УДК 631.672:635.64

DOI: 10.35809/2618-8279-2020-2-9

ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТЬ – ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ КУЛЬТУРЫ ТОМАТ

WATER AVAILABILITY IS A DETERMINING FACTOR IN THE EFFECTIVE DEVELOPMENT OF TOMATO CULTURE

Е.В. Калмыкова, доктор сельскохозяйственных наук, доцент**E.V. Kalmykova**, doctor of agricultural sciences, associate professor*Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия**All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture*

Овощи, выращенные в Волгоградской области – в одном из крупнейших и благоприятном по тепловым и водным ресурсам регионов Юга нашей страны – пользуются устойчивым спросом на российском рынке. Поэтому внедрение агротехнических приемов, способствующих увеличению эффективности использования поливных земель и повышению урожайности овощных культур, является актуальным. Исследовано влияние постоянного режима орошения – 75% НВ и дифференцированного по фазам роста и развития томата режима – 70-80-75% НВ, различных доз минеральных удобрений, водорастворимого удобрения Растворин и регулятора роста Энергия-М на формирование урожайности культуры и качество ее плодов. Выявлена возможность экономии водных ресурсов за счет применения дифференцированного режима орошения, а также частичной замены минеральных удобрений на более выгодное и безопасное водорастворимое удобрение Растворин. Доказано, что оптимизация водного режима и условий питания способствуют формированию высокой урожайности и благоприятно влияют на качественные показатели плодов томата, поддерживая при этом генетические особенности растений. Установлено, что для гарантированного получения планируемой продуктивности 110 т/га, 130 т/га, 150 т/га сортообразцов томата Волгоградский 5/95, Геркулес, Фоккер F₁ при их выращивании требуется поддерживать дифференцированный по фазам вегетации культуры режим орошения при совокупном применении минеральных удобрений, водорастворимого удобрения Растворин и регулятора роста Энергия-М. Для сельхозтоваропроизводителей всех форм собственности наиболее экономически выгодным является выращивание сорта Геркулес при комплексном применении минерального удобрения в дозе N₂₈₅P₁₁₅K₁₄₅, водорастворимого удобрения Растворин и регулятора роста Энергия-М.

Vegetables grown in the Volgograd Region – one of the largest and most favorable in terms of thermal and water resources in the South of our country – are in steady demand in the Russian market. Therefore, the introduction of agrotechnical methods that contribute to an increase in the efficiency of the use of irrigated lands and an increase in the yield of vegetable crops is relevant. The influence of constant irrigation regime – 75% HB and differentiated by the phases of growth and development of tomato regime – 70-80-75% HB, various doses of mineral fertilizers, water-soluble fertilizer Rastvorin and growth regulator Energiya-M on the formation of crop yield and the quality of its fruits was studied. The possibility of saving water resources through the use of a differentiated irrigation regime, as well as partial replacement of mineral fertilizers with a more profitable and safe water-soluble fertilizer Rastvorin, has been revealed. It has been proved that the optimization of the water regime and nutritional conditions contributed to the formation of high yields and had a beneficial effect on the quality indicators of tomato fruits, while maintaining the genetic characteristics of plants. It has been established that for the guaranteed obtaining of the planned productivity of 110 t/ha, 130 t/ha, 150 t/ha of tomato varieties Volgogradskiy 5/95, Hercules, Fokker F₁ during their cultivation, it is necessary to maintain an irrigation mode differentiated by the phases of the growing season with the combined use of mineral fertilizers, water-soluble fertilizer Rastvorin and growth regulator Energiya-M. For agricultural producers of all forms of ownership, the most economically profitable is the cultivation of the Hercules variety with the complex application of mineral fertilizer in a dose of N₂₈₅P₁₁₅K₁₄₅, water-soluble fertilizer Rastvorin and Energiya-M growth regulator.

Ключевые слова: режим орошения, поливная норма, продуктивность, томат, водорастворимое удобрение Растворин, регулятор роста Энергия-М, повышение качества

Key words: irrigation regime, irrigation rate, productivity, tomato, water-soluble fertilizer Rastvorin, growth regulator Energiya-M, quality improvement

Введение. Овощеводство – главная отрасль агропромышленного комплекса, непрерывно в течение всего года обеспечивающая население белками, жирами и углеводами. Кроме того, овощи богаты различными ферментами, витаминами, разнообразными минеральными солями и другими физиологически активными веществами [2, 3].

Поскольку Нижнее Поволжье обладает оптимальными гидротермическими основами для формирования овощеводства как подкомплекса, регион выступает крупным производителем овощной продукции и устойчиво дает 4-5% общей для страны, или почти 30% объема производства овощей в ЮФО, и занимает третье место по сбору томатов открытого и защищенного грунта – 4,1% и 4,9% соответственно [10].

Высокая урожайность томата стала обязательным требованием производителей. Она может быть обеспечена только путем сочетания ключевых факторов производства: управлением орошения в зависимости от климатических условий, выбором оптимальных сортов, прогнозом заболеваемости и профилактикой болезней, поддержанием плодородия почвы на требуемом для культуры томат уровне [1, 8, 9, 11, 12, 14].

Целью данных научных исследований являлась разработка комплекса агротехнологических мероприятий выращивания томата для формирования урожайности 150 т/га и более и получения продукции высокого качества при поддержании расчетных водного и питательного режимов.

Материалы и методы. Опыт проводили в период с 2011 по 2016 годы в ИП «Зайцев В.А.» (Волгоградская область, Городищенский район) путем закладки расщепленных делянок.

Гранулометрический состав почвы – тяжелосуглинистый, наличие гумуса – в интервале до 2,32%, pH почвенного раствора – 6,8-8,0. Насыщенность почвы опытного участка гидролизующим азотом (по Корнфильду [4]) – низкая (менее 100 мг/кг почвы), подвижным фосфором (по Мачигину [5]) – от низкой до средней (от 16 до 31 мг/кг почвы), обменным калием (по Мачигину [5])) – повышенная (300-500 мг/кг) [8].

Площадь делянок по изучению водного режима составляла 295 м², делянок по испытанию сортообразцов – 100 м², делянок по изучению питательного режима – 7,5 м².

Повторность в опыте – трехкратная.

Схема высева семян томата – 0,50+0,90 м.

Исследования проводили с использованием «Методики опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве» [11], «Методики полевого опыта» [6-7], «Агрофизическим и агрохимическим методам исследования почв» [13].

Рисунок 1 – Динамика оросительной нормы томата в зависимости от условий вегетационного периода

Фактор А – испытание сортообразцов: Волгоградский 5/95 (сорт-стандарт), Геркулес (сорт), Фоккер F₁ (гибрид).

Фактор В – питательный режим, который рассчитывали на планируемый порог урожайности томата: 110 т/га, 130 т/га, 150 т/га.

Культуру выращивали на следующих фонах питания: 1. естественный фон (контроль). 2. регулятор роста Энергия-М. Семена замачивали в препарате (1 мл/кг семян) в течение 30-40 минут (расход рабочего раствора 2 л/кг). Первое опрыскивание проводили в начале роста (15 г/га), второе опрыскивание – в период бутонизации – начала

цветения (15 г/га). В начале вегетации, в фазу бутонизации и до начала цветения проводили некорневые обработки (15 г на 300 л воды). 3. N₂₁₀P₈₅K₁₀₅. 4. N₂₅₀P₁₀₀K₁₂₅. 5. N₂₈₅P₁₁₅K₁₄₅. 6. водорастворимое удобрение Растворин. Первую подкормку растений томата проводили в фазы 5 и 7 листовых пластин (15 г на 10 л воды), затем каждые 7-10 суток в период плодоношения (25 г на 10 л воды); 7. NPK на урожайность 110 т/га + Растворин. 8. NPK на урожайность 130 т/га + Растворин. 9. NPK на урожайность 150 т/га + Растворин. 10. Растворин + Энергия-М. 11. NPK на урожайность 110 т/га + Растворин + Энергия-М. 12. NPK на урожай-

Таблица 1 – Продуктивность томата
(средние данные за 2011-2016 годы [8])

Вариант опыта	Контроль	Энергия-М	$N_{210} P_{85} K_{105}$	$N_{250} P_{100} K_{125}$	$N_{285} P_{115} K_{145}$	Растворин	$N_{210} P_{85} K_{105}$ + Растворин	$N_{250} P_{100} K_{125}$ + Растворин	$N_{285} P_{115} K_{145}$ + Растворин	Растворин + Энергия-М	$N_{210} P_{85} K_{105}$ + Растворин + Энергия-М	$N_{250} P_{100} K_{125}$ + Растворин + Энергия-М	$N_{285} P_{115} K_{145}$ + Растворин + Энергия-М
Сорт Волгоградский 5/95													
75-75-75% НВ	56,5	68,8	82,6	91,7	99,8	73,9	92,4	108,2	115,4	77,4	99,0	114,1	123,2
70-80-75% НВ	61,2	72,7	88,2	98,3	106,5	78,4	98,6	115,3	122,5	82,1	105,2	120,8	130,0
Гибрид Фоккер F₁													
75-75-75% НВ	70,8	84,5	99,6	110,3	119,2	89,9	110,4	127,6	136,5	95,3	119,2	136,1	145,1
70-80-75% НВ	75,2	88,8	105,0	116,4	124,9	94,9	116,4	134,2	143,1	99,7	125,8	142,2	151,4
Сорт Геркулес													
75-75-75% НВ	74,5	88,4	106,6	117,2	126,3	94,4	116,7	133,9	142,1	100,3	125,8	142,5	153,9
70-80-75% НВ	78,8	92,2	112,0	124,0	133,4	99,1	122,4	140,2	149,1	104,9	131,8	148,8	160,2

ность 130 т/га + Растворин + Энергия-М. 13. НРК на урожайность 150 т/га + Растворин + Энергия-М.

Фактор С – водный режим. Изучали два режима орошения: 1. постоянный режим увлажнения – предполивной порог влажности 75-75-75% НВ; 2. дифференцированный режим увлажнения – предполивной уровень увлажнения 70-80-75% НВ соответственно в периоды развития томата: от посева до цветения – от цветения до молочной спелости – от молочной до технической спелости [8].

Результаты и обсуждение. Основным регламентирующим фактором в агроклиматических условиях Нижнего Поволжья, формирующим величину продуктивности томата, является орошение.

В ходе проведения исследований было выявлено, что дифференцированный режим увлажнения при выращивании томата был высокоэффективен – получена более высокая и устойчивая урожайность при минимальном потреблении воды на единицу урожая.

При постоянном режиме увлажнения поливная норма была константной и составляла во все периоды развития культуры 164 м³/га. Тогда как при применении дифференцированного режима орошения происходило перераспределение поливной воды в течение вегетационного периода. Так, в период от посева до цветения она составляла 199 м³/га при проведении 8 поливов, что меньше на 3 полива по сравнению с их количеством в аналогичный период при постоянном режиме увлажнения. В период от цветения до молочной спелости было осуществлено 10 и 16 поливов нормой

164 м³/га и 128 м³/га соответственно при постоянном и дифференцированном режиме увлажнения. В период от начала молочной спелости до полной спелости потребовалось 7 поливов поливной нормой в пределах 165 м³/га [8].

При этом в разные годы исследований в зависимости от складывающихся метеорологических условий долевое участие поливной воды составляло при постоянном режиме увлажнения от 44,97 до 85,99%, при дифференцированном – от 47,29 до 86,85% от суммарного водопотребления. В острозасушливые 2012 и 2014 годы расход оросительной воды изменялся в интервале: от 79,18% до 80,32% в 2012 году, от 85,95% до 86,83% в 2014 году от суммарного расхода воды соответственно при поддержании дифференцированного и постоянного режима увлажнения. Несущественно отличалась структура суммарного водопотребления в более влажном 2016 году, когда приход влаги с поливной водой составлял при постоянном режиме орошения 44,97%, при дифференцированном – 47,29% от всего ее расхода (рисунок 1) [8].

Анализ данных показал, что в течение всего периода вегетации томата суммарное водопотребление в среднем за годы исследований варьировало в интервале от 6 301 мм до 6 610 мм, на долю поливов приходилось 71% и 73% соответственно при поддержании дифференцированного и постоянного режима увлажнения. В связи с этим наблюдались закономерные явления: с возрастом предполивной влажности почвы повышалась норма полива и долевое участие поливной воды в суммарном использовании воды.

Также было установлено, что при выращивании томата без внесения минеральных удобрений при поддержании изучаемых режимов влагообеспеченности культура отличалась меньшим числом плодов и их наименьшей средней массой относительно значений этих показателей при выращивании ее с применением минеральных удобрений. При внесении полного минерального удобрения, необходимого для получения урожайности 110-150 т/га, количество сформированных на растении плодов повышалось при дифференциации поливной воды по фазам вегетации.

В ходе проведения опыта было установлено, что для формирования расчетных уровней продуктивности требуется поддерживать дифференцированный режим увлажнения. Такой способ орошения томата обеспечивал возможность получать достоверную прибавку урожайности в пределах 18,7 т/га (планируемая урожайность 130 т/га) и 10,4 т/га (планируемая урожайность 150 т/га) при внесении полного минерального удобрения, водорастворимого удобрения Растворин и обработке регулятором роста Энергия-М (таблица 1).

При внедрении комплекса изучаемых агроприемов наряду с получением гарантированной урожайности было зафиксировано их положительное влияние на качественные характеристики плодов томата, такие как содержание сухих веществ, витамина С, клетчатки, общего сахара, нитратов, уровень кислотности с сохранением свойственной сортаобразцам видовой характеристики.

Количество нитратов в плодах томата при внесении минеральных удобрений

находилось в пределах ПДК (СанПиН 42-123-4619-88 от 30 мая 1988 года). Наибольшим их содержанием (144,3 мг/кг) характеризовался сорт Волгоградский 5/95, выращиваемый при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{285}P_{115}K_{145}$ и водорастворимого удобрения Растворин и обработке регулятором роста Энергия-М при поддержании постоянного режима орошения.

Расчет экономической целесообразности показал, что выращивание томата сорта Геркулес при внесении $N_{285}P_{115}K_{145}$ и одновременном использовании изучаемых водорастворимого удобрения и

регулятора роста было более рентабельным. Окупаемость производственных затрат составила 6,89 руб. дохода.

Таким образом, благоприятные условия выращивания томата, изучаемые

в опыте, позволяли формировать культуре высокую урожайность, а плоды отличались улучшенными показателями качества.

Заключение. В регионах неустойчивого увлажнения для гарантированного формирования планируемой урожайности томата 150 т/га плодов высокого качества в подзоне светло-каштановых почв необходимо применять дифференцированный режим увлажнения по периодам вегетации томата: 70% НВ – в период «всходы-цветение», 80% НВ – в период «цветение-плодообразование», 75% НВ – в период «плодоношение-полная спелость» при комплексном внесении минерального удобрения $N_{285}P_{115}K_{145}$ растворимого удобрения Растворин и обработке регулятором роста Энергия-М.

Библиографический список

1. Байрамбеков, Ш.Б. Влияние обработки почвы удобрениями, гербицидов на засоренность и урожайность овощных культур в севообороте / Ш.Б. Байрамбеков, А.С. Соколов, Г.Ф. Соколова // Успехи современного естествознания. – 2018. – №8. – С. 78-84.
2. Болкунов, А.И. Химический состав и пищевая ценность лука репчатого / А.И. Болкунов // Приоритетные направления развития современной науки молодых ученых аграриев. – 2016. – С. 257-301.
3. Гиш, Р.А. Овощеводство юга России: учебник / Р.А. Гиш, Г.С. Гикало. – Краснодар: ЭДВИ, 2012. – 632 с.
4. ГОСТ 26107-84. Методы определения общего азота.
5. ГОСТ 26205-84 ЦИНАО. Метод Мачигина.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва: Альянс, 2011. – 352 с.
7. Дружкин, А.Ф. Основы научных исследований в агрономии: учебник. Часть 2. Биометрия / А.Ф. Дружкин, З.Д. Ляшенко, М.А. Панина; Саратовский ГАУ. – Саратов: SaratovGAU, 2009. – 70 с.
8. Калмыкова, Е.В. Научно-экспериментальные основы ресурсосберегающих приемов увеличения урожайности овощных культур при орошении в условиях Нижнего Поволжья: дис... д. с.-х. наук: 06.01.01: защищена 25.10.19 / Е.В. Калмыкова. – Пенза, 2020. – 646 с.
9. Kalmukova, E.V. Resourceesaving techniques for increasing tomato productivity / E.V. Kalmukova, N.Yu. Petrov, O.V. Kalmukova, A.A. Novikov // RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. – 2019. – №14 (4). – С. 329-346.
10. Картофелеводство, овощеводство и бахчеводство Волгоградской области в 2007-2019 гг. [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/regionals/region-34/kartofelevodstvo-ovoshchevodstvo-i-bakhchevodstvo-volgogradskoj-oblasti-v-2007-2019-gg.html> (дата обращения 06.09.2020).
11. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / под ред. В.Ф. Белика. – М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
12. Солдатенко, А.В. Овощи в системе обеспечения продовольственной безопасности России / А.В. Солдатенко [и др.] // Овощи России. – 2019. – №2 (46). – С. 9-15.
13. Терпелец, В.И. Агрофизические и агрохимические методы исследования почв: учебно-методическое пособие / В.И. Терпелец, В.Н. Слюсарев; КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 65 с.
14. Belyaev, A.I. Effectiveness o Growth-regulator Energy-M By Seedlings of Tomatoes in Strict Arid Conditions of the Low Volga Region / A.I. Belyaev [et al.] // International scientific and practical conference «Agro SMART-Smart solutions for agriculture», KnE ALife Sciences. – 2019. – P. 1078-1087. DOI 10.18502/kls.v4i14.5706.

Дополнительные сведения об авторе:

Елена Владимировна Калмыкова, научный сотрудник отдела оросительных мелиораций, kalmukova.elena-1111@yandex.ru

Bibliographic list

1. Bayrambekov, Sh.B. Influence of soil cultivation with fertilizers, herbicides on weediness and yield of vegetable crops in crop rotation / Sh.B. Bayrambekov, A.S. Sokolov, G.F. Sokolova // Successes of modern natural science. – 2018. – No.8. – P. 78-84.
2. Bolkunov, A.I. Chemical composition and nutritional value of onion / A.I. Bolkunov // Priority directions of development of modern science of young scientists of agrarians. – 2016. – P. 257-301.
3. Guiche, R.A. Vegetable growing of the south of Russia: textbook / R.A. Guiche, G.S. Gikalo. – Krasnodar: EDVI, 2012. – 632 p.
4. GOST 26107-84. Methods for the determination of total nitrogen.
5. GOST 26205-84. TsINA. Machigin's method.
6. Dospekhov, B.A. Field experiment technique / B.A. Armor. – Moscow: Alliance, 2011. – 352 p.
7. Druzhkin, A.F. Fundamentals of scientific research in agronomy: textbook. Part 2. Biometrics / A.F. Druzhkin, Z.D. Lyashenko, M.A. Panina; SaratovGAU. – Saratov: SaratovGAU, 2009. – 70 p.
8. Kalmykova, E.V. Scientific and experimental foundations of resource-saving methods for increasing the yield of vegetable crops during irrigation in the Lower Volga region: dis ... d. Sciences: 06.01.01: protected 25.10.19 / E.V. Kalmykova. – Penza, 2019. – 646 p.
9. Kalmukova, E.V. Resourceesaving techniques for increasing tomato productivity / E.V. Kalmukova, N.Yu. Petrov, O.V. Kalmukova, A.A. Novikov // RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. – 2019. – No.14 (4). – P. 329-346.
10. Potato growing, vegetable growing and melon growing of the Volgograd region in 2007-2019. [Electronic resource]. – 2020. – Access mode: <https://agrovesti.net/lib/regionals/region-34/kartofelevodstvo-ovoshchevodstvo-i-bakhchevodstvo-volgogradskoj-oblasti-v-2007-2019-gg.html> (accessed date 06.09.2020).
11. Methodology of experimental work in vegetable growing and melon growing / ed. V.F. Belika. – M.: Agropromizdat, 1992. – 319 p.
12. Soldatenko, A.V. Vegetables in the food security system of Russia / A.V. Soldatenko [et al.] // Vegetables of Russia. – 2019. – No.2 (46). – P. 9-15.
13. Terpelets, V.I. Agrophysical and agrochemical methods of soil research: teaching aid / V.I. Terpelets, V.N. Slyusarev; KubGAU. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – 65 p.
14. Belyaev, A.I. Effectiveness o Growth-regulator Energy-M By Seedlings of Tomatoes in Strict Arid Conditions of the Low Volga Region / A.I. Belyaev [et al.] // International scientific and practical conference "Agro SMART-Smart solutions for agriculture", KnE ALife Sciences. – 2019. – P. 1078-1087. DOI 10.18502/kls.v4i14.5706.

Additional information about the authors:

Elena Vladimirovna Kalmykova, researcher department of irrigation reclamation, kalmukova.elena-1111@yandex.ru