СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. АГРОНОМИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-13

COMPLEX SUBSTANTIATION OF CULTIVATION TECHNIQUES OF SWEET PEPPER IN THE CONDITIONS OF A CHANGING CLIMATE OF THE LOWER VOLGA REGION

E. V. Kalmykova¹, N. Yu. Petrov², O. V. Kalmykova²

¹All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd

²Volgograd State Agrarian University, Volgograd

Received 17.12.2019

Submitted 27.04.2020

Abstract

Introduction. The thermal energy resources of the Lower Volga region are abundant, which opens up enormous opportunities for the production of vegetables and vegetable products. Vegetables are the simplest and most economical source of natural vitamins and antioxidants, including sweet peppers. The development of a set of measures to improve the efficiency of irrigated land use and increase the yield of high-quality vegetable products is relevant. **Object.** The objects of the study were: The Gift of Moldova (variety standard), promising hybrids Paphos F₁ and Pompeo F₁ with the integrated application of mineral fertilizers, water-soluble fertilizer Rastorin and treatment of seeds and crops with the Energy-M growth regulator for the planned yield of 50, 70, 90 t/ha. **Materials and methods.** The experimental work was carried out in 2011-2016. At the experimental production site IP Zaitsev V.A. in the Gorodishchensky district of the Volgograd region. In the experiments, two variants of soil irrigation regimes were studied - 75-75-75 % NW (constant irrigation regime); 70-80-75 % NW (differential irrigation regime). The Energy-M growth regulator carried out the following treatments with the recommended doses: 1. seeds were soaked in the preparation (1 ml/1 kg of seeds) for 30-40 minutes (working solution - 2 l/kg); 2. Initially, spraying was carried out at the beginning of growth (15 g/ha); 3. the next spraying - during budding - the beginning of flowering (15 g/ha). In the initial period of growth and in the phase of budding - the beginning of flowering, non-root treatments were carried out (15 grams per 300 liters of water). Fertilizer Solution: 1. fertilizing sweet pepper plants in phases of 5-7 leaf plates (15 grams per 10 liters of water); 2. then every 7-10 days during the fruiting period (25 grams per 10 liters of water). The average irrigation rate for years was equal with a constant regime of irrigation reached 3683, with a differentiated one - 4037 m³/ha. **Results and conclusions.** Sweet pepper productivity depended on the introduction of optimal mineral nutrition and irrigation regimen. With increasing doses of mineral fertilizers, the weight of the fruit from each plant increased. In the N₃₀₀P₁₈₀K₁₆₅ + Mortar + Energy-M variant on the Pompeo F₁ hybrid with the differentiated irrigation regime, the highest mass of fruits from one plant was obtained. Improving the growing conditions in the experiment on this option contributed to the formation of fruits with the largest mass (2476 g) and the largest number of fruits (13 pcs.) From one plant, as well as with the largest mass of one fruit (193 g). The increase in the productivity of the studied culture was directly proportional to the conditions of moisture supply and the nutritional regime of plants. With the advent of promising types of fertilizers on the market - complex water-soluble fertilizers that contain the entire microcomplex of mineral nutrition elements and have a relatively low cost, the productivity of vegetable crops increases to 100 t / ha. At the same time, there was a tendency to reduce pollution of the soil horizon, as was observed when using mineral fertilizers that can leave a lot of slag, they are very slowly utilized by soil biotics. Working with information about the many factors that shape the crop suggests that when planning all levels of productivity, sweet pepper should be cultivated, observing a differentiated irrigation regime, this made it possible to create favorable conditions during critical water consumption of sweet pepper. The most adapted hybrid is the Pompeo F₁. In the variant N₂₃₅P₁₄₀K₁₃₀ + Rastvorin + Energy-M, the increase was about 34 t/ha (planning 50 t / ha), in the variant N₃₀₀P₁₈₀K₁₆₅ + Rastvorin + Energy-M - about 21 t/ha (planning 90 t/ha). The proposed combination of yield factors allows to save water resources and partially replace mineral fertilizers with more profitable and safe water-soluble fertilizers. In addition to resource conservation, the work carried out was based on maintaining soil fertility. Therefore, when studying the effectiveness and positive effect of miner-

al fertilizers on the nutritional regime of the soil in the experimental zone under irrigation conditions, it was observed that nitrate nitrogen and potassium metabolism decreased according to all variants of the experiment. Regardless of the moistening mode used, in all the studied variants, the content of ammonia nitrogen and available phosphorus increased after the collection of sweet pepper fruits. Under the influence of introduced studied complex nutrients, the soil condition in crops was significantly improved. Optimization of the water regime and nutritional conditions when obtaining guaranteed yield contributed to a beneficial effect on changes in the biochemical composition of sweet pepper fruits, while maintaining the species characteristics of varieties and hybrids. An analysis of the data showed that irrigation and the use of mineral fertilizers, Solution and the growth regulator Energia-M to a certain extent influenced the content of dry matter, vitamin C and crude fiber, as well as other biochemical parameters. In accordance with irrigation regimes, the maximum dry matter content was noted in the variant $N_{300}P_{180}K_{165} + \text{Rastvorin} + \text{Energy-M}$ on the Pompeo F₁ hybrid - 7.98 and 8.06%, respectively. The content of vitamin C, fiber and sugar increased with the improvement of nutritional conditions and the moisture supply of sweet pepper. This is evidenced by data obtained on the Pompeo F₁ hybrid, where the highest value of these qualitative characteristics was recorded. When assessing the quality by such an indicator as the content of nitrates in the fruits of sweet pepper, in our experiments according to SanPiN 42-123-4619) - May 30, 1988-88 did not exceed the MPC (up to 200 mg / kg) and was in the range up to 146.9 mg / kg. A high economic effect was obtained from the production methods we proposed in the conditions of the Lower Volga region on the hybrid of Pompeo F₁ sweet pepper ($N_{300}P_{180}K_{165} + \text{Rastvorin} + \text{Energy-M}$) with differentiation of the irrigation regime (payback on production costs - 6.8 rubles). To obtain high-quality and sustainable production of sweet pepper in conditions of unstable moisture in the Lower Volga region in the subzone of light chestnut soils, it is necessary to use differentiated irrigation regimes for vegetation for the mid-season high-yielding hybrid of sweet pepper Pompeo F₁ - seedling-flowering phase – 70 % NW, flowering-fruitlet phase – 80 % NW, in the phase of fruit production until the last harvest – 75 % NW, when applying the estimated doses of NPK for the planned yield of 90 t / ha in combination with the solutions of Rastrin and Energy-M.

Key words: *irrigation regime, mineral fertilizers, water-soluble mineral fertilizer, sweet pepper, increased productivity, environmentally friendly products.*

Citation. Kalmykova E. V., Petrov N. Yu., Kalmykova O. V. Comprehensive rationale for the cultivation of sweet pepper in a changing climate of the Lower Volga. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 2(58). 130-145 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-13.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, implementation, or analysis of this study. All authors of this article have read and approved the final version.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

УДК 635.649:631.8:631.67(470.44/47)

КОМПЛЕКСНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПЕРЦА СЛАДКОГО В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Е. В. Калмыкова¹, доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Н. Ю. Петров², доктор сельскохозяйственных наук, профессор
О. В. Калмыкова², кандидат сельскохозяйственных наук

¹Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г. Волгоград

²Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 17.12.2019

Дата принятия к печати 27.04.2020

Актуальность. Ресурсы тепловой энергии Нижнего Поволжья в изобилии, что открывает огромные возможности для производства овощей и овощных продуктов. Овощи, в том числе и перец сладкий, – самый простой и экономичный источник натуральных витаминов и антиоксидантов. Разработка комплекса мероприятий по повышению эффективности использования орошаемых земель и увеличению урожайности высококачественных овощных продуктов является актуальной. **Объект.** Объектами исследования явились: Подарок Молдовы (сорт-стандарт), перспективные ги-

бриды Пафос F₁ и Помпео F₁ при комплексном внесении минеральных удобрений, водорастворимого удобрения Растворин и обработке семян и посевов регулятором роста Энергия-М под планируемую урожайность 50, 70, 90 т/га. **Материалы и методы.** Экспериментальные работы проводились в 2011-2016 годах. На опытно-производственной площадке ИП «Зайцев В. А.» в Городищенском районе Волгоградской области. В опытах были изучены два варианта режимов орошения почвы – 75-75-75 % НВ (постоянный режим орошения); 70-80-75 % НВ (дифференцированный режим орошения). Регулятором роста Энергия-М проводили следующие обработки рекомендованными дозами: 1. семена замачивались препаратом (1 мл/1 кг семян) в течение 30-40 минут (рабочий раствор – 2 л/кг); 2. изначально опрыскивание проводили в начале роста (15 г/га); 3. следующее опрыскивание – в период бутонизации – начала цветения (15 г/га). В начальный период роста и в фазу бутонизации – начала цветения проводились некорневые обработки (15 грамм на 300 литров воды). Удобрением Растворин: 1. подкормка растений перца сладкого в фазах 5-7 листовых пластин (15 грамм на 10 литров воды); 2. затем каждые 7-10 суток в период плодоношения (25 грамм на 10 литров воды). Средняя поливная норма по годам равнялась при постоянном режиме орошения доходила до 3683, при дифференцированном – 4037 м³/га. **Результаты и выводы.** Продуктивность сладкого перца зависела от внедрения оптимального минерального питания и режима орошения. С увеличением доз минеральных удобрений возрастал вес плодов с каждого растения. В варианте N₃₀₀P₁₈₀K₁₆₅+Растворин+Энергия-М на гибриде Помпео F₁ при дифференцированном режиме орошения была получена наиболее высокая масса плодов с одного растения. Улучшение условий произрастания в опыте на данном варианте способствовало формированию плодов с наибольшей массой (2476 г) и наибольшим количеством плодов (13 шт.) с одного растения, а также с наибольшей массой одного плода (193 г). Повышение продуктивности изучаемой культуры пребывало в прямо пропорциональной зависимости от условий влагообеспеченности и питательного режима растений. С появлением на рынке перспективных видов удобрений – комплексных водорастворимых удобрений, которые содержат весь микрокомплекс элементов минерального питания и имеющих относительно низкую стоимость, продуктивность овощных культур увеличивается до 100 т/га. При этом прослеживалась тенденция снижения загрязнения почвенного горизонта, как это наблюдалось при применении минеральных удобрений, которые способны оставлять множество шлаков, они очень медленно утилизируются почвенной биотикой. Работа с информацией о множестве факторов, формирующих урожай, предполагает, что при планировании всех уровней продуктивности следует возделывать сладкий перец, соблюдая дифференцированный оросительный режим, это дает возможность создавать благоприятные условия во время критического водопотребления перца сладкого. Самый адаптированный гибрид - Помпео F₁. В варианте N₂₃₅P₁₄₀K₁₃₀+Растворин+Энергия-М прибавка составила около 34 т/га (планирование 50 т/га), в варианте N₃₀₀P₁₈₀K₁₆₅ + Растворин+Энергия-М – около 21 т/га (планирование 90 т/га). Предлагаемая комбинация факторов урожайности позволяет сэкономить водные ресурсы и частично заменить минеральные удобрения на более выгодные и безопасные водорастворимые удобрения. Помимо ресурсосбережения, проведенная работа основывалась на поддержании плодородия почвы. Поэтому при изучении эффективности и положительного воздействия минеральных удобрений на питательный режим почвы в экспериментальной зоне в условиях орошения наблюдали, что нитратный азотный и калиевый обмен снижался по всем вариантам опыта. Независимо от используемого режима увлажнения во всех исследуемых вариантах содержание аммиачного азота и доступного фосфора увеличивалось после сбора плодов сладкого перца. Под влиянием вносимых изучаемых комплексных питательных веществ значительно улучшалось состояние почвы в посевах. Оптимизация водного режима и условий питания при получении гарантированной урожайности способствовали благоприятному влиянию на изменения биохимического состава плодов сладкого перца, сохраняя при этом видовые характеристики сортов и гибридов. Анализ данных показывал, что ирригация и использование минеральных удобрений, Растворина и регулятора роста Энергия-М в определенной степени влияли на содержание сухого вещества, витамина С и сырой клетчатки, а также на другие биохимические показатели. В соответствии с поливными режимами, максимальное содержание сухого вещества отмечалось в варианте N₃₀₀P₁₈₀K₁₆₅+ Растворин + Энергия-М на гибриде Помпео F₁ – 7,98 и 8,06 %, соответственно. Содержание витамина С, клетчатки и сахара, увеличивалось с улучшением условий питания и влагообеспеченности сладкого перца. Об этом свидетельствуют данные, полученные на гибриде Помпео F₁, где было зарегистрировано наибольшее значение этих качественных харак-

теристик. При оценке качества по такому показателю, как содержание нитратов в плодах перца сладкого, в наших опытах согласно СанПиН 42-123-4619) - 30 мая 1988-88 не превышало ПДК (до 200 мг/кг) и находилось в пределах до 146,9 мг/кг. Высокий экономический эффект получен от предложенных нами приемов производства в условиях Нижнего Поволжья на гибриде сладкого перца Помпео F₁ (N₃₀₀P₁₈₀K₁₆₅ + Растворин + Энергия-М) при дифференциации поливного режима (окупаемость производственных затрат – 6,8 руб.). Для получения качественного и устойчивого производства сладкого перца в условиях нестабильного увлажнения в Нижнем Поволжье в подзоне светло-каштановых почв необходимо использовать дифференцированные режимы полива по вегетации для среднеспелого высокоурожайного гибрида сладкого перца Помпео F₁ – фаза «всходы – цветение» – 70 % НВ, фаза «цветение – плодообразование» – 80 % НВ, в фазу плодообразования до последней уборки – 75 % НВ при внесении расчетных доз NPK на планируемую урожайность 90 т/га в комплексе с препаратами Растворин и Энергией-М.

Ключевые слова: возделывание перца сладкого, условия возделывания перца сладкого, режимы орошения перца сладкого, водорастворимые минеральные удобрения, перец сладкий, повышение урожайности перца сладкого, экологически чистая продукция.

Цитирование. Калмыкова Е. В., Петров Н. Ю., Калмыкова О. В. Комплексное обоснование приемов возделывания перца сладкого в условиях меняющегося климата Нижнего Поволжья. *Известия НВ АУК*. 2020. 2(58). 131-146. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-13.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Волгоградская область – один из крупнейших регионов на юге нашей страны. Географическое расположение данного региона Российской Федерации служит источником уникальных тепловых энергий, а нахождение между реками Волга и Дон определяет достаточную степень обеспечения сельского хозяйства области водными ресурсами. Эти ресурсы открывают огромные возможности для производства овощей и овощных продуктов [5].

Однако наблюдается тенденция все большего повышения засушливости климата на Европейской части нашей страны. Зоны сухих степей и полупустынь преобразуются в настоящие пустыни. Поэтому прогнозируется значительное снижение (до 20 %) продуктивности сельскохозяйственных культур [7].

Разработка и внедрение технологий сохранения природоресурсов при выращивании сельскохозяйственных культур должна осуществляться на высоком методическом и научном уровне. Следует предусматривать современные перспективные научные методы – это ландшафтный подход к процессу и формированию ирригационной системы; более крупные факторы, которые оказывают влияние на взаимодействие системы ирригации и ее конструктивных закономерностей, с факторами внешней среды в режиме оптимизации; создавать функциональную экологическую стойкость оросительных систем с высокой отдачей [10, 11].

В контексте интенсификации и индустриализации, чтобы получить количественные показатели, люди забыли базовые знания об особой отрасли выращивания овощей – производстве витаминных продуктов, которые напрямую влияют на продолжительность жизни, поддерживают здоровье, работоспособность и приятное настроение.

Овощи, в том числе и перец сладкий, – самый простой и экономичный источник натуральных витаминов и антиоксидантов [1-4, 6].

Укоренившаяся точка зрения заключается в том, что только система сельскохозяйственных химических технологий является самой передовой и может значительно повысить урожайность овощных культур. Это мнение не всегда разумно. Вступая в пе-

риод глобального загрязнения почвы и продуктов, мы систематически разрушали природную среду на протяжении десятилетий [9].

Считается, что выходом из этой ситуации является минимизация негативных внешних воздействий на агроэкосистемы и более дифференцированное и всестороннее использование природных ресурсов [8].

Опыт показывает, что интенсивный процесс сельскохозяйственных экосистем и сельскохозяйственных ландшафтов претерпел урбанизацию и экологизацию. Мобилизация адаптационного потенциала значительно изменила эту ситуацию и способствовала экологическому балансу биосферы.

Чтобы избежать ухудшения ситуации в современных условиях, необходимо установить экологические нормы для овощеводства, основанные на качестве продукции, защите окружающей среды и поддержании наилучшего баланса.

При разработке сельскохозяйственных биологических систем в процессе орошения мы наблюдали ситуацию в направлении промышленной биологизации. Основными составляющими являются экономия поливной воды, внедрение научно обоснованных севооборотов; органическая и минерально-органическая система биоудобрений, усовершенствованные сельскохозяйственные технологии и методы защиты биоэкологии, которые могут защитить овощные растения от вредителей, болезней и сорняков, недорогих технологий производства овощных культур.

Истощение энергетических и минеральных ресурсов – все более сложная проблема защиты окружающей среды, угроза дисбаланса в биосферной среде, вызванная вмешательством человека в естественные взаимодействия, и ясно, что промышленность будет использовать современные разработки в овощеводстве, чтобы обратиться к экологически чистому овощеводству [8].

Целью исследования являлась разработка комплекса мероприятий по повышению эффективности использования орошаемых земель и увеличению урожайности высококачественных овощных продуктов на примере перца сладкого.

Материалы и методы. Экспериментальные работы проводились в 2011-2016 годах на опытно-производственной площадке ИП «Зайцев В. А.» в Городищенском районе Волгоградской области, которая является типичным типом каштанового грунта, характерного для правобережья реки Волга в границах Калачевского и Дубовского районов. При проведении полевых испытаний в годы исследований учитывали погодные условия, но неравномерное распределение лимитирующих факторов позволило более полно проводить агробиологическую оценку изучаемых сортообразцов овощной культуры и сельскохозяйственных технологий. Учитывая соотношение летних тепловых и водных ресурсов и гидротермального коэффициента Селянинова (SCC), условия увлажнения можно охарактеризовать более полно. Таким образом, 2011 и 2013 годы – засушливые (ГТК – 0,66; 0,98), 2012 и 2014 годы – сухие (ГТК – 0,37; 0,29), 2015 год – очень засушливый (ГТК – 0,50), 2016 год – слабозасушливый (ГТК – 1,19).

Эксперимент проводился методом расщепленных делянок. Расположение участков по сорту и гибриду являлось систематическим, по питательным режимам – рендомизированное. Учетная площадь участка составляла 20 квадратных метров. Повторность опыта – 3 кратная. Посев перца сладкого осуществлялся по схеме 0,50+0,90 м.

В полевых испытаниях были изучены следующие сорта и гибриды для производства сладкого перца: Подарок Молдовы (сорт-стандарт), Пафос F₁, Помпео F₁.

Питательный режим основывался на внесении минеральных удобрений в дозах, рассчитанных на получение планируемой урожайности перца сладкого: 50, 70, 90 т/га. Варианты опытов: 1 – контроль; 2 – Энергия-М; 3 – внесение минеральных удобрений под урожайность 50 т/га: N₁₆₅P₁₀₀K₉₀; 4 – применение минеральных удобрений под уро-

жайность 70 т/га: $N_{235}P_{140}K_{130}$; 5 – применение минеральных удобрений под урожайность 90 т/га: $N_{300}P_{180}K_{165}$; 6 – Растворин; 7 – $N_{165}P_{100}K_{90}$ +Растворин; 8 – $N_{235}P_{140}K_{130}$ +Растворин; 9 – $N_{300}P_{180}K_{165}$ +Растворин; 10 – Растворин+Энергия-М; 11 – $N_{165}P_{100}K_{90}$ +Растворин+Энергия-М; 12 – $N_{235}P_{140}K_{130}$ + Растворин+ Энергия-М; 13 – $N_{300}P_{180}K_{165}$ +Растворин+Энергия-М. Минеральные удобрения вносились в виде аммиачной селитры с содержанием азота 34,00 %, двойного суперфосфата (39,41 % P_2O_5) и хлористого калия (60,00 % K_2O).

По режиму орошения растений перца сладкого были приняты следующие варианты: 1 – предполивной порог влажности на уровне 75-75-75 % НВ (постоянный режим орошения); 2 – предполивной порог влажности на уровне 70-80-75 % НВ (дифференцированный режим орошения): посев – цветение – 70 % НВ; цветение – плодообразование – 80 % НВ; плодообразование – техническая спелость – 75 % НВ.

Регулятором роста Энергия-М проводили следующие обработки рекомендованными дозами: 1. семена замачивались в препарате (1 мл/1 кг семян) в течение 30-40 минут (рабочий раствор – 2 л/кг); 2. первое опрыскивание осуществляли в начале роста (15 г/га); 3. второе опрыскивание – в фазе бутонизации – начала цветения (15 г/га). В начальный период роста и в период бутонизации – начала цветения проводились некорневые обработки (15 грамм на 300 литров воды).

Удобрением Растворин: 1. подкормка растений перца сладкого в фазах 5-7 листовых пластин (15 грамм на 10 литров воды); 2. затем каждые 7-10 суток в период плодоношения (25 грамм на 10 литров воды).

Гранулометрический состав изучаемого участка – тяжелый суглинок. Содержание гумуса в пахотном слое на исследуемом участке было низкое (2,31 %), его территориальный диапазон составлял 80 %, а содержание гумуса уменьшалось с 1,05 до 0,32 % на глубине от 0,4 до 1,0 м. Причина низкого содержания гумуса почвы состоит в том, что процесс преобразования органического вещества имеет специфическую зональность. Гидрофизические свойства почвы напрямую зависят от гранулометрического состава. Плотность сложения изменялась по профильному горизонту – наименьшая отмечалась в слое 0,0-0,1 м – 1,24 т/м³. При дальнейшем углублении значение повышалось до 1,35 в исследуемом горизонте почвы 0,0-0,6 м, в слое почвы 0,0-1,0 м – 1,45 т/м³. Максимальная плотность сложения наблюдалась на глубине 1 м, составляя 1,62 т/м³. Возрастание этого показателя до 1,59-1,62 т/м³ значительно снижало водопроницаемость почвы, так как эти горизонты имели более высокую солонцеватость. Общая пористость пахотного горизонта почвы изменялась от 50,4 % до 47,5 %, снижаясь до 44,2 % вниз по профилю. Наименьшие значения влагоемкости зависели от размера частиц и химического состава, наличия органических веществ, состава поглощенных оснований и порозности в диапазоне от 25,60 % в горизонте от 0,0-0,1 м до 22,82 % в слое от 0,0-0,6 м. В среднем для почвенного горизонта 0,0-1,0 м наименьшая влагоемкость равнялась 20,4 %, а влажность завядания – 8,49 %. Абсолютная концепция эффективности плодородия почв способствовала формированию агрохимической составляющей, которая учитывает содержание подвижных форм питательных веществ, это оказывает значительное влияние на рост растений и помогает увеличить урожайность. Реакция почвенного раствора исследуемой почвы довольно близка к нейтральной или слабощелочной (рН 6,8-8,0). Обеспеченность почвы опытного участка гидролизуемым азотом (по Корнфилдзу) была низкая (менее 100 мг/кг почвы), подвижным фосфором (по Мачигину) – от низкой до средней (16-30 мг/кг почвы), обменным калием (по Мачигину) – повышенная и высокая (300-500 мг/кг).

Результаты и обсуждение. На этой основе были проведены полевые исследова-

ния посевов сладкого перца с 2011 по 2016 годы, в которых требовалось разное количество поливов, поливная норма также варьировала в зависимости от режима орошения.

Полив при постоянном режиме орошения осуществлялся 3,5 часа нормой 127 м³/га. При дифференцированном режиме орошения число поливов повышалось за счет уменьшения межполивного периода и возрастания доли поливной воды в фазу посев-цветение до 145 м³/га, при поливе на протяжении 4 часов. В период цветения-плодообразование – 109 м³/га в течение 3 ч, при повышении численности поливов. В 2011 году требовалось при постоянном режиме орошения – 30 поливов, что на 3 меньше, чем при дифференцированном, в острозасушливых 2012 году 38 и 42, в 2014 году 41 и 45, в 2013 году 23 и 27 поливов, в 2015 году периодическое выпадение атмосферных осадков способствовало уменьшить число поливов до 24 и 28, соответственно по режимам орошения. Более благоприятные метеоусловия 2016 г. позволили уменьшить количество поливов до 18 и 22, соответственно по режимам орошения.

Средняя поливная норма по годам при постоянном режиме орошения доходила до 3683, при дифференцированном – до 4037 м³/га.

В 2011 году оросительная норма в среднем по вариантам находилась на уровне 3810 м³/га при постоянном режиме, что на 273 м³/га ниже, чем при дифференцированном. В дальнейшие годы исследования разница на этом показателе повышалась и колебалась в пределах от 328 до 400 м³/га. Так, в 2012 году норма доходила до 4826 и 5226 м³/га, в 2013 году – до 2921 и 3285 м³/га, в 2014 году – до 5207 и 5589 м³/га, в 2015 году – до 3048 и 3376 м³/га, в 2016 году – до 2286 и 2668 м³/га, соответственно по режимам увлажнения. Самые высокие значения были зафиксированы в острозасушливых 2012 и 2014 гг. на вариантах при дифференцированном режиме орошения (5226 и 5589 м³/га) (рисунок 1).

Рисунок 1 – Суммарное водопотребление перца сладкого по годам исследования, м³/га

Figure 1 – The total water consumption of sweet pepper by years of study, m³ / ha

Суточное водопотребление варьировало по годам (рисунок 2). Максимальные значения потребления воды в сутки в период вегетации были при дифференцированном режиме орошения и составляли в среднем за годы исследования 29,26 м³/га, что на 1,77 м³/га выше, чем при постоянном режиме.

Анализ данных позволяет сделать вывод, что суточное водопотребление повышалось с увеличением предполивного порога влажности. По периодам вегетации суточное водопотребление варьировало.

В среднем за годы исследования от посева до цветения требовалось 39,08 % всего используемого растением количества воды. Наибольшее суточное водопотребление было зафиксировано в период от цветения до плодообразования: 39,22 м³/га – на постоянном, 44,96 м³/га – на дифференцированном режимах орошения.

Суммарное водопотребление, в среднем, по годам исследования составляло при постоянном режиме орошения 5503,3 м³/га, при дифференцированном режиме – на 340 м³/га больше (5843,3 м³/га). К концу вегетации суточное водопотребление резко уменьшалось за счет снижения потребности растений в увлажнении. Так, при постоянном режиме орошения оно равнялось 18,2, при дифференцированном – 17,2 м³/га. Это осуществлялось за счет понижения среднесуточной температуры почвы и воздуха, уменьшения расхода воды на испарение с поверхности почвы, так как растения перца сладкого существенно затеняли поверхность почвы.

Рисунок 2 – Динамика суточного водопотребления перца сладкого, м³/га

Figure 2 – Dynamics of daily water consumption of sweet pepper, m³ / ha

Коэффициент водопотребления и значения суммарного водопотребления может варьировать в широких пределах, в зависимости от погодных условий, плодородия почвы, величины урожайности, режима и способа орошения. Чем больше водообеспеченность растений и продуктивность, тем меньше коэффициент водопотребления. Внешение удобрений, регулятора роста, а также совместная обработка ими посевов перца сладкого благоприятствовала более экономному расходованию воды на формирование урожайности. Так, в варианте $N_{165}P_{100}K_{90}$ на гибриде Помпео F_1 (урожайность 71,6 и 75,5 т/га по соответствующим режимам орошения) этот коэффициент уменьшался до 77,2 и 77,7 м³/т, что на 31,2 и 30,5 м³/т ниже относительно контрольного варианта, с прибавкой урожайности на 20,6 и 21,3 т/га, соответственно по режимам увлажнения почвы. С увеличением дозы минеральных удобрений, уменьшался коэффициент водопотребления. Эта закономерность прослеживалась независимо от режима орошения на всех сортотипах. Создавая оптимальное водопотребление растений и изменяя микроклиматические и почвенные условия, оросительная вода способствовала значительному влиянию на продуктивность перца сладкого.

Дисперсионный анализ полученных данных в опыте позволил установить зависимость коэффициента водопотребления от продуктивности перца сладкого, которую можно отразить следующим уравнением регрессии: $y=0,5942x+51,9$, где: y – урожайность перца сладкого, т/га; x – коэффициент водопотребления, м³/т. Следовательно, полученное уравнение позволяет прогнозировать коэффициент водопотребления для урожайности до 90 т/га перца сладкого при капельном орошении.

Урожайность сладкого перца зависела от уровня минерального питания и применяемого режима орошения: числа плодов, вес одного плода, масса плодов с отдельного растения были выше у растений в вариантах под планируемую урожайность 50, 70, 90 т/га на дифференцированном режиме. С увеличением дозы минеральных удобрений возрастала масса плодов с одного растения. В варианте $N_{300}P_{180}K_{165}$ +Растворин+Энергия-М на гибриде Помпео F_1 при дифференцированном режиме орошения была получена наиболее высокая масса плодов с одного растения. Улучшение условий произрастания в опыте на данном варианте способствовало формированию плодов с наибольшей массой (2475,6 г) и

наибольшим количеством плодов (12,8 шт.) с одного растения, а также с наибольшей массой одного плода (193,4 г) (таблица 1).

Таблица 1 – Среднее количество плодов на 1 растении, шт.

Table 1 – Average number of fruits per 1 plant, pcs.

Вариант / Option	75...75...75% НВ/ 75...75...75% NW			70...80...75% НВ/ 70...80...75% NW		
	Подарок Молдовы/ Gift of Mol- dova	Пафос F ₁ / Paphos F ₁	Помпео F ₁ / Pompeo F ₁	Подарок Молдовы / Gift of Moldova	Пафос F ₁ / Paphos F ₁	Помпео F ₁ / Pompeo F ₁
Контроль / Control	5,9	6,2	6,6	6,3	6,5	7,1
Энергия-М / Energy-M	7,5	7,8	8,3	7,9	8,1	8,6
N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ / N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀	8,6	8,9	9,4	8,8	9,2	9,9
N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ / N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀	9,1	9,5	10,1	9,4	9,9	10,7
N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ / N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅	10,3	10,7	11,4	10,6	11,2	12,0
Растворин / Rastvorin	7,4	7,9	8,2	8,1	8,2	8,9
N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ +Растворин / N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ + Rastvorin	9,0	9,6	10,0	9,4	9,9	10,7
N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ +Растворин / N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ + Rastvorin	9,7	10,2	10,8	10,3	10,8	11,3
N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ +Растворин/ N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ + Rastvorin	10,9	11,3	11,8	11,4	11,8	12,4
Растворин+Энергия-М/ Rastvorin + Energy-M	8,7	9,0	9,6	9,3	9,5	10,0
N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ +Растворин+Энергия-М/ N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ + Rastvorin + Energy-M	9,5	10,1	10,7	10,1	10,7	11,2
N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ +Растворин+Энергия-М/ N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ + Rastvorin + Energy-M	10,5	11,0	11,5	11,2	11,6	12,2
N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ +Растворин+Энергия-М/ N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ + Rastvorin + Energy-M	11,3	11,8	12,4	11,8	12,3	12,8

Увеличение среднего веса одного плода у перспективных гибридов Пафос F₁ и Помпео F₁, в среднем, за годы проведения опытов на постоянном режиме орошения в варианте N₁₆₅P₁₀₀K₉₀ изменялось от 166,5 и 169,3 г, соответственно по гибридам, это на 0,9 и 0,2 г выше, чем на дифференцированном режиме орошения (таблица 2).

Дальнейшее увеличение доз минеральных удобрений способствовало повышению массы, что естественно отразилось на росте продуктивности растений с единицы площади. Так, в варианте с комплексным внесением удобрений (N₃₀₀P₁₈₀K₁₆₅), водорастворимого удобрения и регулятора роста на всех изучаемых сортообразцах были получены более крупные плоды – 148,7 и 153,3 г (Подарок Молдовы), 187,9 и 191,3 г (Пафос F₁) и 189,6 и 193,4 г (Помпео F₁), соответственно по режимам орошения (таблица 3).

Возрастание продуктивности изучаемой культуры находилось в прямо пропорциональной зависимости от питательного режима и условий влагообеспеченности растений (таблица 4).

Комплексное применение препаратов Растворина и Энергии-М оказывало положительный эффект на исследуемые гибриды, которые оказались более отзывчивыми относительно сорта-стандарта на 16,4 и 16,0 т/га (Пафос F₁) и 21,3 и 20,5 т/га (Помпео F₁), соответственно по режимам орошения. Гибрид Помпео F₁ отмечался как более чувствительный в данном почвенно-климатическом регионе к изучаемым питательным и водным режимам. У всех вариантов на этом гибриде отмечалась максимальная урожайность.

Таблица 2 – Средняя масса плодов с 1 растения, г

Table 2 - Average weight of fruits from 1 plant, g

Вариант / Option	75...75...75% НВ/ 75...75...75% NW			70...80...75% НВ/ 70...80...75% NW		
	Подарок Молдовы/ Gift of Mol- dova	Пафос F ₁ / Paphos F ₁	Помпео F ₁ / Pompeo F ₁	Подарок Молдовы/ Gift of Moldova	Пафос F ₁ / Paphos F ₁	Помпео F ₁ / Pompeo F ₁
Контроль / Control	773,3	1017,8	1133,3	848,9	1093,3	1204,4
Энергия-М / Energy-M	931,1	1228,9	1335,6	1006,7	1302,2	1402,2
N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ / N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀	1157,8	1482,2	1591,1	1271,1	1540,0	1677,8
N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ / N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀	1322,2	1664,4	1775,6	1486,7	1773,3	1913,3
N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ / N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅	1468,9	1822,2	1940,0	1606,7	1953,3	2075,6
Растворин / Rastvorin	1037,8	1362,2	1477,8	1146,7	1473,3	1580,0
N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ +Растворин / N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ + Rastvorin	1240,0	1597,8	1704,4	1355,6	1697,8	1793,3
N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ +Растворин / N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ + Rastvorin	1464,4	1842,2	1957,8	1615,6	1984,4	2068,9
N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ +Растворин/ N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ + Rastvorin	1606,7	2006,7	2120,0	1755,6	2151,1	2242,2
Растворин+Энергия-М/ Rastvorin + Energy-M	1235,6	1600,0	1708,9	1335,6	1691,1	1791,1
N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ +Растворин+Энергия-М/ N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ + Rastvorin + Energy-M	1322,2	1722,2	1833,3	1455,6	1840,0	1948,9
N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ +Растворин+Энергия-М/ N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ + Rastvorin + Energy-M	1562,2	2035,6	2155,6	1733,3	2195,6	2300,0
N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ +Растворин+Энергия-М/ N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ + Rastvorin + Energy-M	1680,0	2217,8	2351,1	1808,9	2353,3	2475,6

Так, на постоянном режиме орошения в контрольном варианте на этом гибриде была достоверно получена прибавка на 16,2 т/га, по сравнению с данными на сорте-стандарте в контрольном варианте, на 5,2 т/га по сравнению с продуктивностью, полученной на гибриде Пафос F₁ в контроле. При дифференциации поливной воды в период вегетации в этом варианте была получена урожайность 54,2 т/га, это на 16,0 и 5,0 т/га выше относительно сорта-стандарта и гибрида Пафос F₁. Максимальная урожайность у этого гибрида была получена в варианте N₃₀₀P₁₈₀K₁₆₅+Растворин+ Энергия-М во все годы исследований, в среднем за 2011-2016 гг. она равнялась на постоянном режиме 105,8 т/га, на дифференцированном – 111,4 т/га.

Исследования показали, что при выполнении дифференцированного режима орошения была получена достоверная прибавка урожайности в сравнении с соблюдением постоянного режима, то есть, повышение водоснабжения растений перца сладкого в период плодообразования способствовало пропорциональному увеличению урожайности данной культуры.

С появлением на рынке агрохимикатов новых комплексных водорастворимых удобрений (содержащих основной комплекс микроэлементов) более низкой стоимостью позволяли получить урожайность перца сладкого до 100 т/га. Это означает снижение затрат на приобретение удобрений, ГСМ, трудозатрат. Кроме того, происходит ослабление нагрузки и падение загрязнения почвы, атмосферы и грунтовых вод, а также наблюдаются уплотнение почв, увеличение урожайности.

Таблица 3 – Средняя масса одного плода, г

Table 3- The average weight of one fruit, g

Вариант / Option	75...75...75% НВ/ 75...75...75% NW			70...80...75% НВ/ 70...80...75% NW		
	Подарок Молдовы/ Gift of Mol- dova	Пафос F ₁ / Paphos F ₁	Помпео F ₁ / Pompeo F ₁	Подарок Молдовы/ Gift of Moldova	Пафос F ₁ / Paphos F ₁	Помпео F ₁ / Pompeo F ₁
Контроль / Control	131,1	164,2	171,7	134,7	168,2	169,6
Энергия-М / Energy-M	124,1	157,5	160,9	127,4	160,8	163,0
N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ / N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀	134,6	166,5	169,3	144,4	167,4	169,5
N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ / N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀	145,3	175,2	175,8	158,2	179,1	178,8
N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ / N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅	142,6	170,3	170,2	151,6	174,4	173,0
Растворин / Rastvorin	140,2	172,4	180,2	141,6	179,7	177,5
N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ +Растворин / N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ + Rastvorin	137,8	166,4	170,4	144,2	171,5	167,6
N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ +Растворин / N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ + Rastvorin	151,0	180,6	181,3	156,9	183,7	183,1
N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ +Растворин/ N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ + Rastvorin	147,4	177,6	179,7	154,0	182,3	180,8
Растворин+Энергия-М/ Rastvorin + Energy-M	142,0	177,8	178,0	143,6	178,0	179,1
N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ +Растворин+Энергия-М/ N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ + Rastvorin + Energy-M	139,2	170,5	171,3	144,1	172,0	174,0
N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ +Растворин+Энергия-М/ N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ + Rastvorin + Energy-M	148,8	185,1	187,4	154,8	189,3	188,5
N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ +Растворин+Энергия-М/ N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ + Rastvorin + Energy-M	148,7	187,9	189,6	153,3	191,3	193,4

Таблица 4 – Эффективность исследуемых технологических приемов в посевах перца сладкого, среднее за 2011...2016 гг.

Table 4 – the Efficiency of the studied technological methods in the crops of sweet pepper, the average for 2011 ... 2016

Показатель	Вариант / Option	75...75...75% НВ/ 75...75...75% NW			70...80...75% НВ/ 70...80...75% NW		
		Подарок Молдовы/ Gift of Moldova	Пафос F ₁ / Paphos F ₁	Помпео F ₁ / Pompeo F ₁	Подарок Молдовы/ Gift of Moldova	Пафос F ₁ / Paphos F ₁	Помпео F ₁ / Pompeo F ₁
Товарность плодов, %/ Marketability of fruits, %	Контроль / Control	85,1	85,9	87,0	86,5	87,5	88,6
	Энергия-М / Energy-M	87,4	88,4	89,2	88,8	89,8	90,7
	N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ / N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀	89,3	90,1	90,9	90,5	91,4	92,4
	N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ / N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀	90,0	90,8	91,6	91,3	92,1	92,9
	N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ / N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅	90,6	91,5	92,2	91,9	92,6	93,4
	Растворин / Rastvorin	87,7	88,8	89,7	89,2	90,1	91,2
	N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ +Растворин / N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ + Rastvorin	90,2	91,0	91,7	91,1	92,3	93,1
	N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ +Растворин / N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ + Rastvorin	90,9	91,7	92,4	91,7	93,0	93,7
	N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ +Растворин/ N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ + Rastvorin	91,5	92,3	93,0	92,2	93,6	94,4
	Растворин+Энергия-М/ Rastvorin + Energy-M	89,5	90,5	91,2	90,9	91,7	92,5
	N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ +Растворин+Энергия-М/ N ₁₆₅ P ₁₀₀ K ₉₀ + Rastvorin + Energy-M	90,9	91,9	92,5	91,9	92,9	93,7
	N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ +Растворин+Энергия-М/ N ₂₃₅ P ₁₄₀ K ₁₃₀ + Rastvorin + Energy-M	91,6	92,5	93,1	92,5	93,6	94,2
	N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ +Растворин+Энергия-М/ N ₃₀₀ P ₁₈₀ K ₁₆₅ + Rastvorin + Energy-M	92,3	93,2	93,7	93,1	94,2	94,9
НСР 05 АВС(2011) 0,87		НСР 05 АВС(2013) 0,95		НСР 05 АВС(2015) 1,03			
НСР 05 АВС(2012) 0,98		НСР 05 АВС(2014) 0,89		НСР 05 АВС(2016) 1,02			

Изучаемые сортообразцы показали себя как наиболее приспособленные к условиям внешней среды с повышенным запасом тепла в районе произрастания. В контексте создания оптимальных систем водоснабжения и питания они были наиболее чувствительны к элементам технологии земледелия. Таким образом, внедрение ресурсосберегающих технологий позволило объединить основные факторы, влияющие на урожай, и получить запланированный урожай сладкого перца (рисунок 3).

Предлагаемая комбинация факторов урожайности позволяет сэкономить водные ресурсы и частично заменить минеральные удобрения на более выгодные водорастворимые удобрения. Помимо ресурсосбережения, проведенная работа основывалась на поддержании плодородия почвы. Поэтому при изучении эффективности и благоприятного влияния минеральных удобрений на питательный режим почвы в экспериментальной зоне в условиях орошения отмечали, что нитратный, азотный и калиевый обмен снижался по всем вариантам опыта. Независимо от используемого режима увлажнения во всех исследуемых вариантах содержание аммиачного азота и доступного фосфора увеличивалось после сбора плодов сладкого перца. Под влиянием вносимых изучаемых комплексных питательных веществ значительно улучшалось состояние почвы в посевах.

Рисунок 3 – Сочетание факторов для формирования запланированной урожайности перца сладкого

Figure 3 - Combination of factors for the formation of the planned yield of sweet pepper

Оптимизация водного режима и условий питания при получении гарантированной урожайности способствовала положительному влиянию на изменения биохимического состава плодов сладкого перца, сохраняя при этом видовые характеристики сортов и гибридов. Анализ данных показывал, что ирригация и использование минеральных удобрений, Растворина и регулятора роста Энергия-М в определенной степени влияли на содержание сухого вещества, витамина С и сырой клетчатки, а также на другие биохимические показатели. В соответствии с поливными режимами, максимальное содержание сухого вещества отмечалось в варианте $N_{300}P_{180}K_{165} + \text{Растворин} + \text{Энергия-М}$ на гибриде Помпео F_1 – 8,0 и 8,1 %, соответственно. Содержание витамина С, клетчатки и сахара, увеличивалось с улучшением условий питания и влагообеспеченности сладкого перца. Об этом свидетельствуют данные, полученные на гибриде Помпео F_1 , где было зарегистрировано наибольшее значение этих качественных характеристик. При оценке качества по такому показателю, как содержание нитратов в плодах перца сладкого, в наших опытах согласно СанПиН 42-123-4619 - 30 мая 1988-88 не превышало ПДК (до 200 мг/кг) и находилось в пределах до 147 мг/кг.

Высокий экономический эффект был получен от предложенных нами приемов производства в условиях Нижнего Поволжья на гибриде сладкого перца Помпео F_1 ($N_{300}P_{180}K_{165} + \text{Растворин} + \text{Энергия-М}$) при дифференциации поливного режима (окупаемость производственных затрат – 6,8 руб.).

Выводы. Для получения качественного и устойчивого производства сладкого перца в условиях нестабильного увлажнения в Нижнем Поволжье в подзоне светлосветлых почв необходимо использовать дифференцированные режимы полива по вегетации для среднеспелого высокоурожайного гибрида сладкого перца Помпео F_1 – фаза «всходы – цветение» – 70 % НВ, фаза «цветение – плодообразование» – 80 % НВ, в фазу плодообразования до последней уборки – 75 % НВ при внесении расчетных доз NPK на планируемую урожайность 90 т/га в комплексе с препаратами Растворин и Энергией-М.

Библиографический список

1. Байрамбеков Ш. Б., Киселева Н. Н. Технология получения раннего урожая перца сладкого в условиях орошения // Орошаемое земледелие. 2016. №4. С. 23-24.
2. Калмыкова Е. В., Петров Н. Ю., Калмыкова О. В. Адаптивная технология возделывания перца сладкого на светло-каштановых почвах Волгоградской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 9 (155). С. 9-14.
3. Калмыкова Е. В., Петров Н. Ю., Калмыкова О. В. Повышение продуктивности перца сладкого при обработке регуляторами роста в условиях Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 3. С. 56-64.
4. Курбанов С. А., Магомедова Д. С., Шуваев М. М. Факторы высокой урожайности сладкого перца // Картофель и овощи. 2015. № 8. С. 21-23.
5. Овчинников А. С. Проблемы сохранения природно-ресурсного и экологического потенциалов в целях надежного функционирования АПК Нижнего Поволжья // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: материалы Международной научно-практической конференции, 2017. С. 3-16.
6. Повышение урожайности томатов, перца сладкого и баклажанов при капельном орошении за счет регулирования минерального питания / А. Ф. Туманян, Н. В. Тютюма, Н. А. Щербакова, Н. И. Кудряшова // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2016. №3 (28). С. 11-17.
7. Постников А. Н., Хаустов В. А. Об изменении температуры воздуха и атмосферных осадков на территории России под влиянием изменений климата // Евразийское Научное Объединение. 2019. № 1-7 (47). С. 420-424.
8. Gettys L. A., Haller W. T. Effect of Herbicide-Treated Irrigation Water on Four Vegetables // Weed Technology. 2012. Vol. 26. № 2. Pp. 272-278.
9. Environmental impact assessment of the main vegetable production systems of the East Azerbaijan Province of Iran / A. Mohammadzade, J. Wafabakhsh, A. Mahdavi Damgani, R. Deykhimfard // Archives of agronomy and soil science. 2017. Vol. 64. №7. Pp. 967-982.
10. Mehdiyeva V., Khalilov I. Ecological and economic aspects of the use of natural resource potential in sustainable development of the republic of Azerbaijan / // Socio Economic Problems of Sustainable Development: 37th International Scientific Conference on Economic and Social Development. Baku, Azerbaijan, 2019. P. 14-15.
11. Okumah M., Chapman P. J., Martin-Ortega J. Mitigating Agricultural Diffuse Pollution: Uncovering the Evidence Base of the Awareness-Behaviour-Water Quality Pathway // Water. 2019. Vol. 11 (1). № 29.

Conclusions. To obtain high-quality and sustainable production of sweet pepper in conditions of unstable moisture in the Lower Volga region in the subzone of light chestnut soils, it is necessary to use differentiated irrigation regimes for vegetation for the mid-season high-yielding hybrid of sweet pepper Pompeo F₁ - seedling-flowering phase – 70 % NW,, flowering-fruitlet phase – 80 % NW,, in the fruitlet phase until the last harvest – 75 % NW, when applying the estimated doses of NPK for the planned yield of 90 t/ha in combination with the solutions of Rastrin and Energy-M.

References

1. Kalmykova E. V., Petrov N. Yu., Kalmykova O. V. Adaptive technology of cultivation of sweet pepper on light chestnut soils of the Volgograd region // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2017. №. 9 (155). P. 9-14.
2. Kalmykova E. V., Petrov N. Yu., Kalmykova O. V. Increasing the productivity of sweet pepper when processed by growth regulators in the Volgograd region // Bulletin of the Lower Volga Agro-University Complex: science and higher professional education. 2017. №. 3. P. 56-64.
3. Kurbanov S. A., Magomedova D. S., Shuvaev M. M. High yield factors for sweet pepper // Potatoes and vegetables. 2015. №. 8. P. 21-23.

4. Ovchinnikov A. S. Problems of conservation of natural resource and environmental potentials for the reliable functioning of the agricultural sector of the Lower Volga // Ecological and meliorative aspects of rational nature management. Materials of the International scientific-practical conference. 2017. P. 3-16.

5. Increasing the productivity of tomatoes, sweet peppers and eggplant with drip irrigation due to the regulation of mineral nutrition / A. F. Tumanyan, N. V. Tyutyuma, N. A. Scherbakova, N. I. Kudryashova // Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex. 2016. №3 (28). P. 11-17.

6. Postnikov A. N., Khaustov V. A. On changes in air temperature and precipitation in Russia under the influence of climate change // Eurasian Scientific Association. 2019. № 1-7 (47). P. 420-424.

7. Gettys L. A., Haller W. T. Effect of Herbicide-Treated Irrigation Water on Four Vegetables // Weed Technology. 2012. Vol. 26. № 2. Pp. 272-278.

8. Environmental impact assessment of the main vegetable production systems of the East Azerbaijan Province of Iran / A. Mohammadzade, J. Wafabakhsh, A. Mahdavi Damgani, R. Deykhimfard // Archives of agronomy and soil science. 2017. Vol. 64. №7. Pp. 967-982.

9. Mehdiyeva V., Khalilov I. Ekological and economic aspects of the use of natural resource potential in sustainable development of the republic of Azerbaijan // Socio Economic Problems of Sustainable Development: 37th International Scientific Conference on Economic and Social Development. Baku, Azerbaijan, 2019. P. 14-15.

10. Okumah M., Chapman P. J., Martin-Ortega J. Mitigating Agricultural Diffuse Pollution: Uncovering the Evidence Base of the Awareness-Behaviour-Water Quality Pathway // Water. 2019. Vol. 11 (1). № 29.

Authors Information

Kalmykova Elena Vladimirovna, Doctor of Agricultural Sciences, Researcher, Department of Irrigation Reclamation, Laboratory for Modeling Irrigation Technologies, Federal State Budget Scientific Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture", 400002, Russian Federation, Volgograd, ul. them. Timiryazev, 9; e-mail: kalmykova.elena-1111@yandex.ru

Petrov Nikolay Yuryevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department "Technology of Storage and Processing of Agricultural Raw Materials and Public Food", Federal State Budgetary Educational Institution Volgograd State Agrarian University, 400002, Russian Federation, Volgograd, Universitetsky Prospekt, 26; e-mail: npetrov60@list.ru

Kalmykova Olga Vladimirovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Chair "Technology for Storage and Processing of Agricultural Raw Materials and Public Catering", Federal State Budgetary Educational Institution Volgograd State Agrarian University, 400002, Russian Federation, Volgograd, Universitetsky Prospekt, 26; e-mail: lelya.kalm.90@mail.ru

Информация об авторах

Калмыкова Елена Владимировна, доктор сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, отдел оросительных мелиораций, лаборатория моделирования технологий орошения, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», 400002, Российская Федерация, г. Волгоград, ул. им. Тимирязева, 9. E-mail: kalmykova.elena-1111@yandex.ru

Петров Николай Юрьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры «Технология хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и общественное питание», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Волгоградский государственный аграрный университет, 400002, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Университетский, 26. E-mail: npetrov60@list.ru

Калмыкова Ольга Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Технология хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и общественное питание», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Волгоградский государственный аграрный университет, 400002, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Университетский, 26. E-mail: lelya.kalm.90@mail.ru