СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. АГРОНОМИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-19

METHODS FOR BASIC SOIL TREATMENT AND PEPPER YIELD IN THE PLAIN ZONE OF DAGESTAN

D. M. Ramazanov, D. S. Magomedova, S. A. Kurbanov

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov»*

Received 12.03.2020

Submitted 25.05.2020

Summary

The article discusses the technology of cultivation of sweet pepper with dump and minimal surface tillage in combination with the regulation of the irrigation regime by drip irrigation.

Abstract

Introduction. The relevance of the research is due to the need to improve the complex of agrotechnical and reclamation techniques that contribute to the formation of sweet pepper yield over 60 t / ha under irrigation conditions. In the arid conditions of flat Dagestan, the realization of the productivity potential of vegetable crops is guaranteed only with irrigation. The existing and growing shortage of fresh water resources highlights the development and use of water and energy-saving irrigation technologies in combination with the improvement of agrotechnical methods of tillage and soil preparation. Research is relevant and timely, as it is aimed at increasing the productivity of the irrigated hectare. **Object.** The object of research is the planting of sweet pepper on the irrigated lands of lowland Dagestan. **Materials and methods.** The method of factorial field experiment was adopted as the main methodological approach to research; theoretical generalization and analysis of the results of previous studies made it possible to substantiate the hypothesis and methods for solving research problems. The evaluation of the results of the field experiment was carried out using methods of mathematical statistics. **Results and conclusions.** The experiments established that the most significant effect on improving the agrophysical indicators of fertility of meadow medium loamy soil (soil density, porosity, structurally-aggregate composition) is exerted by the use of dump tillage by 0.23 ... 0.25 m. The influence of the main cultivation methods and levels is determined pre-irrigation humidity on weediness of crops and potential weediness of the root layer. It is proved that under the conditions of drip irrigation, minimization of the main tillage leads to an increase in the weediness of pepper plantations by 2.1 times. It was established that maintaining the moisture content of the root layer of the soil within 80 ... 100% HB by drip irrigation in combination with the main tillage to a depth of 0.23 ... 0.25 m improves the water-physical and phytosanitary indicators of fertility of meadow medium loamy soil, increases the efficiency of using irrigation water. The maximum yield of sweet pepper fruit 62.3 t / ha is achieved by combining dump tillage to a depth of 0.23 ... 0.25 m and maintaining a pre-irrigation moisture threshold in the soil layer of 0.5 m at a level of 80% HB.

Key words: bell pepper, drip irrigation, irrigation regime, water consumption, basic tillage, shallow tillage, weeds, yield

Citation. Ramazanov D. M., Magomedova D. S., Kurbanov S. A. Methods for basic soil treatment and pepper yield in the plain zone of Dagestan. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 2(58). 185-195 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-19.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

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

УДК 635.649:631.51:631.674.6(470.47)

ПРИЕМЫ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ПЕРЦА В РАВНИННОЙ ЗОНЕ ДАГЕСТАНА

Д. М. Рамазанов, аспирант

Д. С. Магомедова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

С. А. Курбанов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет
имени М. М. Джамбулатова»

Дата поступления в редакцию 12.03.2020

Дата принятия к печати 25.05.2020

Актуальность. Актуальность исследований обусловлена необходимостью совершенствования в условиях орошения комплекса агротехнических и мелиоративных приемов, способствующих формированию урожайности сладкого перца свыше 60 т/га. В засушливых условиях равнинного Дагестана реализация потенциала продуктивности овощных культур гарантируется только при орошении. Существующий и возрастающий дефицит пресных водных ресурсов выдвигает на первый план разработку и использование водо- и энергосберегающих технологий орошения в сочетании с совершенствованием агротехнических приемов обработки и подготовки почвы. Исследования актуальны и своевременны, так как направлены на повышение продуктивности орошаемого гектара. **Объект.** Объектом исследований являются посадки сладкого перца на орошаемых землях равнинного Дагестана. **Материалы и методы.** В качестве главного методологического подхода исследований принят метод факторного полевого эксперимента, теоретическое обобщение и анализ результатов ранее проведенных исследований позволили обосновать гипотезу и методы решения задач исследований. Оценка результатов полевого эксперимента выполнена с применением методов математической статистики. **Результаты и выводы.** Опытами установлено, что наиболее существенное влияние на улучшение агрофизических показателей плодородия луговой среднесуглинистой почвы (плотность почвы, пористость, структурно-агрегатный состав) оказывает применение отвальной обработки почвы на 0,23-0,25 м. Определено влияние способов основной обработки и уровней предполивной влажности на засоренность посевов и потенциальную засоренность корнеобитаемого слоя. Доказано, что в условиях капельного орошения минимизация основной обработки почвы приводит к повышению засоренности посадок перца в 2,1 раза. Установлено, что поддержание влажности корнеобитаемого слоя почвы в пределах 80-100 % НВ проведением капельного орошения в сочетании с основной обработкой почвы на глубину 0,23-0,25 м улучшает водно-физические и фитосанитарные показатели плодородия луговой среднесуглинистой почвы, повышает эффективность использования поливной воды. Максимальная урожайность плодов сладкого перца 62,3 т/га достигается при сочетании отвальной обработки почвы на глубину 0,23-0,25 м и поддержании в слое почвы 0,5 м предполивногo порога влажности на уровне 80 % НВ.

Ключевые слова: *перец сладкий, капельное орошение перца, режимы орошения перца, водопотребление перца сладкого, основная обработка почвы, мелкая обработка почвы, сорняки, урожайность перца сладкого.*

Цитирование. Рамазанов Д. М., Магомедова Д. С., Курбанов С. А. Приемы основной обработки почвы и урожайность перца в равнинной зоне Дагестана. *Известия НВ АУК.* 2020. 2(58). 185-195. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-19.

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. Перец сладкий – ценная овощная культура. Среди овощей он является рекордсменом по содержанию витамина С. В Республике Дагестан площади под перцем в основном сосредоточены в фермерских и личных подсобных хозяйствах, производящих свежую продукцию для потребления. Перец сладкий, требовательная к агротехнике культура, и высокорентабельной становится только у опытных овощеводов. Повышение урожайности и качество плодов за счет эффективных агротехнических

приемов и грамотного подбора сортимента – это реальный путь к повышению доходности этой важной для здорового питания человека культуры [2, 5].

Сладкий перец возделывается во всех частях нашей планеты, где развито земледелие [2, 15]. Наибольшее распространение эта культура получила на своей родине – в центральной Америке, а также в странах азиатского континента. Не в меньшей степени он популярен и в странах Европейского сообщества, особенно в южных его территориях. В Российской Федерации, по данным И. А. Минакова [12], сладкий перец возделывают на площади 9-10 тыс. га, причем основная часть площадей в силу биологических особенностей вида сосредоточена в южных регионах страны.

Главный оценочный критерий при возделывании любой культуры – это объем и качество произведенной продукции. В современных условиях сельскохозяйственных товаропроизводителей в первую очередь интересуют не только результативность технологии, но и рыночная и экономическая целесообразность ее возделывания. Для увеличения промышленного производства сладкого перца в нашей республике необходимо изучение и внедрение эффективных приемов агротехники, способных поднять продуктивность и качество плодов сладкого перца [5, 9, 10].

В связи с нарастающей засушливостью климата в южных регионах страны и дефицитом пресных поливных вод, особое значение приобретают агротехнические приемы, направленные на экономное использование водных, невозобновляемых и трудовых ресурсов. Как считает С.А. Курбанов [8, 9], это особенно важно для Республики Дагестан, где основным способом орошения является поверхностное самотечное, основным недостатком которого является перерасход поливной воды и, связанное с этим, ухудшение мелиоративного состояния орошаемых земель и снижение экономических показателей хозяйств в зоне орошаемого земледелия.

В орошаемом земледелии одними из наиболее трудоемких и затратных элементов технологии возделывания любой культуры являются затраты на обработку почвы и проведение оросительных мелиораций [17, 19, 20, 21]. Учитывая, что овощеводство республики мелкотоварное, т. к. на 95 % сосредоточено в личных подсобных хозяйствах [8, 15], то применение современных технологий весьма проблематично, что не способствует повышению урожайности и увеличению товарности произведенной продукции. Низкое финансово-экономическое состояние значительной части мелкотоварных сельскохозяйственных производителей заставляет искать пути повышения экономической отдачи от орошаемого гектара, что привело в последние годы к интенсивному распространению капельного орошения и попыток минимизации обработки почвы, особенно после пропашных предшественников [5, 17, 19].

Преимущества капельного орошения [2, 6] в сравнении с поверхностным самотечным способом, применяемым в республике на 99 % площадей [3], общеизвестны. По данным В. В. Бородычева [2, 3] и С. А. Курбанова [9], основные преимущества состоят в экономии воды, возможности проведения удобрительного орошения, снижении негативных нагрузок на агрофитоценозы, отсутствии вторичного засоления и ирригационной эрозии.

Однако для многих овощных культур, в том числе и для сладкого перца, в Республике Дагестан не определены перспективы минимизации обработки почвы в условиях орошения и недостаточно изучены режимы орошения при применении капельного орошения.

Материалы и методы. Цель исследований – повышение эффективности производства плодов перца на основе установления наиболее агротехнически эффективного приема основной обработки почвы и определения оптимального нижнего порога увлажнения активного слоя, обеспечивающих урожайность культуры на уровне не ниже 60 т/га.

Для осуществления поставленной цели в 2017-2019 гг. был заложен полевой опыт на среднераннем сорте сладкого перца Подарок Молдовы. С целью изучения он-

тогенеза растений сладкого перца под влиянием изучаемых факторов, на опытном поле Дагестанского ГАУ был заложен двухфакторный опыт по следующей схеме: по обработке почвы (фактор А): А₁ – вспашка на глубину 0,23-0,25 м (контроль) и А₂ – мелкая обработка на глубину 0,10-0,12 м; по уровням предполивной влажности активного слоя (фактор В): В₁ – предполивной порог влажности почвы не ниже 70% НВ, контроль, В₂ – порог не ниже 80 % НВ, В₃ – порог не ниже 90 % НВ. Данные уровни предполивной влажности почвы поддерживались в слое 0,5 м в течение всего периода вегетации перца с последним поливом за 15-20 дней до последнего сбора урожая.

Полевые исследования выполнялись на типичных для равнинной зоны республики, луговых почвах, по гранулометрическому составу – среднесуглинистых с содержанием гумуса в пахотном слое 3,32 %. Агрохимический анализ почвы показал, что обеспеченность почвы легкогидролизуемым азотом составляет 49,2 мг/кг, подвижным фосфором – 13,7 мг/кг и обменным калием – 265 мг/кг, что свидетельствует соответственно о средней, низкой и средней ее обеспеченности элементами питания.

Для проведения обработки почвы использовалась серийная техника: плуг ПЛН-5-35 и БДТ-3,0. Для поддержания влажности почвы в слое 0,5 м использовалась система капельного орошения продукции ЗАО «Мушарака» (Буйнакский район Республики Дагестан). В системе использовались капельные трубки с встроенными через 30 см полукомпенсированными капельницами расходом 2 л/ч. Агротехника возделывания перца была общепринятой [5]. Для изучения онтогенеза сладкого перца использовали рассаду возрастом 60-62 дня, которую высаживали в открытый грунт в 1 декаде мая по схеме 70×30 см. Для контроля над этапами развития растений перца под влиянием изучаемых факторов использовали методику полевого опыта в овощеводстве С. С. Литвинова [11].

Результаты и обсуждение. Проведенные трехлетние анализы по изучению водно-физических свойств почвы выявили существенное влияние на них приемов основной обработки почвы. Установлено варьирование основных водно-физических свойств в течение вегетационного периода (таблица 1). По ранее полученным С. А. Курбановым и Д. С. Магомедовой данным [10], изменение водно-физических свойств выражается, прежде всего, в изменении плотности почвы и разрушении структурных агрегатов под действием приемов обработки и поливной воды.

Таблица 1 – Влияние приемов основной обработки почвы и орошения на водно-физические свойства луговой почвы

Table 1 – The Impact of the methods of primary tillage and irrigation on the water-physical properties of meadow soil

Показатели / Indicators	Отвальная обработка почвы на глубину 0,23...0,25 м / Dump tillage to a depth of 0.23...0.25m			Мелкая обработка почвы на глубину 0,10...0,12 м / Shallow tillage to a depth of 0.10...0.12m		
	70 % НВ	80 % НВ	90 % НВ	70 % НВ	80 % НВ	90 % НВ
Плотность почвы, т/м ³ / Soil density	<u>1,19</u> 1,26	<u>1,19</u> 1,27	<u>1,20</u> 1,28	<u>1,27</u> 1,32	<u>1,28</u> 1,35	<u>1,28</u> 1,35
Водопроницаемость, мм/ч / Water permeability	153	149	143	123	118	106
Содержание водопрочных агрегатов, % / The content of water-resistant units	46,6	45,7	45,4	43,5	42,7	41,8

*в числителе плотность почвы в начале вегетации; в знаменателе в конце вегетации

Полученные данные по плотности пахотного слоя почвы показали, что уже в начале вегетации сладкого перца проявляется влияние на нее приемов основной обра-

ботки. Проведение отвальной обработки почвы (вспашки), независимо от уровней предполивной влажности почвы, способствует формированию менее уплотненного пахотного слоя при значении плотности $1,19 \text{ т/м}^3$. Замена вспашки мелкой обработкой привело к уплотнению пахотного слоя на 7,6 %. В течение вегетации происходит уплотнение почвы на всех вариантах опыта, к концу вегетации при вспашке она приближается к равновесной плотности, а при мелкой обработке превышает равновесную плотность в среднем на $0,07 \text{ т/м}^3$. Аналогичные закономерности отмечены В. М. Жидковым, Чамурлиевым О. Г. [7] и А. Ф. Витером [13].

Процесс уплотнения надо рассматривать как явление крайне нежелательное, так как в орошаемых условиях оно ухудшает строение пахотного слоя, уменьшает водопроницаемость, снижая глубину промачивания активного слоя и соответственно эффекта от капельного орошения.

Изменения в предполивных порогах влажности почвы оказали меньшее влияние на плотность активного слоя почвы. Повышение предполивного порога влажности с 70 % до 90 % НВ привело к росту объемной массы $0,02\text{--}0,03 \text{ т/м}^3$, независимо от приема основной обработки почвы. Тенденция уплотнения пахотного слоя происходит вследствие уплотняющего действия поливной воды, а также в результате периодического увлажнения и подсыхания увлажняемого слоя [20, 21].

Из приведенных в таблице 1 данных видно, что переход с отвальной обработки на мелкую обработку, приводит к снижению значений водопроницаемости в зоне смыкания контуров увлажнения на 22 %. Ухудшает значения водопроницаемости и повышение предполивных порогов влажности почвы, при этом повышение порога влажности при вспашке ухудшает водопроницаемость на 6,5 %, тогда как при мелкой обработке – на 13,8 %. Полученные данные свидетельствуют о прямо пропорциональной зависимости между плотностью почвы и ее водопроницаемостью, и связано это с уплотнением профиля пахотного слоя почвы и из-за более частых поливов, и наметившейся тенденции уменьшения содержания водопрочных агрегатов. В соответствии с агроэкологической оценкой водопроницаемости почвы [7, 15] почвы на варианте с отвальной обработкой относят к группе со значительной водопроницаемостью (более 150 мм/ч), а при мелкой обработке – к группе со средней водопроницаемостью (50–150 мм/ч).

Одним из наиболее достоверных интегральных показателей плодородия почвы и ее устойчивости к деградации является улучшение структурного состояния почвенного покрова. Важнейшим свойством почвенной структуры является ее водопрочность. Наши результаты по определению структурного состояния почвы в зависимости от изучаемых приемов агротехники показали на более высокую эффективность отвальной обработки в сравнении с мелкой, о чем свидетельствует рост количества водопрочных агрегатов и коэффициента водопрочности на 13,5 %. А. Ф. Витер [13] считает, что это связано с повышением микробиологической активности при отвальной обработке, которая создает лучшие условия для развития растений, способствует образованию большего количества корневой массы, что в свою очередь приводит к синтезу большего количества гуминовых кислот и созданию водопрочной структуры почвы.

Изучение водно-физических свойств почвы показало, что в условиях орошаемого земледелия отвальная обработка создает лучшие условия для роста и развития сладкого перца в сравнении с мелкой обработкой, что подтверждают и результаты изучения сорного фитоценоза.

По данным Г. И. Баздырева (2004 г.), мировые потери продукции основных сельскохозяйственных культур от сорняков и других вредных организмов составляют 30...40 % общего сбора урожая. По его мнению, рациональная и своевременная обработка почвы уменьшает засоренность малолетними и многолетними сорняками на 50–60 %.

Комплексный мониторинг пахотных земель Российской Федерации [1] показал, что она на 72,2 % засорена в сильной степени и на 21,0 % в средней степени. Поэтому наметившийся в нашем земледелии в последние годы крен на минимизацию обработки может привести к еще более сложной фитосанитарной ситуации на наших полях. При этом, по мнению академика В. И. Кирюшина (2006 г.), экономия горюче-смазочных материалов при минимизации обработки почвы может и не компенсировать затраты на борьбу с возросшей засоренностью.

Результатами наших исследований выявлено, что из двух изучаемых в полевом опыте факторов наибольшее влияние на количество и сырую массу сорняков оказала обработка почвы, нежели изменения в порогах влажности почвы (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние приемов обработки почвы и уровней предполивной влажности почвы на засоренность посадок сладкого перца

Table 2 – The effect of soil cultivation techniques and levels of pre-irrigation soil moisture on the weediness of sweet pepper plantings

Показатели / Indicators	Отвальная обработка почвы на глубину 0,23...0,25 м / Dump tillage to a depth of 0.23...0.25m			Мелкая обработка почвы на глубину 0,10...0,12 м / Shallow tillage to a depth of 0.10...0.12m		
	70% НВ	80% НВ	90% НВ	70% НВ	80% НВ	90% НВ
Количество сорняков, шт./м ² / Quantity of weed	<u>21</u> 2	<u>20</u> 4	<u>21</u> 3	<u>43</u> 4	<u>46</u> 3	<u>43</u> 4
Сырая масса сорняков, г/м ² / Wet weight of weed	109,9	123,2	128,2	180,9	193,6	194,7
Потенциальная засоренность, млн. шт./га / Potential clogging	319	331	307	673	687	675

*в числителе малолетние сорняки; в знаменателе многолетние сорняки

Переход от традиционной отвальной обработки почвы к ресурсосберегающей обработке способствует усиленному росту сорной растительности и значительному увеличению потенциальной засоренности обрабатываемого слоя почв. В частности, при мелкой обработке почвы отмечается наибольшее количество сорняков, которые, по сравнению с контролем возрастают в среднем в 2,1 раза, в основном за счет значительного увеличения численности малолетних сорняков в сорном фитоценозе, а также на 57,6 % возрастает сырая масса сорной растительности.

Установлено также, что мелкая обработка способствует увеличению запаса жизнеспособных семян сорных растений в почве на 359 млн шт./га. И если при вспашке почвы на глубину 0,23-0,25 м основная часть семян с поверхности пахотного слоя проваливается в более глубокие горизонты почвы, где большая часть теряет свою жизнеспособность, то отказ от отвальной обработки приводил к концентрации семян сорняков в верхнем 0,10-0,12 м слое почвы. По сравнению с контролем мелкая обработка почвы приводит к увеличению как количества сорняков и их массы, так росту потенциальной засоренности почвы семенами.

Отмечено также, что минимизация основной обработки почвы под сладкий перец, по-видимому, за счет большего количества сорняков, приводит к уменьшению морфометрических показателей сорного растения и, как следствие, уменьшение его сырой массы. При отвальной обработке сырая масса сорняка составила 5,08 г, то при мелкой обработке почвы она уменьшилась до 3,98 г. В то же время отмечено, что на фоне отвальной обработки создаются лучшие условия и для роста сорного растения: так, масса сорняка при увеличении порога влажности с 70 до 90 % НВ возрастает на 11,7 %, а при мелкой обработке – только 7,5 %.

Таким образом, применение мелкой обработки почвы в условиях орошаемого земледелия способствует существенному увеличению засоренности посадок сладкого перца и потенциальной засоренности в 2,0-2,1 раза. Наименьшая засоренность обеспечивается при сочетании отвальной обработки почвы и предполивного порога влажности почвы на уровне 70 % НВ.

Наши исследования по изучению видового состава сорной растительности на посадках сладкого перца показали, что приемы основной обработки почвы оказывают влияние и на структуру фитоценоза сорняков. По мнению В. И. Кирюшина (2006 г.), сорный фитоценоз неоднозначно реагирует на плотность пахотного слоя, что приводит к изменению его видового состава. Нашими исследованиями в этом направлении было выявлено, что отказ от отвальной обработки приводит к увеличению численности поздних яровых (щетинник сизый и зеленый, щирца запрокинутая) на 35,4 % и на 14,7 % корневищных сорняков (хвощ полевой и свинорой пальчатый).

Одним из показателей ресурсосбережения в условиях орошаемого земледелия является коэффициент использования поливной воды (КИВ). Самый низкий КИВ был отмечен при сочетании вспашки и предполивного порога влажности активного 0,5 м слоя почвы 80 % НВ – 70,3 м³/т. Переход на ресурсосберегающую мелкую обработку почвы повышает КИВ на 29,5 м³/т. Хуже всего используется поливная вода на контрольном варианте (70 % НВ), где КИВ колеблется в пределах 95,9-131,1 м³/т.

От продуктивности работы ассимиляционного аппарата и величины усвоения им фотосинтетически активной радиации (ФАР) зависит урожайность возделываемых культур. Применение отвальной обработки на 0,23-0,25 м способствует усилению ростовых процессов и удлинению на фоне оптимального увлажнения длины вегетации, что создает благоприятные условия для развития ассимиляционной поверхности растений сладкого перца. Максимальная площадь ассимиляционного аппарата сформировалась при отвальной обработке и составила 25,6 тыс. м²/га, превышая площадь листьев на варианте с мелкой обработкой на 10,6 %. Продуктивность работы листьев на образование органического вещества определяется продолжительностью и эффективностью их функционирования, определяемого по величине фотосинтетического потенциала (ФП).

Лучшие водно-физические и фитосанитарные условия, созданные при отвальной обработке, позволили благодаря более длительной работе листьев, накопить максимальный ФП и соответственно органическое вещество, что способствовало увеличению чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ).

Фотосинтетический потенциал при отвальной обработке возрос на 11,6 %, в среднем было накоплено 12,7 т/га органического вещества и рост ЧПФ до 3,19 г/м²-сутки, что соответственно на 37,8 и 25,6 % больше, чем при мелкой обработке почвы.

Главным критерием продуктивной работы ассимиляционного аппарата является коэффициент полезного действия ФАР, оценивающий эффективность усвоения солнечной энергии, сформированными под влиянием изучаемых факторов посадками сладкого перца. Замена вспашки мелкой обработкой почвы снизила продуктивность усвоения солнечной энергии на 28,9 %.

Определение показателей фотосинтетической деятельности посадок сладкого перца определили наиболее эффективное сочетание изучаемых факторов – отвальная обработка почвы на глубину 0,23-0,25 м + предполивной порог влажности активного слоя 80 % НВ. Это сочетание обеспечивает максимальное аккумулятивное сухого вещества (14,4 т/га), величину ЧПФ (3,50 г/м²-сутки) и КПД ФАР всей продукции – 1,73 %, в т. ч. основной продукции – 1,02 %. Худшие показатели КПД ФАР основной продукции отмечены при мелкой обработке и поддержании жесткого режима орошения (70 % НВ) – 0,54 %.

Повышение эффективности использования природных ресурсов на основе применения изучаемых приемов агротехники определяется их влиянием на продуктивность насаждений. Прием обработки почвы оказывает максимальное влияние на урожайность сладкого перца, которая при вспашке на 34,6 % выше, чем при мелкой обработке почвы (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние приемов основной обработки почвы и уровней предполивной влажности почвы на урожайность сладкого перца, т/га

Table 3 - the Impact of the methods of primary tillage and levels of pre-irrigation soil moisture on the productivity of sweet pepper, t / ha

Предполивной порог влажности почвы, % НВ / Pre-irrigation threshold of soil moisture	Приемы основной обработки почвы / Methods of basic tillage		Средняя / Average
	Отвальная обработка почвы на глубину 0,23...0,25 м / Dump tillage to a depth of 0.23...0.25m	Мелкая обработка почвы на глубину 0,10...0,12 м / Shallow tillage to a depth of 0.10...0.12m	
70	48,4	35,4	41,9
80	62,3	43,9	53,1
90	54,8	43,7	49,2
Средняя / Average	55,2	41,0	-

НСР₀₅ (т/га) / LSD₀₅ (t/ha): для режимов орошения / for irrigation modes – 2,3; для способов обработки / for processing methods – 2,9; для взаимодействия факторов / for the interaction of factors – 3,4.

Уменьшение урожайности при мелкой обработке на 14,2 т/га вызвано неоптимальными водно-физическими и фитосанитарными условиями для функционирования растений и низкими показателями фотосинтетической деятельности сладкого перца. Уровни предполивной влажности активного слоя почвы также оказывают существенное влияние на урожайность культуры. Повышение предполивного порога влажности активного слоя почвы независимо от приема обработки почвы приводит к росту урожайности в среднем на 11,2 т/га. Эффект от повышения предполивного порога до 80 % НВ лучше проявляется на фоне отвальной обработки, где рост урожайности составляет 13,9 т/га при максимальной урожайности 62,3 т/га, в то время как при мелкой обработке – только 8,5 т/га.

При поддержании предполивного порога не ниже 90 % НВ эффективность орошения снижается при обоих приемах обработки почвы в среднем на 3,9 т/га, причем существенно при вспашке.

Немаловажное значение для оценки эффективности изучаемых приемов возделывания имеет структура урожая, анализ которой свидетельствует о том, что рост урожайности при вспашке обеспечивается на 74,5 % за счет числа плодов на одном растении, и в меньшей степени за счет увеличения массы одного плода. Переход на мелкую обработку почвы привел к снижению числа плодов на одном растении на 19,3 % и массы одного плода на 4,6 %, что привело к снижению массы плодов, получаемых с одного растения на 25,1 % по сравнению с отвальной обработкой.

При почти одинаковой густоте посадок сладкого перца переход на мелкую обработку почвы привел к снижению числа плодов на одном растении на 22,0 % соответственно. Это, наряду со снижением массы одного плода на 8,4 %, привело к снижению массы плодов, получаемых с одного растения на 28,7 % по сравнению с отвальной обработкой. Влияние уровней предполивной влажности почвы на структуру урожая сладкого перца менее значительно по сравнению со способами обработки почвы.

Выводы. В орошаемых условиях Дагестана максимальную урожайность обеспечивает отвальная обработка почвы на 0,23-0,25 м, а применение ресурсосберегающей

мелкой обработки снижает урожайность на 34,6 %. Применение капельного орошения на фоне отвальной обработки, благодаря улучшению водно-физических и фитосанитарных показателей плодородия почвы, способствует активизации фотосинтетической деятельности, повышению эффективности использования поливной воды на 41,9 %. Максимальная урожайность плодов сладкого перца достигается при сочетании отвальной обработки почвы на глубину 0,23-0,25 м и поддержании предполивного порога влажности почвы 80 % НВ – 62,3 т/га.

Conclusions. In the irrigated conditions of Dagestan, maximum yield is provided by dump tillage by 0.23-0.25 m, and the use of resource-saving small tillage reduces yield by 34.6%. The use of drip irrigation against the background of waste treatment, due to the improvement of water-physical and phytosanitary indicators of soil fertility, contributes to the activation of photosynthetic activity, increase the efficiency of use of irrigation water by 41.9%. The maximum yield of sweet pepper fruits is achieved by combining dump tillage to a depth of 0.23-0.25 m and maintaining a pre-irrigation threshold for soil moisture of 80% НВ - 62.3 t / ha.

Библиографический список

1. Агроэкологическая оценка земель и оптимизация землепользования / А. Л. Черногоров, П. А. Чекмарев, И. И. Васенев, Г. Д. Гогмачадзе. М.: Издательство Московского университета, 2012. 268 с.
2. Бородычев В. В. Современные технологии капельного орошения овощных культур. Коломна: ВНИИ «Радуга», 2010. 241 с.
3. Бородычев В. В., Гуренко В. М., Стешенко Е. С. Элементы адаптивной технологии выращивания сладкого перца и вопросы управления гидротермическим режимом посева в условиях Нижнего Поволжья // Научная жизнь. 2019. №8. С. 1194-1206.
4. Велижанов Н. М. Продуктивность и оценка качества сортов перца сладкого в Республике Дагестан // АгроФорум. 2019. №1. С. 53-55.
5. Гусейнов Ю. А., Якубов С. М., Алемсегова Г. К. Проблемы овощеводства открытого грунта Дагестана // Проблемы развития АПК региона. 2014. №3 (19). С. 99-101.
6. Дубенок Н. Н. Орошение экономит воду // Информационный бюллетень Минсельхоза России. 2019. № 8. С. 37- 39.
7. Жидков В. М., Чамурлиев О. Г. Основная обработка почвы в орошаемых севооборотах Нижнего Поволжья. Волгоград: ИПК ФГБОУ ВПО ВГАУ «Нива», 2013. 152 с.
8. Курбанов С. А. Проблемы мелиорации и пути ее развития в Дагестане // Вестник РАСХН. 2011. № 3. С. 32-33.
9. Курбанов С., Магомедова Д. Эффективная технология возделывания перца в орошаемых условиях Республики Дагестан // Главный агроном. 2014. № 8. С. 54-56.
10. Курбанов С. А., Магомедова Д. С., Шуаев М. М. Факторы высокой урожайности сладкого перца // Картофель и овощи. 2015. № 8. С. 21-24.
11. Литвинов С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: Изд-во ВНИИО, 2011. 648 с.
12. Минаков И. А. Решение проблемы обеспечения населения овощной продукцией в условиях международных санкций // Вестник Мичуринского ГАУ. 2017. №3. С. 133-141.
13. Обработка почвы как фактор регулирования почвенного плодородия: монография / А. Ф. Витер, В. И. Турусов, В. М. Гармашов, С. А. Гаврилова. М.: ИНФРА-М, 2014. 173 с.
14. Сельское хозяйство Дагестана, 2019. Махачкала: Изд-во МСХ РД, 2020. 33 с.
15. Экономика овощеводства: состояние и современность / А.В. Солдатенко, В.Ф. Пивоваров, А.Ф. Разин [и др.] // Овощи России. 2018. №5. С. 63-68.
16. Abdelkhalik A., Pascual B., Najera I. Effects of deficit irrigation on the yield and irrigation water use efficiency of drip-irrigated sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) under Mediterranean conditions // Irrigation science. 2020. V. 38. № 1. P. 89-104. DOI: 10.1007/s00271-019-00655-1.
17. Camposeco-Montejo N., Robledo-Torres V., Ramirez-Godina F. Response of Bell Pepper to Rootstock and Greenhouse Cultivation in Coconut Fiber or Soil Response of Bell Pepper to Rootstock and Greenhouse Cultivation in Coconut Fiber or Soil // Agronomy-Basel. 2018. V. 8. I. 7. №

111. DOI: 10.3390/agronomy8070111.

18. Dittmar P. J., Monks D. W., Jennings K. M. Tolerance of Bell Pepper to Herbicides Applied through a Drip Irrigation System // *Weed technology*. 2016. V. 30. № 2. P. 486-491. DOI: 10.1614/WT-D-15-00114.1.

19. Rice D. C. J., Cariveau R., Ting D. S.-K. Evaluation of Crop to Crop Water Demand Forecasting: Tomatoes and Bell Peppers Grown in a Commercial Greenhouse // *Agronomy-Basel*. 2017. V. 7. I. 12. № 104. DOI: 10.3390/agriculture7120104.

20. Slusarski C., Spotti C. A. Efficacy of chloropicrin application by drip irrigation in controlling the soil-borne diseases of greenhouse pepper on commercial farms in Poland // *Crop protection*. 2016. V. 89. P. 216-222. DOI: 10.1016/j.cropro.2016.07.024.

21. Zhang Y., Yang Z., Yang H. Effects of different drip irrigation patterns on water distribution in potted Yunnan red loam and yellow-sand soil and pepper growth // *Desalination and water treatment*. 2018. V. 118. P. 1-11. DOI: 10.5004/dwt.2018.22325.

References

1. Agroekologicheskaya ocenka zemel' i optimizaciya zemlepol'zovaniya / A. L. Chernogorov, P. A. Chekmarev, I. I. Vasenev, G. D. Gogmachadze. M.: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 2012. 268 p.

2. Borodychev V. V. *Sovremennye tehnologii kapel'nogo orosheniya ovoschnyh kul'tur*. Kolomna: VNII "Raduga", 2010. 241 p.

3. Borodychev V. V., Gurenko V. M., Steshenko E. S. Jelementy adaptivnoj tehnologii vyraschivaniya sladkogo perca i voprosy upravleniya gidrotermicheskim rezhimom poseva v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya // *Nauchnaya zhizn'*. 2019. №8. P. 1194-1206.

4. Velizhanov N. M. Produktivnost' i ocenka kachestva sortov perca sladkogo v Respublike Dagestan // *AgroForum*. 2019. №1. P. 53-55.

5. Gusejnov Yu. A., Yakubov S. M., Alemsetova G. K. Problemy ovoschevodstva otkrytogo grunta Dagestana // *Problemy razvitiya APK regiona*. 2014. №3 (19). P. 99-101.

6. Dubenok N. N. Oroshenie jekonomit vodu // *Informacionnyj byulleten' Minsel'hoza Rossii*. 2019. № 8. P. 37- 39.

7. Zhidkov V. M., Chamurlijev O. G. Osnovnaya obrabotka pochvy v oroshaemyh sevooborotah Nizhnego Povolzh'ya. Volgograd: IPK FGBOU VPO VGau "Niva", 2013. 152 p.

8. Kurbanov S. A. Problemy melioracii i puti ee razvitiya v Dagestane // *Vestnik RASXN*. 2011. № 3. P. 32-33.

9. Kurbanov S., Magomedova D. Jefferktivnaya tehnologiya vzdelyvaniya perca v oroshaemyh usloviyah Respubliki Dagestan // *Glavnyj agronom*. 2014. № 8. P. 54-56.

10. Kurbanov S. A., Magomedova D. S., Shuaev M. M. Faktory vysokoj urozhajnosti sladkogo perca // *Kartofel' i ovoschi*. 2015. № 8. P. 21-24.

11. Litvinov S. S. *Metodika polevogo opyta v ovoschevodstve*. M.: Izd-vo VNIIO, 2011. 648 p.

12. Minakov I. A. Reshenie problemy obespecheniya naseleniya ovoschnoj produkciej v usloviyah mezhdunarodnyh sankcij // *Vestnik Michurinskogo GAU*. 2017. №3. P. 133-141.

13. Obrabotka pochvy kak faktor regulirovaniya pochvennogo plodorodiya: monografiya / A. F. Viter, V. I. Turusov, V. M. Garmashov, S. A. Gavrilova. M.: INFRA-M, 2014. 173 p.

14. Sel'skoe hozyajstvo Dagestana, 2019. Mahachkala: Izd-vo MSX RD, 2020. 33 p.

15. Jekonomika ovoschevodstva: sostoyanie i sovremennost' / A. V. Soldatenko, V. F. Pivovarov, A. F. Razin [i dr.] // *Ovoschi Rossii*. 2018. №5. P. 63-68.

16. Abdelkhalik A., Pascual B., Najera I. Effects of deficit irrigation on the yield and irrigation water use efficiency of drip-irrigated sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) under Mediterranean conditions // *Irrigation science*. 2020. V. 38. № 1. P. 89-104. DOI: 10.1007/s00271-019-00655-1.

17. Camposeco-Montejo N., Robledo-Torres V., Ramirez-Godina F. Response of Bell Pepper to Rootstock and Greenhouse Cultivation in Coconut Fiber or Soil Response of Bell Pepper to Rootstock and Greenhouse Cultivation in Coconut Fiber or Soil // *Agronomy-Basel*. 2018. V. 8. I. 7. № 111. DOI: 10.3390/agronomy8070111.

18. Dittmar P. J., Monks D. W., Jennings K. M. Tolerance of Bell Pepper to Herbicides Applied through a Drip Irrigation System // *Weed technology*. 2016. V. 30. № 2. P. 486-491. DOI: 10.1614/WT-D-15-00114.1.

19. Rice D. C. J., Cariveau R., Ting D. S.-K. Evaluation of Crop to Crop Water Demand Forecasting: Tomatoes and Bell Peppers Grown in a Commercial Greenhouse // *Agronomy-Basel*. 2017. V. 7. I. 12. № 104. DOI: 10.3390/agriculture7120104.

20. Slusarski C., Spotti C. A. Efficacy of chloropicrin application by drip irrigation in controlling the soil-borne diseases of greenhouse pepper on commercial farms in Poland // *Crop protection*. 2016. V. 89. P. 216-222. DOI: 10.1016/j.cropro.2016.07.024.

21. Zhang Y., Yang Z., Yang H. Effects of different drip irrigation patterns on water distribution in potted Yunnan red loam and yellow-sand soil and pepper growth // *Desalination and water treatment*. 2018. V. 118. P. 1-11. DOI: 10.5004/dwt.2018.22325.

Author information

Ramazanov Dolgat Magomedovich, graduate student of the Department of Agriculture, Soil Science and Land Reclamation FSBEI HE "Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatova. " Phone: 8-989-888-98-80, E-mail: rdm84@mail.ru

Magomedova Diana Sultanovna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Agriculture, Soil Science and Land Reclamation, Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatova. " Phone: 8-903-428-23-42, E-mail: mds-agro@mail.ru

Kurbanov Serazhutdin Aminovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head. Department of Agriculture, Soil Science and Land Reclamation, Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatova. " Phone: 8-964-016-75-50, E-mail: kurbanovsa@mail.ru

Информация об авторах

Рамазанов Долгат Магомедович, аспирант кафедры земледелия, почвоведения и мелиорации ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова». Тел.: 8-989-888-98-80. E-mail: rdm84@mail.ru

Магомедова Диана Султановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры земледелия, почвоведения и мелиорации ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова». Тел.: 8-903-428-23-42. E-mail: mds-agro@mail.ru

Курбанов Серажутдин Аминович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой земледелия, почвоведения и мелиорации ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова». Тел.: 8-964-016-75-50. E-mail: kurbanovsa@mail.ru