

На правах рукописи

ВИННИКОВ ДМИТРИЙ СЕРГЕЕВИЧ

**КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ И ПРИЕМЫ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛУКА НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ
ПОЧВАХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

06.01.02 – Мелиорация, рекультивация и охрана земель

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Саратов-2016

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет»

- Научный руководитель:** **Григоров Сергей Михайлович**, доктор технических наук, профессор
- Официальные оппоненты:** **Ольгаренко Геннадий Владимирович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», директор
- Бабичев Александр Николаевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, отдел управления продуктивностью орошаемых агробиоценозов ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации», начальник
- Ведущая организация:** ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия»

Защита состоится «22» декабря 2016 г. в 12 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.06 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410056, г. Саратов, ул. Советская, 60, ауд. 325 им. А.В. Дружкина

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ» и на сайте www.sgau.ru

Отзывы на автореферат просим высылать по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная пл., д. 1., E-mail: dissovet01@sgau.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2016

Ученый секретарь
диссертационного совета

Дмитрий Анатольевич Маштаков

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований. Репчатый лук является одной из наиболее ценных, высоковитаминизированных овощных культур. В мире его производство непрерывно растет, а современные сборы достигают 87,0 млн. тонн в год. При этом еще совсем недавно, до введения продовольственного эмбарго, в Россию завозилось около 455 тыс. тонн репчатого лука на сумму свыше 150 млн долларов. Сегодня ситуация на российском продовольственном рынке изменилась, и у отечественных сельхозтоваропроизводителей появился реальный шанс занять достойную нишу, в том числе, в сегменте лукового рынка. Следует понимать, что эта ситуация создана искусственно, в связи с чем, указанный «шанс» на освоение отечественного рынка продовольствия, в том числе, в сегменте лукового рынка, представляется в качестве определенной «форы» на разработку и внедрение конкурентоспособных технологий производства.

Современные конкурентоспособные технологии можно охарактеризовать, по крайней мере, двумя параметрами: интенсивностью, качественным показателем которой является объем продукции на единицу площади пашни, и эффективностью, характеризующейся затратами основных вовлекаемых ресурсов на производство единицы продукции. Современный уровень продуктивности лука в основных лукосеющих странах достигает 46,4-51,7 т/га. В России средняя урожайность лука составляет 22,6 т/га. Поэтому актуальной задачей современности является повышение урожайности репчатого лука, прежде всего, на высокоценных, орошаемых землях, с целевым уровнем продуктивности не менее 100 т/га и соблюдением принципов ресурсосбережения и экологической безопасности производства.

Степень разработанности темы исследований. Современные алгоритмы оптимального управления водным режимом почвы, разработке которых посвящены исследования И.П. Айдарова, А.И. Голованова, Ю.Н. Никольского (1990), С.Ф. Аверьянова (2015), И.П. Кружилина (1988, 2002) А.С. Овчинникова, В.В. Бородычева (2015), Н.А. Пронько, В.В. Корсака (2012), Г.В. Ольгаренко (2012), направлены на реализацию технологии «контролируемого полива», ориентированной на удовлетворение биологических потребностей возделываемых культур. В то же время анализ результатов исследований А.А. Казаковой (1970), В.М. Жидкова, И.В. Кривцова, О.В. Резниковой (2006), Н.В. Кузнецовой, Л.Н. Маковкиной (2010, 2015), М.Ю. Анишко, В.П. Зволинского (2011), Н.Н. Дубенка (2008, 2012), В.С. Казаченко (2011) и др. ученых показал отсутствие систематизированного материала, позволяющего оптимизировать горизонт промачивания почвы при орошении репчатого лука капельным способом. При постановке задач исследований учитывалась взаимосвязь параметров формируемого контура увлажнения почвы, в частности глубины промачивания и диаметра бокового растекания влаги, а также влияние приемов возделывания лука на общую продуктивность, водопотребление и формирование водного режима почвы в посевах.

Цель исследований – повышение эффективности капельного орошения репчатого лука за счет обоснования мощности расчетного слоя почвы и приемов возделывания на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья, обеспечивающих получение не менее 100 т/га товарных луковиц.

Задачи исследований:

– изучить закономерности формирования зон локального увлажнения при капельном орошении светло-каштановых среднесуглинистых почв Нижнего Поволжья и возможности применения традиционных схем раскладки поливных трубопроводов при поливе репчатого лука с различными уровнями предполивной влажности почвы;

– исследовать особенности формирования водного режима почвы и режима капельного орошения репчатого лука в зависимости от мощности расчетного слоя увлажнения;

– провести анализ динамики водопотребления и уточнить параметры биоклиматической модели для репчатого лука с учетом мощности увлажняемого слоя почвы и приемов возделывания;

– изучить закономерности развития, способы активизации фотосинтетической деятельности и накопления биомассы лука в зависимости от мощности увлажняемого слоя почвы при разных способах посева;

– оценить потенциал продуктивности и качество урожая репчатого лука при разных режимах капельного орошения и в зависимости от изучаемых приемов возделывания;

– провести экономическое обоснование глубины увлажнения почвы и сочетание приемов возделывания репчатого лука при капельном орошении.

Научная новизна. Впервые в регионе проведены исследования по обоснованию расчетной мощности увлажняемого слоя почвы с учетом особенностей локального распределения влаги при капельном орошении репчатого лука на светло-каштановых среднесуглинистых почвах Нижнего Поволжья. С учетом товарно-сбытовой стратегии предприятия обоснованы приоритеты применения различных способов посева репчатого лука, проведена оценка их влияния на суммарное водопотребление и параметры биоклиматической модели посевов этой культуры. Впервые изучены перспективы использования грядовой технологии при возделывании репчатого лука на капельном орошении.

Теоретическая и практическая значимость работы. Установлены закономерности локального распределения влаги в почве при капельном орошении в зависимости от уровня предполивной влажности почвы; изучены особенности формирования режима капельного орошения и суммарного водопотребления репчатого лука в зависимости от мощности расчетного слоя увлажнения почвы и сочетания приемов возделывания; определены ключевые параметры продукционного процесса лука и факторы, определяющие получение наибольших урожаев.

Практическая значимость работы заключается в уточнении биоклиматических коэффициентов испарения влаги посевами репчатого лука для оптимального сочетания изучаемых факторов, научном обосновании расчетной глубины увлажнения почвы при капельном орошении лука и сочетания приемов возделывания, обеспечивающих получение не менее 100 т/га товарных луковиц.

Методы исследований. В качестве методологической основы исследований принят метод полевого эксперимента. Разработка программы исследований и закладка полевого опыта осуществлялась в соответствии с требованиями общепринятых методик (Методика полевого опыта, Б.А. Доспехов, 1985, Планирование

эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов, С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рощин, 1980, Методы изучения водного режима почв, А.А. Роде, 1960, Методика полевого опыта в овощеводстве, С.С. Литвинов, 2011). Контроль за влажностью почвы осуществляли по комбинированной схеме на основе тензиометрического мониторинга и систематических отборов проб почвы для определения влажности термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89).

Основные положения, выносимые на защиту:

– закономерности локального распределения влаги и формирования водного режима почвы при капельном орошении в зависимости от мощности увлажняемого горизонта и сочетания приемов возделывания репчатого лука;

– основные факторы активизации роста, фотосинтетической деятельности и формирования урожая высококачественной продукции при капельном орошении репчатого лука;

– научно-обоснованная глубина увлажнения почвы и сочетание приемов возделывания репчатого лука, обеспечивающие гарантированное формирование не менее 100 т/га урожая стандартного качества.

Степень достоверности исследований подтверждается разработкой программы исследований и закладкой полевого эксперимента с использованием апробированных общепринятых методик, закладкой вариантов полевого опыта в 4-х повторностях, получением достаточного объема опытных данных, позволяющих делать уверенные выводы, суть которых не противоречит общим известным положениям сельскохозяйственной науки. Рекомендации производству апробированы на практике и использовались при выращивании лука в КФХ «Кружилин К.Ю.» Городищенского района Волгоградской области на площади 6 га. Апробация подтвердила возможность повышения рентабельности производства лука до 150 % за счет использования рекомендуемой глубины увлажнения почвы при капельном орошении, а также сочетания 6-ти строчного способа посева с применением грядковых технологий возделывания, обеспечивающих формирование свыше 110 т/га товарной продукции.

Апробация результатов исследований. Основные положения диссертационной работы докладывались на международных научно-практических конференциях «Научные основы природообустройства России: проблемы, современное состояние, шаги в будущее» (ФГБОУ ВО ВолГАУ, 2014 г.), «Стратегическое развитие АПК и сельских территорий РФ в современных международных условиях» (ФГБОУ ВО ВолГАУ, 2015 г.), «Проблемы рационального использования природохозяйственных комплексов засушливых территорий» (ФГБНУ ПНИИАЗ, 2015 г.), «Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях» (ФГБОУ ВО ВолГАУ, 2016 г.), на Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы, современное состояние, инновации в области природообустройства и строительства» (ФГБОУ ВО ДальГАУ, 2015 г.), на национальной научно-практической конференции «Современное научное знание в условиях системных изменений» (Тарский филиал ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2016).

Публикации. В рамках утвержденного направления исследований опубликовано 10 работ, общим объемом 3,47 п.л., в том числе соискателем - 2,45 п.л., из

них 5 опубликовано в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа включает введение, 5 глав, заключение, список использованной литературы и приложения. Работа изложена на 201 странице, включает 30 таблиц, 28 рисунков, 26 приложений. Список использованной литературы включает 166 источников, в том числе 6- на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дано краткое обоснование актуальности выбранного научного направления, сформулированы цель и задачи исследований, а также методы их решения

В первой главе «Проблемы и перспективы возделывания лука при капельном орошении» приводится критический анализ опубликованных научных материалов, характеризующих степень разработанности технологий управления водным режимом почвы и особенностям агротехники возделывания репчатого лука на орошаемых землях. Показано, что противоречивые требования биологии культуры к доступности почвенной влаги и влажности воздуха обуславливают особые требования к выбору способов орошения, а слаборазвитая корневая система при потенциальной возможности формирования мощнейшей вегетативной массы определяет необходимость оптимизации водного режима почвы при возделывании репчатого лука. Причем первая часть задачи исключительно удачно решается выбором капельного способа орошения, а вторая, преимущественно, связана с необходимостью поиска оптимальной глубины увлажнения почвы при капельном способе орошения. Особое внимание было обращено противоречивость сведений по эффективности способов посева лука при капельном орошении и перспективы освоения грядовой технологии для этой культуры. Результаты критического обзора позволили обосновать программу диссертационного исследования.

Во второй главе «Программные вопросы и методики исследований» выдвинута рабочая гипотеза исследований, обоснована схема полевого эксперимента, приводятся сведения об условиях и методика проведения исследований.

В качестве основной гипотезы исследований было принято положение о возможности повышения эффективности капельного орошения репчатого лука за счет обоснования мощности расчетной глубины промачивания почвы и приемов возделывания при наиболее полном учете их влияния на водный режим почвы и эффективность использования водных ресурсов при формировании урожая.

Полевой опыт был заложен по трехфакторной схеме в рамках которого по фактору А изучались следующие варианты: вариант А1 – поддержание дифференцированного, 80-70 % НВ, порога предполивной влажности почвы в слое 0,3 м, вариант А2 – в слое 0,4 м, вариант А3 – в слое 0,5 м. В рамках фактора В опыт проводили по способам посева: вариант В1 – ленточный четырехстрочный 0,3×0,2×0,3×0,7 м, вариант В2 - ленточный шестистрочный 0,15×0,15×0,2×0,15×0,15×0,7 м, В3 - ленточный восьмистрочный 0,07×0,2×0,07×0,2×0,07×0,2×0,07×0,62 м. По фактору С в опыте проводилась оценка эффективности применения грядовой технологии при возделывании лука: вариант С1 – без профилирования

поверхности почвы, вариант С2 – с формированием грядового профиля поверхности почвы.

Опыт был проведен на участке, расположенном в границах КФХ «Пионер» Городищенского района Волгоградской области. Почвы опытного участка светло-каштановые, среднесуглинистые. Среднее содержание гумуса в почвенном покрове опытного участка составляет 1,76 %. Легкогидролизующих форм азота в пахотном слое почвы (0-0,3 м) содержится не более 17,4-27,1 мг/кг, доступных форм фосфора - 24,1-24,4 мг/кг, а обменного калия - до 225-324 мг/кг. В состоянии наименьшей влагоемкости почва опытного участка удерживает 23,1-23,7 % влаги от своего веса. По совокупности гидротермических условий, вегетационный период лука в 2014 году характеризовался как сухой (ГТК=0,26), в 2015 году – как среднезасушливый (ГТК=0,41), в 2016 году – среднемноголетним уровнем поступления метеоресурсов (ГТК=0,51).

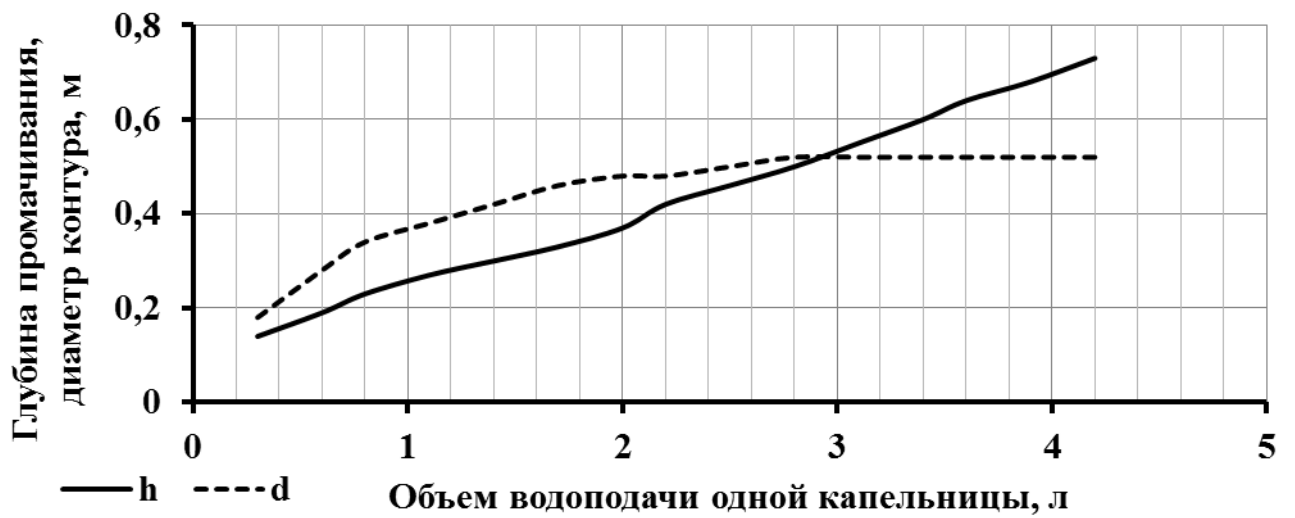
Исследования проводили с районированным гибридом репчатого лука Блустер F1. Удобрения вносили дозой $N_{150}P_{105}K_{120}$. Опыт закладывался методом расщепленных делянок. Площадь учетной делянки опыта, образованной сочетанием всех изучаемых в опыте факторов в 1 повторности составляет 300 м². Закладка и проведение полевого эксперимента осуществлялась в соответствии с требованиями методики полевого опыта (Б.А. Доспехов, 1985) и методики полевого опыта в овощеводстве (С.С. Литвинов, 2011). Исследование формирования водного режима почвы проводили с учетом требований методики изучения водного режима почв (А.А. Роде, 1960). Определение текущей влажности почвы проводили по ГОСТ 28268-89. Контроль качества продукции осуществляли в соответствии с ГОСТ 1723-86.

В третьей главе «Водный режим почвы и водопотребление репчатого лука при капельном орошении» результаты опытов по изучению закономерностей формирования зон локального увлажнения при капельном орошении, особенностей формирования водного режима почвы и режима капельного орошения репчатого лука, изучению водопотребления лука и методов его прогнозирования.

Основными параметрами, характеризующими зону локального влагонасыщения почвы при капельном орошении, являются глубина промачивания почвы (h , м) и диаметр контура увлажнения (d , м), которые изменяются с увеличением объема водоподдачи (рисунок 1), а также зависят от уровня исходной (предполивной) влажности почвы. Обработка результатов полевого эксперимента методами математической регрессии позволила получить зависимости для определения параметров контура увлажнения по известным значениям исходной (предполивной) влажности почвы и объема водоподдачи:

$$h = \frac{a+b \cdot w+c \cdot w^2+d \cdot q}{1+e \cdot w+f \cdot q}; \quad d = a + \frac{b}{w} + c \cdot \ln q + \frac{d}{w^2} + e \cdot \ln q^2 + f \cdot \frac{\ln q}{w}, \quad (1),$$

где h, d – параметры контура увлажнения почвы при капельном орошении, соответственно глубина промачивания и диаметр, м, w – исходная (предполивная) влажность почвы, % НВ, q – объем водоподдачи на одну капельницу, л, a, b, c, d, e, f – параметры уравнения, определенные методом регрессионного анализа опытных данных (таблица 1).



ПОСЕВНАЯ ЛЕНТА

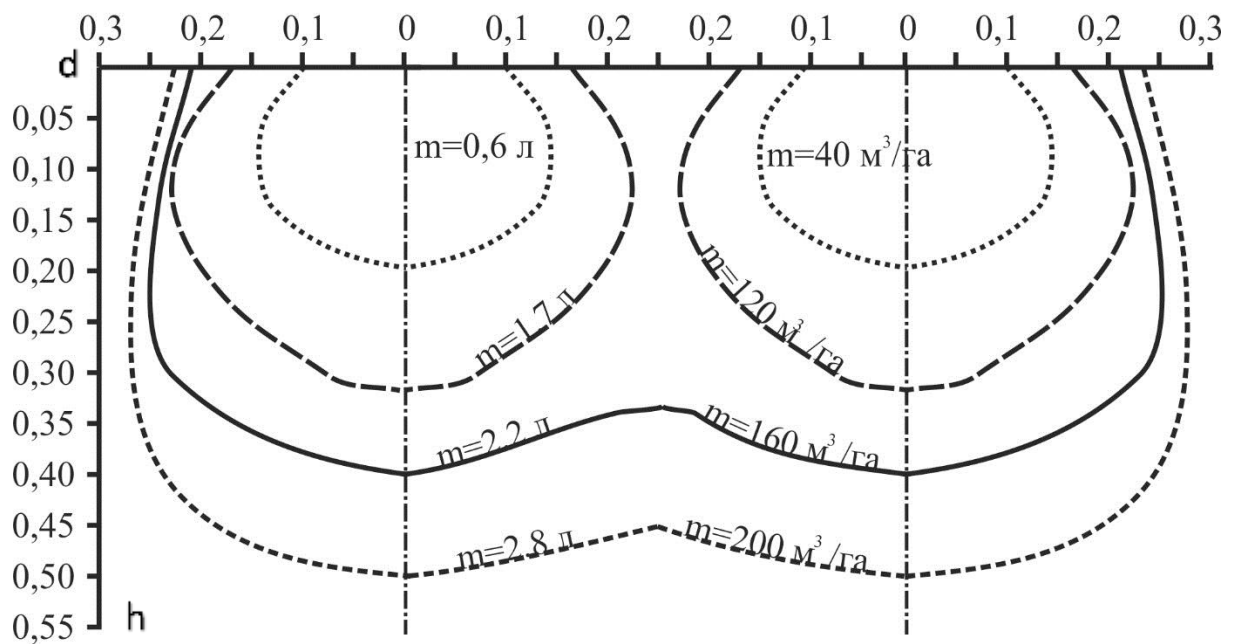
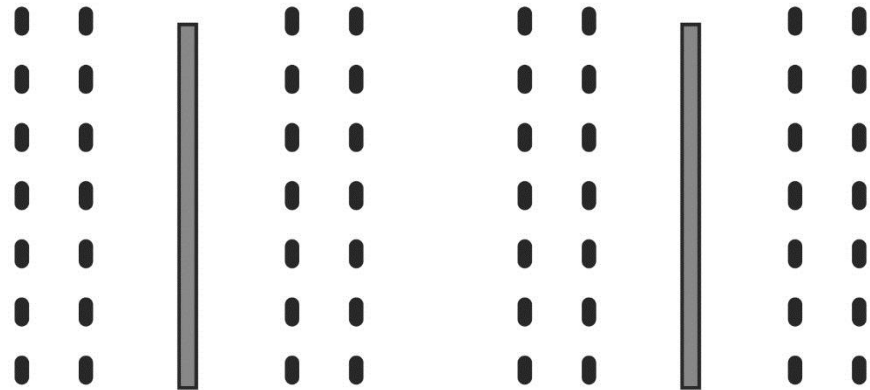


Рисунок 1 – Взаимосвязь параметров формирования контура увлажнения почвы при капельном поливе (исходная влажность 80 % НВ, производительность капельницы 1,6 л/час, почвы среднесуглинистые, светло-каштановые, пахотные)

Коэффициенты детерминации полученных зависимостей, 0,95-0,97, позволяют уверенно использовать их для определения параметров контура увлажнения и согласования способов посева со схемой размещения поливных трубопроводов. Принятая в опыте, типизированная схема раскладки поливных трубопроводов по сдвоенной («луковой») схеме обеспечивает возможность гарантированного регулирования водного режима почвы в зоне посевных лент при поддержании порога предполивной влажности почвы 80 и 70 % НВ.

Таблица 1 – Коэффициенты регрессии уравнения зависимости параметров контура увлажнения почвы при капельном орошении от уровня исходной (предполивной) влажности почвы и объема водоподачи

Функция отклика	Параметры зависимости						Коэффициент детерминации, R ²
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	
Глубина промачивания почвы по контуру, h	-0,03	0,0018	-1,47·10 ⁻⁵	0,03	-0,01	-0,0014	0,95
Диаметр контура увлажнения, d	0,4	9,33	-0,035	-806	-0,02	13,1	0,97

Исследованиями установлено, что поддержание дифференцированного, 80-70 % НВ, порога предполивной влажности почвы в слое 0,3 м связано с необходимостью проведения до 20-31 вегетационного полива с общим расходом оросительной воды в пределах 3440-3600 м³/га (таблица 2). Средняя продолжительность межполивного периода здесь не превышала 3-6 суток и существенно зависела от складывающихся погодных условий. Для поддержания такого же предполивного уровня в слое 0,4 м требуется проведение 15-24 вегетационных поливов, в среднем, через 5-7 суток, с оросительной нормой 3470-3870 м³/га. Регулирование водного режима почвы по указанной схеме в слое 0,5 м обеспечивается проведением не более 12-18 вегетационных поливов, в среднем, через 6-9 суток, однако затраты оросительной воды при этом составляют 3330-3570 м³/га.

Опыты подтвердили, что динамика почвенных влагозапасов в посевах репчатого лука определяется не только параметрами технологии капельного орошения, но и элементами агротехники культуры, такими как способ посева и использование грядовой технологии. Анализ основных статей водного баланса подтвердил, что сочетание применяемых агроприемов оказывает существенное влияние на водопотребление репчатого лука (таблица 3). Так, переход с 4-х строчного на 6-строчный способ посева сопровождался увеличением суммарного водопотребления репчатого лука, в среднем, на 180-340 м³/га, причем в наибольшей степени (на 240-340 м³/га) суммарное водопотребление лука возрастало на участках с грядовой технологией возделывания. Увеличение числа посевных строк в ленте до 8 повышало суммарное водопотребление лука еще на 10-70 м³/га. Исследованиями получены данные, свидетельствующие о том, что суммарное водопотребление репчатого лука возрастает при переходе на грядовую технологию возделывания на 20-290 м³/га.

Таблица 2 – Основные характеристики режима капельного орошения репчатого лука в годы исследований

Профиль поверхности почвы	Способ посева	Мощность увлажненияемого слоя, м	Число поливов / поливная норма, м ³ /га		Оросительная норма, м ³ /га			
			До начала активного роста луковицы (2014-2016 гг.)	Рост – начало созревания луковицы (2014-2016 гг.)	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Средняя
Без изменения профиля поверхности почвы	4-х строчный	0,3	14-21/120	6-8/180	3960	3600	2760	3440
		0,4	10-15/160	5-7/240	4080	3520	2800	3470
		0,5	8-11/200	4-5/300	3700	3500	2800	3330
	6-ти строчный	0,3	14-21/120	7-9/180	4140	3720	2940	3600
		0,4	10-15/160	6-7/240	4080	3920	3040	3680
		0,5	8-11/200	4-6/300	4000	3500	2800	3430
	8-ми строчный	0,3	14-21/120	7-9/180	4140	3720	2940	3600
		0,4	11-16/160	5-7/240	4240	3920	2960	3710
		0,5	8-12/200	4-6/300	4200	3500	2800	3500
Размещение посевов на грядах	4-х строчный	0,3	13-21/120	7-9/180	4140	3480	2820	3480
		0,4	11-16/160	5-7/240	4240	3520	2960	3570
		0,5	8-11/200	4-5/300	3700	3500	2800	3330
	6-ти строчный	0,3	14-22/120	7-9/180	4260	3600	2940	3600
		0,4	11-16/160	6-8/240	4480	3920	3200	3870
		0,5	8-12/200	4-6/300	4200	3700	2800	3570
	8-ми строчный	0,3	14-22/120	7-9/180	4260	3600	2940	3600
		0,4	11-16/160	6-8/240	4480	3920	3200	3870
		0,5	8-12/200	4-6/300	4200	3700	2800	3570

Установлено, что увеличение мощности горизонта почвы с регулируемым водным режимом с 0,3 до 0,4 м сопровождается существенным ростом суммарного водопотребления репчатого лука, который количественно выражается диапазоном от 150 до 270 м³/га. При этом с увеличением расчетной глубины промачивания почвы с 0,3 до 0,5 м суммарное водопотребление лука не только не возрастает, но в ряде случаев и снижается на 20-40 м³/га.

Наибольшим водопотреблением, 5350-5580 м³/га, в опытах отличались 6-ти и 8-ми строчные посевы репчатого лука на грядах при проведении капельных поливов, ориентированных на увлажнение расчетного, 0,4-метрового слоя почвы. Основной статьей баланса почвенной влаги, на 54,8-83,7 % восполняющей потери воды на суммарное испарение с поверхности почвы и транспирацию растений, во все годы исследований являлась оросительная вода.

Критический анализ опубликованного материала по проблеме управления водным режимом почвы и орошением сельскохозяйственных культур показал практическую целесообразность применения простых, однопараметрических методов биоклиматического расчета суммарного водопотребления, в которых используе-

мый в качестве аргумента показатель имеет высокую надежность прогнозирования. Для региона исследований таким показателем является среднесуточная температура воздуха.

Таблица 3 – Водопотребление репчатого лука
в зависимости от варианта усовершенствованной агротехнологии
при капельном орошении (2014-2016 гг.)

Профиль поверхности почвы	Способ посева	Мощность увлажняемого слоя, м	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Доля участия в формировании водного баланса			Биоклиматический коэффициент, мм/°С
				Оросительная вода, %	Атмосферные осадки, %	Почвенные влагозапасы, %	
Без изменения профиля поверхности почвы	4-х строчный	0,3	4860	58,0-82,5	10,2-32,6	6,3-9,4	0,181
		0,4	5010	57,0-82,8	9,9-31,6	7,3-11,4	0,183
		0,5	4830	59,4-78,1	10,3-32,9	7,6-11,6	0,180
	6-ти строчный	0,3	5050	59,2-83,3	9,9-31,2	6,8-9,6	0,187
		0,4	5220	58,3-80,3	9,6-29,8	6,4-11,9	0,188
		0,5	5010	56,7-81,6	10,0-31,4	8,4-11,9	0,185
	8-ми строчный	0,3	5080	58,9-82,6	9,8-31,1	7,6-10,0	0,188
		0,4	5260	57,0-81,9	9,5-29,9	6,9-13,1	0,190
		0,5	5080	56,2-84,2	9,8-31,1	6-12,6	0,187
Размещение посевов на грядах	4-х строчный	0,3	4920	58,5-84,5	10,0-32,2	5,5-9,3	0,184
		0,4	5080	59,3-84,1	9,7-31,1	6,2-9,6	0,185
		0,5	4890	57,9-77,1	10,2-32,0	7,9-12,7	0,182
	6-ти строчный	0,3	5160	58,6-82,7	9,5-30,9	7,8-11,4	0,190
		0,4	5420	59,9-83,4	9,1-29,0	7,4-11,0	0,193
		0,5	5140	55,0-83,2	9,7-30,5	7,1-14,5	0,189
	8-ми строчный	0,3	5180	58,3-82,1	9,4-30,8	8,5-11,7	0,191
		0,4	5450	59,5-83,1	9,1-28,8	7,8-11,7	0,194
		0,5	5150	54,8-83,7	9,8-30,4	6,6-14,9	0,189

Опытами установлено, что значения температурных коэффициентов испарения влаги при капельном орошении репчатого лука зависят не только от вариантов поддержания водного режима почвы, но и от сочетания применяемых агротехнических приемов. Самые высокие значения температурных коэффициентов, 0,193-0,194 мм/°С, установлены для варианта с увлажнением 0,4-метрового слоя почвы и посевом лука 6-ти или 8-ми строчным способом на грядах. В течение вегетационного периода кривые биоклиматических коэффициентов изменяются по одновершинной кривой с минимумом в период после посева и до появления массовых всходов (0,105-0,117 мм/°С) и максимумом в период «образование – начало активного роста луковицы» (0,220-0,231 мм/°С) с последующим постепенным снижением значений до 0,148-0,154 мм/°С в период дозаривания урожая.

В четвертой главе «Закономерности развития и фотосинтетическая активность посевов репчатого лука» представлены материалы исследования продукционного процесса репчатого лука, рассмотрены вопросы активизации роста, накопления биомассы и формирования урожая репки в зависимости от глубины увлажняемого слоя почвы и приемов возделывания при капельном орошении.

Исследования показали особенности влияния изучаемых факторов на продолжительность вегетационного периода лука. Например, в вариантах с увлажнением 0,3 и 0,5 м слоя почвы суммарная продолжительность всех фаз роста и развития лука была одинакова, а при увлажнении 0,4- метрового слоя - продолжительность вегетационного периода возрастала, в среднем, на 3-4 суток, преимущественно за счет увеличения фазы активного роста луковицы (таблица 4). Переход с 4-х строчного на 6-ти или 8-ми строчные способы посева сопровождался увеличением продолжительности вегетационного периода на 1-3 суток, а использование грядовой технологии увеличивало вегетационный период лука на 1-2 суток только в вариантах с 6-ти и 8-ми строчным посевом.

Таблица 4 – Динамика развития и фотосинтетическая активность лука в зависимости от глубины увлажнения почвы и сочетания агроприемов при капельном орошении

Профиль поверхности почвы	Способ посева	Мощность увлажняемого слоя, м	Продолжительность вегетационного периода. сут.	Максимальная площадь листьев, тыс.м ² /га	Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² дн/га	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² в сут.	Сухая биомасса посева, т/га
Без изменения профиля поверхности почвы	4-х строчный	0,3	120	28,0	2092	3,81	7,97
		0,4	123	32,3	2356	3,93	9,26
		0,5	120	29,4	2121	3,86	8,19
	6-ти строчный	0,3	121	37,8	2766	3,95	10,9
		0,4	125	40,2	3051	4,03	12,3
		0,5	121	39,2	2861	3,99	11,4
	8-ми строчный	0,3	121	39,6	2915	3,83	11,2
		0,4	124	42,0	3170	3,84	12,2
		0,5	121	40,3	2963	3,85	11,4
Размещение посевов на грядах	4-х строчный	0,3	120	28,9	2163	3,86	8,36
		0,4	123	33,6	2469	3,99	9,85
		0,5	120	30,6	2221	3,91	8,67
	6-ти строчный	0,3	122	38,8	2891	4,00	11,6
		0,4	126	43,0	3351	4,10	13,7
		0,5	122	40,6	3005	4,03	12,1
	8-ми	0,3	122	40,9	3022	3,91	11,8

Продолжение таблицы 4.

	строчный	0,4	126	44,4	3487	3,94	13,7
		0,5	122	40,7	3079	3,89	12

Опыты позволили раскрыть действие изучаемых факторов на фотосинтетическую активность репчатого лука. Отмечена высокая пластичность таких критериев фотосинтетической активности посева, как площадь листового аппарата и фотосинтетический потенциал и относительная устойчивость величины чистой продуктивности фотосинтеза по отношению ко всем сочетаниям исследуемых в опыте факторов. Например, разница между наименьшими и наибольшими значениями максимальной площади листьев в вариантах опыта составляла, в среднем 36,9 %, фотосинтетического потенциала – 40,0 %, тогда как для чистой продуктивности фотосинтеза не превышала 7,0 %. В совокупности, наилучшими показателями фотосинтетической активности отличались посевы репчатого лука на участках, где посев проводили на грядах 6-ти строчным способом, а поливы проводили для увлажнения 0,4-м слоя почвы. Максимальная площадь листьев лука при этом составила, в среднем, 43,0 тыс. м²/га, фотосинтетический потенциал посева достигал 3351 тыс. м² дней/га, а чистая продуктивность фотосинтеза – 4,10 г/м² в сут. Посев репчатого лука 8-ми строчным способом при прочих равных условиях сопровождался увеличением фотосинтетического потенциала, в среднем, до 3487 тыс. м² дней/га и снижением чистой продуктивности фотосинтеза до 3,94 г/м² в сут.

Различия в фотосинтетической активности посева нашли прямое отражение в накоплении биомассы посева репчатого лука. Увеличение глубины горизонта почвы с регулируемым водным режимом с 0,3 м до 0,4 м сопровождалось активизацией процесса накопления органического вещества, в результате чего за вегетационный период посевами лука было сформировано на 1,01-2,16 т/га сухой биомассы больше. Увеличение глубины горизонта почвы с 0,3 до 0,5 м, как правило, увеличивало массу накопленного органического вещества, в среднем, на 0,18-0,48 т/га, однако в отдельные годы были получены и отрицательные результаты. Наибольшая биомасса лука, в среднем, 13,7 т/га накапливалась при сочетании грядовой технологии возделывания с использованием 6-ти или 8-ми строчных посевов и регулировании водного режима почвы посредством проведения капельных поливов в слое 0,4 м.

Динамика урожайных данных, полученных по вариантам полевого опыта, характеризуется устойчивым трендом общей повторяемости численных распределений во все годы исследований (таблица 5). Это позволяет установить регрессионные зависимости между полученными в опытах урожайными данными и варьируемыми значениями изучаемых факторов:

$$Y = 42,5 \cdot n + 737,3 \cdot h - 3,15 \cdot n^2 - 921,6 \cdot h^2 + 3,25 \cdot n \cdot h - 196,8 \quad (2),$$

и

$$Y_{гр} = 51,4 \cdot n + 1189,2 \cdot h - 3,76 \cdot n^2 - 1478,3 \cdot h^2 + 1,78 \cdot n \cdot h - 306,0 \quad (3),$$

где Y и $Y_{гр}$ – урожайность репчатого лука соответственно для варианта «без гряд» и «на грядах», т/га, n – параметр, характеризующий способ посева репчатого лука

и численно равный числу строк в посевной ленте, h - расчетная глубина промачивания почвы при капельном поливе, м. Множественный коэффициент детерминации зависимости $R^2 = 0,96$. График зависимости для варианта «на грядах» приведен на рисунке 2.

Таблица 5 – Урожайность репчатого лука в зависимости от глубины увлажнения почвы и сочетания агроприемов при капельном орошении

Профиль поверхности почвы	Способ посева	Мощность увлажняемого слоя, м	Урожайность, т/га			
			2014 г	2015 г	2016 г	Средняя
Без изменения профиля поверхности почвы	4-х строчный	0,3	63,4	66,5	64,2	64,7
		0,4	74,5	78,0	75,3	75,9
		0,5	65,5	69,0	66,7	67,1
	6-ти строчный	0,3	87,8	90,8	87,4	88,7
		0,4	99,3	103,1	96,2	99,5
		0,5	92,3	95,5	91,1	93,0
	8-ми строчный	0,3	86,2	89,2	87,1	87,5
		0,4	98,7	102,5	95,7	99,0
		0,5	92,0	95,3	90,2	92,5
Размещение посевов на грядах	4-х строчный	0,3	65,7	68,7	67,3	67,2
		0,4	77,0	81,0	78,8	78,9
		0,5	67,1	70,3	72,2	69,9
	6-ти строчный	0,3	92,5	95,0	94,1	93,9
		0,4	112,6	116,8	106,9	112,1
		0,5	95,4	98,6	99,2	97,7
	8-ми строчный	0,3	89,9	93,0	94,4	92,4
		0,4	113,4	117,1	106,1	112,2
		0,5	94,2	97,4	98,3	96,6
НСР ₀₅	Фактор А		3,01	3,21	3,06	
	Фактор В		3,01	3,21	3,06	
	Фактор С		2,46	2,62	2,50	
	Для частных средних		7,38	7,87	7,51	

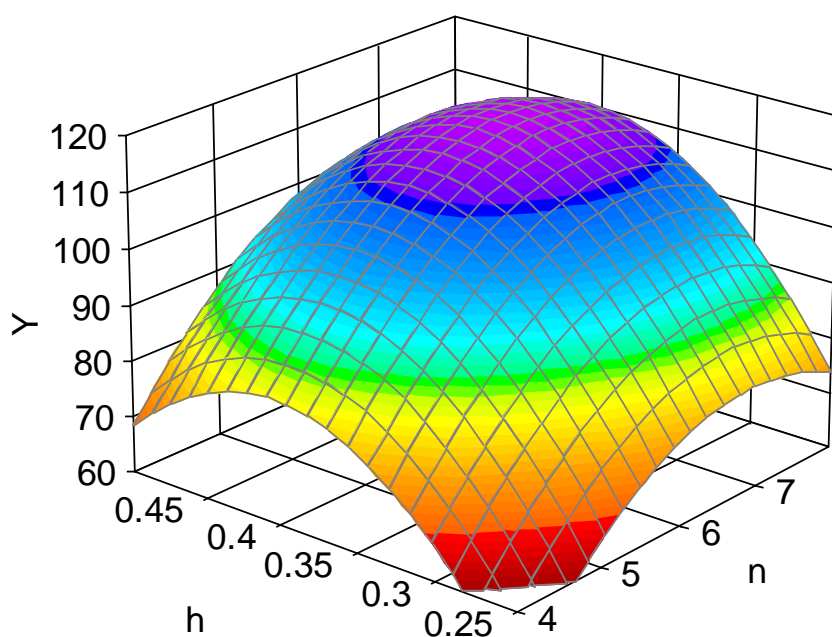


Рисунок 2 – График зависимости урожайности репчатого лука от глубины промачивания почвы при разных способах посева (вариант С2 – возделывание на грядах)

Из графика видно, что в границах варьирования уровней изучаемых факторов поверхность имеет одну, четко выраженную область оптимума. Общей закономерностью является увеличение урожайности репчатого лука с повышением глубины промачивания почвы до 0,4 м на 10,8-19,8 т/га или 12,2-21,4 % и последующим спадом уровня продуктивности при увеличении мощности увлажняемого горизонта до 0,5 м.

Комплексная оптимизация параметров капельного орошения и приемов возделывания репчатого лука позволяет увеличить его продуктивность почти на 50 т/га. Формирование наибольшей урожайности репчатого лука, в среднем, 112,1-112,2 т/га, обеспечивается при посеве лука 6-ти и 8-ми строчным способом на грядах и поддержании дифференцированного, 80-70 % НВ, порога предполивной влажности почвы в расчетном слое почвы 0,4 м.

В пятой главе «Эффективность сочетания урожаеобразующих факторов при капельном орошении репчатого лука» по ключевым критериям эффективности, таким как затраты воды на формирование урожая, качество урожая, экономическая целесообразность производства, - проведена оценка технологии капельного орошения и сочетания агроприемов возделывания репчатого лука.

Исследования показали, что эффективное использование водных ресурсов при возделывании репчатого лука определяется не только способом и технологией орошения, но и совокупностью приемов возделывания, составляющих уровень агротехники культуры. Установлено, что переход на грядовую технологию возделывания репчатого лука позволяет экономить до 1,3-4,5 м³ воды на формирование тонны продукции (таблица 6). Однако и в границах одного из вариантов, где лук выращивали на грядах, удельные затраты воды на формирование урожая изменялись от 48,4 до 73,1 м³/т в зависимости от способа посадки и глубины увлажнения почвы при капельном поливе.

Анализ данных показал, что распределение значений коэффициента водопотребления лука подчинено определенным закономерностям, которые с высокой степенью надежности ($R^2 = 0,97$) описываются следующей зависимостью:

$$Ke = 258,2 - 31,1 \cdot n - 508,8 \cdot h + 2,23 \cdot n^2 + 615 \cdot h^2 + 0,5 \cdot n \cdot h \quad (4),$$

где Ke – коэффициент водопотребления репчатого лука, м³/т, n – параметр, характеризующий способ посева репчатого лука и численно равный числу строк в посевной ленте, h – расчетная глубина промачивания почвы при капельном поливе, м.

Из графика регрессионной связи (рисунок 3) видно, что зависимость коэффициента водопотребления репчатого лука от сочетания изучаемых в опыте факторов имеет типичную форму параболоида с четко определенной областью оптимума. Наиболее эффективного на формирование урожая репчатого лука, 48,4-48,7 м³/га, вода используется при формировании посевной ленты в 6-ть или 8-мь строк и увлажнении расчетного, 0,4-метрового слоя почвы на фоне грядовой технологии.

При оценке качества полученной продукции использовали такой актуальный показатель, как калибровочный состав урожая. В зависимости от сочетания размерных фракций выделены сочетания факторов, обеспечивающих формирование урожая преимущественно для переработки (преобладание, до 37,7-43,2 %, очень крупных, более 80 мм в диаметре, луковиц на участках с посевом 4-х строчным способом), для переработки и хранения (сбалансированный выход порядка 41,4-43,1 % урожая луковиц размером от 40 до 60 мм и 37,4-38,7 % урожая луковиц размером от 60 до 80 мм при посеве 6-ти строчным способом) и преимущественно для хранения (преобладание, до 58,9-61,0 % урожая, средней, от 40 до 60 мм, размерной фракции при посеве 8-ми строчным способом).

Таблица 6 – Результаты комплексной оценки эффективности производства лука при капельном орошении (2014-2016 гг.)

Профиль поверхности почвы	Способ посева	Мощность увлажняемого слоя, м	Коэффициент водопотребления, м ³ /т	Биохимический состав				Чистый доход, руб.	Рентабельность, %
				Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Витамин С, мг%	Нитраты, NO ₃ , мг/кг (ПДК = 80 мг/кг)		
Без изменения профиля поверхности почвы	4-х строчный	0,3	75,0	10,7	6,5	8,2	72	192006	74,8
		0,4	65,9	11,3	6,9	8,5	67	266349	100,9
		0,5	72,0	11,7	7,4	8,9	69	214837	84,1
	6-ти строчный	0,3	57,0	10,9	6,8	8,1	65	371027	120,9
		0,4	52,5	11,7	7,5	9,0	53	448895	143,0
		0,5	53,9	12,2	8,1	9,3	59	409594	133,4
	8-ми строчный	0,3	58,0	11,3	7,1	8,7	62	361779	105,9
		0,4	53,2	12,3	8,4	9,5	48	447124	128,0
		0,5	54,9	12,5	8,5	9,8	52	402606	117,6
Размеще-	4-х строч	0,3	73,1	10,8	6,6	8,3	69	186396	68,1
		0,4	64,4	11,4	7,1	8,6	65	264295	93,9

Продолжение таблицы 6.

ние посе- вов на грядках	ый	0,5	69,9	11,7	7,5	9	68	213226	78,1
	6-ти строч ный	0,3	54,9	11	6,9	8,2	62	389582	119,6
		0,4	48,4	11,7	7,6	9,2	49	517823	153,1
		0,5	52,6	12,3	8,1	9,3	54	424091	130,2
	8-ми строч ный	0,3	56,1	11,4	7,2	8,7	58	387222	107,4
		0,4	48,7	12,5	8,5	9,8	49	536228	143,4
		0,5	53,3	12,7	8,6	9,9	50	425830	118,1

Установлено, что оптимальный биохимический состав луковиц, с содержанием 12,5-12,7 % сухого вещества, 8,5-8,6 % сахаров, 9,8-9,9 мг% витамина С и не более 49-50 мг/кг нитратов, обеспечивается при поддержании заданного, 80-70 % НВ, порога предполивной влажности почвы в слое 0,4 или 0,5 м и посева лука на грядах 8-строчным способом. Экономические расчеты показали, что качество репчатого лука существенно влияет на доходность производства. Получение наибольшего чистого дохода, 536228 руб./га, обеспечивается при проведении капельных поливов для поддержания, дифференцированного 80-70 % НВ порога предполивной влажности почвы в слое 0,4 м в совокупности с применением 8-ми строчного способа посева на грядах.

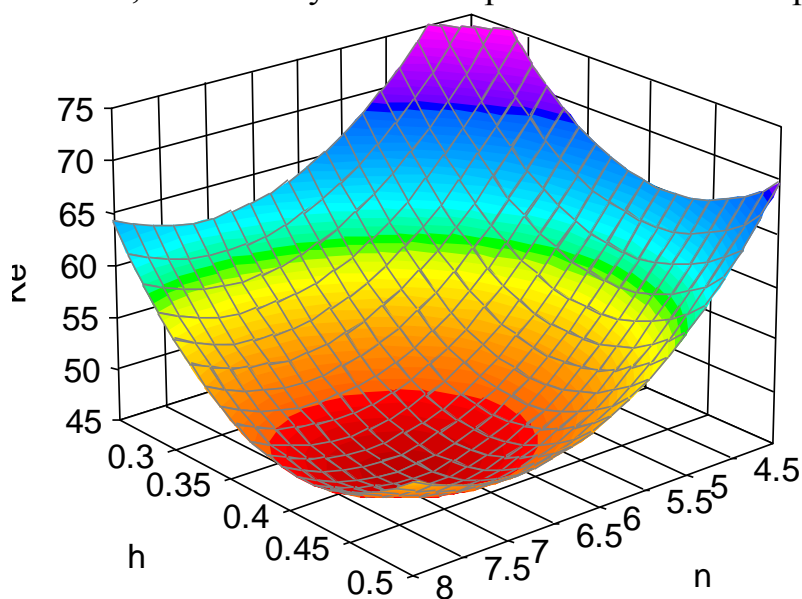


Рисунок 3 – График зависимости коэффициента водопотребления (K_e) репчатого лука от числа строк в посевной ленте (n) и глубины увлажняемого слоя почвы (h) при капельном орошении (вариант «на грядах»)

Использование 6-ти строчных посевов без изменения обеспеченности прочих изучаемых факторов приводило к сокращению полученного чистого дохода до 517823 руб./га. В тоже время рентабельность производства, характеризующая отдачу денежных средств на каждый вложенный в производство рубль, на участках этого варианта была наибольшей, 153,1 %, тогда как при использовании 8-ми строчных посевов, - снижалась до 143,4 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При использовании капельного орошения для восполнения дефицита почвенной влаги в посевах репчатого лука необходимо учитывать особенности локального распределения влаги при проведении вегетационных поливов. Исследованиями установлена взаимосвязь между глубиной промачивания почвы и диаметром

контура увлажнения и закономерности ее трансформации в зависимости от принятого порога предполивной влажности. Установлено, что на светло-каштановых среднесуглинистых почвах Нижнего Поволжья при исходной (предполивной) влажности почвы 70 % НВ увлажнение почвы на глубину 0,3 м соответствует диаметру пятна горизонтального растекания контура 0,48 м, при исходной влажности 80 % НВ – 0,46 м, а при исходной влажности 90 % НВ – 0,34 м. Типизированная схема раскладки поливных трубопроводов по сдвоенной («луковой») схеме с наибольшим расстоянием от капельной линии до крайнего ряда растений лука в посевной ленте 0,22 м, обеспечивает возможность гарантированного регулирования водного режима почвы в зоне размещения растений при поддержании порога предполивной влажности почвы 70 и 80 % НВ.

Поддержание дифференцированного, 80-70 % НВ, порога предполивной влажности почвы в слое 0,3 м связано с необходимостью проведения до 20-31 вегетационных поливов с общим расходом оросительной воды в пределах 3440-3600 м³/га. Для поддержания такого же предполивного уровня в слое 0,4 м требуется проведение 15-24 вегетационных поливов с оросительной нормой 3470-3870 м³/га. Регулирование водного режима почвы по указанной схеме в слое 0,5 м обеспечивается проведением не более 12-18 вегетационных поливов, однако затраты оросительной воды при этом составляют 3330-3570 м³/га.

Опыты подтвердили, что в засушливых условиях Нижневолжского региона оросительная вода является основной, 54,8-83,7 %, приходной статье баланса почвенной влаги. Установлено, что суммарное водопотребление репчатого лука существенно изменяется не только в зависимости от режима орошения, определяемого мощностью расчетного слоя почвы, но и в зависимости от сочетания приемов возделывания лука при капельном орошении.

Наибольшим водопотреблением, 5350-5580 м³/га, посеvy репчатого лука характеризуются при возделывании на грядах в 6-ти и 8-ми строчных посевных лентах и проведении капельных поливов, ориентированных на увлажнение расчетного, 0,4-метрового слоя почвы. При этом в течение вегетационного периода биоклиматические кривые репчатого лука изменяются по одновершинной кривой с минимумом в период после посева и до появления массовых всходов (0,105-0,117 мм/°С) и максимумом в период «образование – начало активного роста луковицы» (0,220-0,231 мм/°С) с последующим постепенным снижением значений до 0,148-0,154 мм/°С в период дозаривания урожая.

Наиболее эффективно на формирование урожая репчатого лука вода расходуется при регулировании водного режима почвы в слое 0,4 м. В сочетании с применением грядовой технологии и посева лука 6-ти и 8-ми строчным способом это обеспечивает расход воды на формирование 1 тонны урожая в пределах 48,4-48,7 м³.

Особенности формирования водного режима при разной мощности расчетного слоя почвы и приемы возделывания при капельном орошении оказывают существенное влияние на динамику развития и роста репчатого лука. Наилучшими показателями фотосинтетической активности отличаются посеvy репчатого лука при регулировании водного режима почвы в слое 0,4 м и проведении посева на грядах 6-ти строчным способом. Максимальная площадь листьев лука при этом

достигает 43,0 тыс. м²/га, фотосинтетический потенциал - 3351 тыс. м²дней/га, а чистая продуктивность фотосинтеза – 4,10 г/м² в сут. Посев репчатого лука 8-ми строчным способом при прочих равных условиях сопровождается увеличением фотосинтетического потенциала, в среднем, до 3487 тыс. м²дней/га и снижением чистой продуктивности фотосинтеза до 3,94 г/м² в сут.

Почвенно-климатические ресурсы Нижнего Поволжья в границах зоны распространения светло-каштановых почв при использовании научно-обоснованных методов управления водным режимом почвы и приемов возделывания репчатого лука в сочетании с внесением расчетных доз удобрений обеспечивает гарантированное формирование урожайности товарной продукции на уровне 100 т/га и выше. Исследованиями доказано, что наибольшая продуктивность репчатого лука при капельном орошении обеспечивается при поддержании дифференцированного, 80-70 % НВ, порога предполивной влажности почвы в слое 0,4 м. При соблюдении такого режима водообеспечения лука в сочетании с применением 6-ти и 8-ми строчных способов посева и рядовой технологии урожайность репчатого лука достигает 112 т/га.

Установлено, что режим орошения, определяемый мощностью расчетного слоя почвы, и приемы возделывания лука при капельном орошении оказывают существенное влияние на биохимический состав и калибровочный состав урожая луковиц. Результаты биохимического анализа луковиц по содержанию сухого вещества, 10,7-12,7 %, сахаров, 6,5-8,6 %, нитратов, 48-72 мг/кг, подтверждают высокую питательную ценность продукции и возможность ее использования для закладки на хранение. По содержанию калибровочных фракций выделены сочетания факторов, обеспечивающих формирование урожая преимущественно для переработки (преобладание крупных луковиц при посеве 4-х строчным способом), для переработки и хранения (с необходимостью калибровки, при посеве 6-ти строчным способом) и преимущественно для хранения (преобладание средней размерной фракции при посеве 8-ми строчным способом).

Капельное орошение репчатого лука при использовании научно-обоснованных методов управления водным режимом почвы и приемов возделывания экономически выгодно. Наибольшая рентабельность производства (153,1 %), обеспечивается при проведении капельных поливов для поддержания, дифференцированного 80-70 % НВ порога предполивной влажности почвы в слое 0,4 м в совокупности с применением 6-ти строчного способа посева на грядах.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для создания благоприятных условий роста, фотосинтетической деятельности и формирования гарантированных урожаев лука гибрида Блустер F1 на уровне 106-117 т/га с соблюдением требований водосбережения и обеспечения наибольшей экономической эффективности капельного орошения соблюдать следующие условия:

– режим капельного орошения формировать исходя из необходимости поддержания дифференцированного порога предполивной влажности почвы, 80-70 % НВ, в слое 0,4 м. Для составления оперативных планов и корректировки режимов орошения в связи с фактически складывающимися погодными условиями использовать уточненные значения биоклиматических коэффициентов;

– посев проводить ленточным способом с формированием 6-ти посевных строк в ленте;

– почву под посев подготавливать по грядовой технологии с последующим размещением посевных лент на грядах.

Перспективы дальнейшей разработки выбранного направления исследований видятся в сравнительном изучении эффективности различных методик прогнозирования эвапотранспирации репчатого лука, исследовании особенностей водопотребления расширенного состава районированных сортов этой культуры, оценке эффективности различных конструкций капельных водовыпусков для полива лука, адаптации элементов точного земледелия при возделывании репчатого лука на орошаемых землях.

Научные работы, опубликованные в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. Григоров, С.М. Приемы повышения эффективности интенсивной технологии возделывания репчатого лука при капельном орошении / С.М. Григоров, Д.С. Винников // Научное обозрение. – 2015. – № 5. – С. 15-19.

2. Григоров, С.М. Эффективность капельного орошения репчатого лука при разных способах посева / С.М. Григоров, Д.С. Винников, Ю.Н. Черкашин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 4 (40). – С. 28-33.

3. Григоров, С.М. Фотосинтетическая активность и продуктивность репчатого лука при разных способах посева / С.М. Григоров, Д.С. Винников // Научная жизнь. – 2015. – № 6. – С. 93-101.

4. Григоров, С.М. Совершенствование агроприемов как фактор водосбережения при орошении лука / С.М. Григоров, Д.С. Винников, Ю.В. Бондаренко // Научная жизнь. – 2016. – № 3. – С. 52-60.

5. Григоров, С.М. Водопотребление репчатого лука и приемы повышения эффективности использования водных ресурсов при капельном орошении / С.М. Григоров, Д.С. Винников // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2016. – № 3 (23). – С. 19-35.

Материалы конференций и прочие издания:

6. Григоров, С.М. Приемы возделывания и продуктивность репчатого лука при капельном орошении / С.М. Григоров, Д.С. Винников, Ю.Н. Черкашин // Актуальные проблемы, современное состояние, инновации в области природообустройства и строительства: материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного мелиоратора РФ И.С. Алексейко. 2015. – С. 87-91.

7. Григоров, С.М. Особенности орошения репчатого лука при капельном поливе / С.М. Григоров, Д.С. Винников // Стратегическое развитие АПК и сельских территорий РФ в современных международных условиях: материалы международной научно-практической конференции. – Волгоград: ВолГАУ, 2015. – С. 126-130.

8. Григоров, С.М. К вопросу об оптимальных способах посева лука при капельном орошении / С.М. Григоров, Д.С. Винников // Проблемы рационального

использования природохозяйственных комплексов засушливых территорий: материалы международной научно-практической конференции. – Соленое Займище: ПНИИАЗ, 2015. –С. 200-202.

9. Григоров С.М. Оптимальная глубина увлажнения почвы при капельном орошении репчатого лука / С.М. Григоров, Д.С. Винников // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях: материалы международной научно-практической конференции. – Волгоградский ГАУ, 2016 – С. 101-106.

10. Григоров М.С., Григоров С.М., Винников Д.С. Управление водным режимом почвы при капельном орошении лука / М.С. Григоров, С.М. Григоров, Д.С. Винников // Современное научное знание в условиях системных изменений: материалы Первой национальной научно-практической конференции. – Омский ГАУ имени П.А. Столыпина, 2016. – С. 15-18.