	8
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	4	4	3	4	3	0	0	18
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	2	2	2	2	3	2	1	14
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	8	6	8	10	7	0	0	39
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	5	4	3	5	6	4	2	29

## Динамика расходования оросительной воды при капельном орошении огурцов в 2010 году

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период роста и развития							
			Высадка рассады - начало цветения	Цветение – начало плодоношения	1-я декада плодоношения	2-я декада плодоношения	3-я декада плодоношения	4-я декада плодоношения	Последние сборы	За вегетацию
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	150	0	0	300	150	0	0	600
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	270	0	0	270	540	0	0	1080
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	300	0	0	300	100	0	0	700
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	360	0	0	360	360	360	0	1440
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	250	0	0	300	150	0	0	700
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	360	0	0	360	540	450	0	1710
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	150	0	0	300	150	0	0	600
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	270	0	0	270	540	0	0	1080
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	300	0	0	300	100	0	0	700
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	360	0	0	360	360	360	0	1440
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	300	0	0	300	200	0	0	800
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	360	0	0	360	540	450	90	1800
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	150	0	0	300	150	0	0	600
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	270	0	0	270	540	270	0	1350
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	300	0	0	300	200	0	0	800
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	360	0	0	360	540	360	180	1800
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	300	0	0	300	200	0	0	800
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	360	0	0	360	540	450	180	1890

## Динамика расходования оросительной воды при капельном орошении огурцов в 2011 году

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период роста и развития							
			Высадка рассады – начало цветения	Цветение – начало плодоношения	1-я декада плодоношения	2-я декада плодоношения	3-я декада плодоношения	4-я декада плодоношения	Последние сборы	За вегетацию
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	450	150	300	450	0	0	0	1350
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	540	270	270	540	270	0	0	1890
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	400	200	400	400	100	0	0	1500
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	360	180	360	540	360	180	0	1980
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	350	350	400	400	100	0	0	1600
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	450	180	360	450	450	270	0	2160
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	450	150	300	450	0	0	0	1350
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	540	270	270	540	270	0	0	1890
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	400	200	400	400	200	0	0	1600
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	360	180	360	540	540	180	0	2160
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	350	350	400	400	150	0	0	1650
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	450	180	360	450	540	360	0	2340
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	450	150	300	450	0	0	0	1350
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	540	270	270	540	270	0	0	1890
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	400	200	400	400	200	0	0	1600
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	360	180	360	540	540	180	180	2340
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	350	350	400	400	200	0	0	1700
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	450	180	360	450	540	360	180	2520

## Динамика расходования оросительной воды при капельном орошении огурцов в 2012 году

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период роста и развития							
			Высадка рассады – начало цветения	Цветение – начало плодоношения	1-я декада плодоношения	2-я декада плодоношения	3-я декада плодоношения	4-я декада плодоношения	Последние сборы	За вегетацию
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	300	450	300	450	150	0	0	1650
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	540	270	270	270	540	0	0	1890
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	400	400	300	400	200	0	0	1700
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	360	360	360	360	540	180	0	2160
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	400	300	350	500	250	0	0	1800
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	450	360	270	450	450	270	0	2250
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	300	450	300	450	150	0	0	1650
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	540	270	270	270	540	0	0	1890
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	400	400	300	400	300	0	0	1800
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	360	360	360	360	540	360	0	2340
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	400	300	350	500	300	0	0	1850
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	450	360	270	450	450	270	90	2340
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	300	450	300	450	150	0	0	1650
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	540	270	270	270	540	270	0	2160
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	400	400	300	400	300	0	0	1800
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	360	360	360	360	540	360	180	2520
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	400	300	400	500	350	0	0	1950
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	450	360	270	450	540	360	180	2610

## Продолжительность работы системы капельного орошения при поливе огурцов в 2010 году

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период роста и развития							
			Высадка рас-сады-начало цвете-ния	Цвете-ние – начало плодо-ноше-ния	1-я де-када плодо-ноше-ния	2-я де-када плодо-ноше-ния	3-я де-када плодо-ноше-ния	4-я де-када плодо-ноше-ния	По-следние сборы	За веге-тацию
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	3,95	0	0	7,89	3,95	0	0	15,79
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	3,55	0	0	3,55	7,11	0	0	14,21
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	7,89	0	0	7,89	2,63	0	0	18,42
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	4,74	0	0	4,74	4,74	4,74	0	18,95
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	6,58	0	0	7,89	3,95	0	0	18,42
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	4,74	0	0	4,74	7,11	5,92	0	22,5
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	3,95	0	0	7,89	3,95	0	0	15,79
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	3,55	0	0	3,55	7,11	0	0	14,21
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	7,89	0	0	7,89	2,63	0	0	18,42
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	4,74	0	0	4,74	4,74	4,74	0	18,95
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	7,89	0	0	7,89	5,26	0	0	21,05
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	4,74	0	0	4,74	7,11	5,92	1,18	23,68
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	3,95	0	0	7,89	3,95	0	0	15,79
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	3,55	0	0	3,55	7,11	3,55	0	17,76
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	7,89	0	0	7,89	5,26	0	0	21,05
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	4,74	0	0	4,74	7,11	4,74	2,37	23,68
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	7,89	0	0	7,89	5,26	0	0	21,05
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	4,74	0	0	4,74	7,11	5,92	2,37	24,87

## Продолжительность работы системы капельного орошения при поливе огурцов в 2011 году

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период роста и развития							
			Высадка рассады - начало цветения	Цветение – начало плодоношения	1-я декада плодоношения	2-я декада плодоношения	3-я декада плодоношения	4-я декада плодоношения	Последние сборы	За вегетацию
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	11,84	3,95	7,89	11,84	0	0	0	35,53
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	7,11	3,55	3,55	7,11	3,55	0	0	24,87
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	10,53	5,26	10,53	10,53	2,63	0	0	39,47
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	4,74	2,37	4,74	7,11	4,74	2,37	0	26,05
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	9,21	9,21	10,53	10,53	2,63	0	0	42,11
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	5,92	2,37	4,74	5,92	5,92	3,55	0	28,42
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	11,84	3,95	7,89	11,84	0	0	0	35,53
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	7,11	3,55	3,55	7,11	3,55	0	0	24,87
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	10,53	5,26	10,53	10,53	5,26	0	0	42,11
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	4,74	2,37	4,74	7,11	7,11	2,37	0	28,42
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	9,21	9,21	10,53	10,53	3,95	0	0	43,42
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	5,92	2,37	4,74	5,92	7,11	4,74	0	30,79
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	11,84	3,95	7,89	11,84	0	0	0	35,53
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	7,11	3,55	3,55	7,11	3,55	0	0	24,87
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	10,53	5,26	10,53	10,53	5,26	0	0	42,11
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	4,74	2,37	4,74	7,11	7,11	2,37	2,37	30,79
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	9,21	9,21	10,53	10,53	5,26	0	0	44,74
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	5,92	2,37	4,74	5,92	7,11	4,74	2,37	33,16

## Продолжительность работы системы капельного орошения при поливе огурцов в 2012 году

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период роста и развития							
			Высадка рас-сады-начало цвете-ния	Цветение – начало плодо-ноше-ния	1-я де-када плодо-ноше-ния	2-я де-када плодо-ноше-ния	3-я де-када плодо-ноше-ния	4-я де-када плодо-ноше-ния	По-следние сборы	За веге-тацию
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	7,89	11,84	7,89	11,84	3,95	0	0	43,42
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	7,11	3,55	3,55	3,55	7,11	0	0	24,87
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	10,53	10,53	7,89	10,53	5,26	0	0	44,74
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	4,74	4,74	4,74	4,74	7,11	2,37	0	28,42
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	10,53	7,89	9,21	13,16	6,58	0	0	47,37
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	5,92	4,74	3,55	5,92	5,92	3,55	0	29,61
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	7,89	11,84	7,89	11,84	3,95	0	0	43,42
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	7,11	3,55	3,55	3,55	7,11	0	0	24,87
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	10,53	10,53	7,89	10,53	7,89	0	0	47,37
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	4,74	4,74	4,74	4,74	7,11	4,74	0	30,79
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	10,53	7,89	9,21	13,16	7,89	0	0	48,68
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	5,92	4,74	3,55	5,92	5,92	3,55	1,18	30,79
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	7,89	11,84	7,89	11,84	3,95	0	0	43,42
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	7,11	3,55	3,55	3,55	7,11	3,55	0	28,42
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	10,53	10,53	7,89	10,53	7,89	0	0	47,37
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	4,74	4,74	4,74	4,74	7,11	4,74	2,37	33,16
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	10,53	7,89	10,53	13,16	9,21	0	0	51,32
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	5,92	4,74	3,55	5,92	7,11	4,74	2,37	34,34

Продолжительность межфазных периодов роста и развития  
рассадных огурцов в 2010 году, сут.

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период роста и развития			
			Высадка рассады – начало цветения	Цветение – начало плодоношения	Плодоношение	Вегетационный период
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	20	14	22	56
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	19	13	32	64
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	20	14	24	58
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	19	14	37	70
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	20	14	27	61
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	19	15	40	74
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	20	14	23	57
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	19	13	33	65
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	20	14	27	61
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	19	14	39	72
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	21	15	28	64
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	19	15	43	77
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	20	14	24	58
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	19	13	35	67
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	21	15	26	62
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	19	15	44	78
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	22	15	28	65
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	20	16	48	84



Продолжительность межфазных периодов роста и развития  
рассадных огурцов в 2011 году, сут.

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период роста и развития			
			Высадка рассады – начало цветения	Цветение – начало плодоношения	Плодоношение	Вегетационный период
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	22	12	22	56
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	19	10	33	62
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	22	12	24	58
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	19	11	37	67
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	23	13	24	60
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	20	11	39	70
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	22	12	22	56
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	19	10	34	63
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	22	12	26	60
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	19	11	39	69
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	23	13	26	62
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	20	12	41	73
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	22	12	22	56
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	19	11	35	65
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	22	12	26	60
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	19	12	42	73
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	23	13	27	63
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	20	12	45	77

Продолжительность межфазных периодов роста и развития  
рассадных огурцов в 2012 году, сут.

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предполивной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период роста и развития			
			Высадка рассады – начало цветения	Цветение – начало плодоношения	Плодоношение	Вегетационный период
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	21	13	23	57
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	18	11	34	63
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	21	13	25	59
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	18	12	38	68
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	22	14	25	61
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	19	12	40	71
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	21	13	23	57
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	18	11	35	64
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	21	13	27	61
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	18	12	40	70
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	22	14	27	63
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	18	13	43	74
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	21	13	23	57
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	18	12	36	66
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	21	13	27	61
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	18	13	44	75
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	22	14	28	64
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	18	13	47	78

Динамика роста площади листьев по вариантам опыта в 2010 году, тыс. м<sup>2</sup>/га

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Фаза роста и развития							
			Высадка рассады	Начало цветения	Начало плодоношения	10-й день плодоношения	20-й день плодоношения	30-й день плодоношения	40-й день плодоношения	Последний день плодоношения
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	3,0	5,2	14,3	22,5	24,3	21,2	–	–
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	3,0	9,7	18,9	27,2	33,4	31,7	27,8	
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	3,0	6,1	15,5	24,0	25,7	21,0	–	–
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	3,0	10,4	20,0	29,7	35,9	34,6	28,6	–
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	3,0	6,1	16,1	24,4	26,7	21,6	–	–
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	3,0	10,4	21,2	30,9	37,0	35,1	28,4	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	3,0	6,7	19,2	26,1	26,6	23,0	–	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	3,0	10,5	25,7	29,9	34,2	28,7	22,1	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	3,0	6,7	19,9	27,5	27,7	22,4	–	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	3,0	11,9	30,1	33,7	36,5	33,2	23,1	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	3,0	7,4	22,9	30,4	28,2	22,7	–	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	3,0	12,7	32,1	34,5	37,2	35,1	26,7	18,2
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	3,0	7,5	20,2	26,9	26,6	23,0	–	–
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	3,0	11,4	26,5	31,2	35,4	29,4	22,7	–
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	3,0	8,1	23,7	28,9	28,5	23,1	–	–
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	3,0	12,4	33,2	36,6	38,9	36,9	29,0	19,7
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	3,0	8,1	24,2	30,7	29,2	23,1	–	–
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	3,0	13,5	33,9	36,9	40,2	37,5	30,2	20

Динамика роста площади листьев по вариантам опыта в 2011 году, тыс. м<sup>2</sup>/га

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Фаза роста и развития							
			Высадка рассады	Начало цветения	Начало плодоношения	10-й день плодоношения	20-й день плодоношения	30-й день плодоношения	40-й день плодоношения	Последний день плодоношения
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	2,7	9,8	21,2	27,8	26,2	22,4	–	–
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	2,7	13,4	28,2	33,4	36,2	31,2	23,5	–
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	2,7	9,8	21,5	28,9	26,7	22,2	–	–
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	2,7	13,4	29,5	36,2	38,6	37,0	24,5	–
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	2,7	9,8	21,5	29,4	28,2	24,4	–	–
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	2,7	13,4	29,5	36,9	39,7	38,4	26,4	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	2,7	9,8	21,2	28,2	27,1	23,0	–	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	2,7	14,1	29,8	35,6	38,4	33,1	25,2	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	2,7	9,8	23,0	30,7	29,2	23,0	–	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	2,7	14,1	32,1	38,2	39,4	37,5	26,2	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	2,7	9,8	23,0	32,7	30,9	23,0	–	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	2,7	14,1	32,8	38,5	40,2	38,7	29,8	19,2
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	2,7	9,8	22,4	28,3	27,5	23,1	–	–
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	2,7	14,5	31,2	36,2	39,4	35,2	25,5	–
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	2,7	9,8	23,0	31,4	30,0	23,5	–	–
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	2,7	14,5	33,7	39,9	42,3	39,0	30,7	19,2
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	2,7	9,8	23,0	33,4	32,0	23,5	–	–
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	2,7	14,5	35,2	41,4	45,2	40,1	33,8	22,1

Динамика роста площади листьев по вариантам опыта в 2012 году, тыс. м<sup>2</sup>/га

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Фаза роста и развития							
			Высадка рассады	Начало цветения	Начало плодоношения	10-й день плодоношения	20-й день плодоношения	30-й день плодоношения	40-й день плодоношения	Последний день плодоношения
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	3,1	6,2	17,3	24,2	26,5	23,3	–	–
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	3,1	10,5	24,2	28,3	32,1	25,6	21,2	–
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	3,1	6,2	17,5	25,7	27,0	21,9	–	–
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	3,1	11,1	27,9	30,3	34,1	27,0	21,5	–
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	3,1	6,3	18,3	27,8	28,0	22,1	–	–
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	3,1	11,5	28,5	32,4	36,6	32,1	21,5	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	3,1	6,7	19,2	26,1	26,6	23,0	–	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	3,1	10,5	25,7	29,9	34,2	28,7	22,1	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	3,1	6,7	19,9	27,5	27,7	22,4	–	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	3,1	11,9	30,1	33,7	36,5	33,2	23,1	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	3,1	7,4	22,9	30,4	28,2	22,7	–	–
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	3,1	12,7	32,1	34,5	37,2	35,1	26,7	18,2
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	3,1	7,5	20,2	26,9	26,6	23,0	–	–
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	3,1	11,4	26,5	31,2	35,4	29,4	22,7	–
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	3,1	8,1	23,7	28,9	28,5	23,1	–	–
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	3,1	12,4	33,2	36,6	38,9	36,9	29,0	19,7
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	3,1	8,1	24,2	30,7	29,2	23,1	–	–
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	3,1	13,5	33,9	36,9	40,2	37,5	30,2	20,0

## Динамика формирования органического вещества в 2010 году, т/га

Уровень минерального питания, к д.в./Га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период развития							
			Высадка рас­сады	Цветение	Начало плодоношения	10 день плодоношения	20 день плодоношения	30 день плодоношения	40-й день плодоношения	За вегетацию
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	0,09	0,18	0,56	1,34	2,26	–	–	2,38
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	0,09	0,27	0,85	1,87	3,13	4,2	–	4,35
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	0,09	0,2	0,63	1,48	2,46	–	–	2,7
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	0,09	0,28	0,98	2,11	3,49	4,7	–	5,29
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	0,09	0,2	0,65	1,52	2,53	–	–	2,97
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	0,09	0,29	1,07	2,27	3,72	4,99	–	5,83
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	0,09	0,24	0,57	1,47	2,4	–	–	2,55
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	0,09	0,36	1,12	2,33	3,61	4,6	–	4,76
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	0,09	0,24	0,6	1,56	2,57	–	–	2,94
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	0,09	0,4	1,4	2,83	4,31	5,47	–	6,01
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	0,09	0,27	0,72	1,83	2,96	–	–	3,4
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	0,09	0,42	1,59	3,1	4,64	5,94	6,9	7,04
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	0,09	0,26	0,63	1,57	2,54	–	–	2,75
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	0,09	0,39	1,2	2,49	3,85	4,95	–	5,24
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	0,09	0,28	0,75	1,83	2,91	–	–	3,26
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	0,09	0,43	1,65	3,27	4,9	6,2	7,07	7,26
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	0,09	0,29	0,81	1,97	3,14	–	–	3,59
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	0,09	0,47	1,85	3,52	5,21	6,63	7,7	8,12

Динамика формирования органического вещества в 2011 году, т/га

Уровень минерального питания, к д.в./Га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период развития							
			Высадка рас­сады	Цветение	Начало плодоношения	10 день плодоношения	20 день плодоношения	30 день плодоношения	40-й день плодоношения	За вегетацию
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	0,07	0,33	0,87	1,78	2,62	–	–	2,70
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	0,07	0,41	1,12	2,33	3,62	4,60	–	4,75
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	0,07	0,33	0,88	1,81	2,80	–	–	2,97
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	0,07	0,41	1,26	2,56	4,01	5,16	–	5,59
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	0,07	0,33	0,88	1,86	2,91	–	–	3,10
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	0,07	0,43	1,31	2,64	4,20	5,43	–	6,01
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	0,07	0,33	0,87	1,80	2,70	–	–	2,79
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	0,07	0,44	1,24	2,55	3,97	5,04	–	5,25
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	0,07	0,33	0,93	1,97	3,00	–	–	3,30
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	0,07	0,44	1,42	2,90	4,47	5,67	–	6,27
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	0,07	0,34	1,05	2,15	3,24	–	–	3,55
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	0,07	0,46	1,54	3,06	4,67	6,14	6,98	7,00
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	0,07	0,33	0,90	1,85	2,77	–	–	2,86
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	0,07	0,45	1,37	2,73	4,19	5,31	–	5,59
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	0,07	0,34	0,95	2,02	3,08	–	–	3,39
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	0,07	0,46	1,60	3,18	4,86	6,26	7,07	7,12
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	0,07	0,35	1,06	2,19	3,31	–	–	3,69
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	0,07	0,48	1,70	3,36	5,22	6,85	7,84	8,10

Динамика формирования органического вещества в 2012 году, т/га

Уровень минерального питания, к д.в./Га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Период развития							
			Высадка рассады	Цветение	Начало плодоношения	10 день плодоношения	20 день плодоношения	30 день плодоношения	40-й день плодоношения	За вегетацию
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	0,09	0,23	0,49	1,32	2,22	–	–	2,37
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	0,09	0,34	0,90	1,99	3,08	3,91	–	4,10
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	0,09	0,23	0,50	1,37	2,32	–	–	2,57
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	0,09	0,36	1,09	2,33	3,61	4,50	–	4,88
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	0,09	0,24	0,56	1,50	2,52	–	–	2,78
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	0,09	0,39	1,16	2,48	3,88	4,91	–	5,44
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	0,09	0,25	0,56	1,46	2,39	–	–	2,54
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	0,09	0,35	0,99	2,20	3,48	4,47	–	4,74
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	0,09	0,25	0,58	1,54	2,55	–	–	2,92
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	0,09	0,38	1,24	2,67	4,15	5,31	–	5,91
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	0,09	0,28	0,70	1,81	2,94	–	–	3,32
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	0,09	0,41	1,42	2,93	4,47	5,77	6,73	6,87
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	0,09	0,27	0,61	1,55	2,52	–	–	2,68
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	0,09	0,38	1,13	2,42	3,78	4,88	–	5,23
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	0,09	0,28	0,69	1,77	2,85	–	–	3,26
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	0,09	0,41	1,46	3,08	4,71	6,01	6,88	7,07
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	0,09	0,29	0,77	1,93	3,10	–	–	3,55
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	0,09	0,43	1,55	3,22	4,91	6,33	7,40	7,77



## Результаты учета урожайности огурцов в 2010 году, т/га

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Повторность			Среднее
			І	ІІ	ІІІ	
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	26,7	27,9	27,0	27,2
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	45,8	48,4	49,5	47,9
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	27,1	29,4	28,7	28,4
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	53,7	58,0	56,6	56,1
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	29,1	30,3	30,0	29,8
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	55,9	58,1	59,8	57,9
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	29,6	31,0	29,2	29,9
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	51,8	54,4	50,1	52,1
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	35,5	37,1	37,5	36,7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	68,9	69,5	71,0	69,8
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	38,1	40,7	40,6	39,8
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	75,0	75,9	77,2	76,0
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	32,9	33,6	36,1	34,2
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	56,4	60,3	56,8	57,8
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	38,7	42,0	39,6	40,1
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	78,0	80,0	77,2	78,4
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	41,8	43,6	42,7	42,7
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	83,6	87,2	92,6	87,8

Результаты обработки урожайных данных (2010 г.)  
методом дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов по фактору	Степень свободы	Средний квадрат	Значение критерия Фишера фактический ( $F_{\phi}$ )	Значение критерия Фишера теоретический ( $F_T$ )	Ошибка разности средних ( $S_d$ ), т/га	Наименьшая существенная разность ( $НСР_{05}$ ), т/га
Общая	17969,5	53	–	–	–	–	–
Уровень минерального питания (фактор С)	2229,3	2	1114,6	335,71	3,26	0,61	1,03
Уровень предполивной влажности почвы (фактор В)	1909,4	2	954,7	287,54	3,26	0,61	1,03
Способ возделывания (фактор А)	12604,2	1	12604,2	3796,18	4,11	0,50	0,84
Взаимодействие СВ	298,1	4	74,5	22,45	2,63	1,05	1,78
Взаимодействие ВА	232,6	2	116,3	35,03	3,26	0,86	1,45
Взаимодействие СА	501,5	2	250,8	75,53	3,26	0,86	1,45
Взаимодействие ABC	74,9	4	18,7	5,64	2,63	1,49	2,51
Ошибка	119,5	36	3,3	–	–	–	–

## Результаты учета урожайности огурцов в 2011 году, т/га

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Повторность			Среднее
			I	II	III	
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	30,1	30,9	32,7	31,2
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	44,5	46,4	42,6	44,5
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	33,3	34,2	35,1	34,2
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	52,5	57,1	54,5	54,7
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	35,7	37,3	38,6	37,2
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	58,2	59,3	60,4	59,3
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	35,3	36,5	34,7	35,5
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	52,0	55,1	53,1	53,4
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	39,7	41,3	39,9	40,3
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	64,3	69,2	68,1	67,2
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	42,2	44,3	43,0	43,2
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	73,8	76,2	72,9	74,3
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	35,6	36,1	36,6	36,1
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	56,8	60,7	58,3	58,6
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	41,3	43,4	43,1	42,6
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	75,9	79,9	73,1	76,3
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	45,2	46,9	44,1	45,4
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	81,1	85,6	87,5	84,7

Результаты обработки урожайных данных (2011 г.)  
методом дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов по фактору	Степень свободы	Средний квадрат	Значение критерия Фишера фактический ( $F_{\phi}$ )	Значение критерия Фишера теоретический ( $F_T$ )	Ошибка разности средних ( $S_d$ ), т/га	Наименьшая существенная разность ( $НСР_{05}$ ), т/га
Общая	13239,6	53	–	–	–	–	–
Уровень минерального питания (фактор С)	1749,8	2	874,9	265,47	3,26	0,61	1,02
Уровень предполивной влажности почвы (фактор В)	1859,4	2	929,7	282,11	3,26	0,61	1,02
Способ возделывания (фактор А)	8610,9	1	8610,9	2612,88	4,11	0,49	0,83
Взаимодействие СВ	87,0	4	21,7	6,60	2,63	1,05	1,77
Взаимодействие ВА	392,1	2	196,0	59,48	3,26	0,86	1,45
Взаимодействие СА	397,7	2	198,8	60,34	3,26	0,86	1,45
Взаимодействие ABC	24,2	4	6,0	1,83	2,63	1,48	2,50
Ошибка	118,6	36	3,3	–	–	–	–

## Результаты учета урожайности огурцов в 2012 году, т/га

Уровень минерального питания, к д.в./га (фактор С)	Уровень предположительной влажности почвы, % НВ (фактор В)	Конструкция тоннельных укрытий (фактор А)	Повторность			Среднее
			I	II	III	
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A1	24,6	26,5	25,1	25,4
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	70	A2	42,8	44,0	42,8	43,2
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A1	25,2	27,2	26,3	26,2
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	80	A2	49,5	52,3	52,1	51,3
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A1	29,3	31,3	29,7	30,1
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	90	A2	56,6	56,1	58,6	57,1
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A1	26,8	28,3	27,4	27,5
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	70	A2	49,1	51,3	51,7	50,7
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A1	32,5	33,6	34,1	33,4
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	80	A2	62,9	64,9	65,2	64,3
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A1	36,2	39,1	38,1	37,8
N <sub>170</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	90	A2	68,7	68,8	73,1	70,2
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A1	28,8	28,9	29,7	29,1
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	70	A2	53,1	58,0	54,9	55,3
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A1	36,6	38,5	37,8	37,6
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	80	A2	71,3	69,9	72,7	71,3
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A1	39,9	41,4	42,4	41,2
N <sub>240</sub> P <sub>140</sub> K <sub>200</sub>	90	A2	78,2	82,6	75,7	78,8

Результаты обработки урожайных данных (2012 г.)  
методом дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов по фактору	Степень свободы	Средний квадрат	Значение критерия Фишера фактический ( $F_{\phi}$ )	Значение критерия Фишера теоретический ( $F_T$ )	Ошибка разности средних ( $S_d$ ), т/га	Наименьшая существенная разность ( $НСР_{05}$ ), т/га
Общая	14849,5	53,0	–	–	–	–	–
Уровень минерального питания (фактор С)	1637,5	2	818,7	335,07	3,26	0,52	0,88
Уровень предполивной влажности почвы (фактор В)	1803,6	2	901,8	369,07	3,26	0,52	0,88
Способ возделывания (фактор А)	10744,2	1	10744,2	4397,18	4,11	0,43	0,72
Взаимодействие СВ	138,6	4	34,7	14,18	2,63	0,90	1,53
Взаимодействие ВА	193,1	2	96,5	39,50	3,26	0,74	1,25
Взаимодействие СА	241,3	2	120,6	49,37	3,26	0,74	1,25
Взаимодействие ABC	3,3	4	0,8	0,34	2,63	1,28	2,16
Ошибка	88,0	36	2,4	–	–	–	–