УДК 635.342:631.67:635-18

DOI: 10.35809/2618-8279-2020-1-9

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ И ДОЖДЕВАНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В ПОДМОСКОВЬЕ

COMPARATIVE EFFICIENCY OF DRIP IRRIGATION AND sprinkler irrigation WHEN GROWING VEGETABLES IN THE MOSCOW REGION

А.М. Меньших, кандидат сельскохозяйственных наук**A.M. Menshikh**, candidate of agricultural sciences*Всероссийский научно-исследовательский институт
овощеводства – филиал Федерального научного центра
овощеводства**All-russian research institute of vegetable growing –
a branch of the Federal Scientific Vegetable Center*

Урожайность овощных культур открытого грунта в среднем по России составляет около 30 т/га. Это не отражает заложенный потенциал современных сортов и гибридов, присутствующих на рынке, и говорит о том, что до сих пор значительная часть овощей выращивается без полива. Но большинству овощных культур требуется регулярный полив, и в современном овощеводстве открытого грунта невозможно обойтись без использования орошения. В настоящее время существует множество технических средств и несколько способов полива. В связи с этим изучение отзывчивости овощных культур на разные способы полива является актуальным. В статье представлены результаты сравнительных исследований по выращиванию капусты белокочанной позднеспелой, моркови столовой и свеклы столовой в орошаемых условиях на аллювиальных луговых почвах Москворецкой поймы с использованием двух способов полива – дождевания и капельного орошения. Почвенно-климатические условия Московской области благоприятствуют получению высоких урожаев изучаемых овощных культур. Показана зависимость урожайности от метеорологических условий года (в течение вегетационного периода) в условиях Московской области при выращивании культур без полива и влияние неблагоприятных условий года на выход стандартной продукции овощных культур. Доказано, что при умеренном дифференцированном ресурсосберегающем режиме орошения при глубине увлажнения 0,3, 0,4 и 0,4 м по трем межфазным периодам вегетации – 70-80-70% НВ урожайность капусты белокочанной позднеспелой, моркови столовой и свеклы столовой при выращивании с применением дождевания сравнима с урожайностью этих культур, выращиваемых при капельном орошении, однако при капельном орошении затрачивается на 24-50% меньше поливной воды.

The average yield of vegetable crops of open ground in Russia is about 30 t/ha. This does not reflect the inherent potential of modern varieties and hybrids on the market, and suggests that a significant portion of vegetables are still grown without watering. But most vegetables require regular watering, and in modern open-field vegetable growing it is impossible to do without the use of irrigation. Currently, there are many technical tools and several methods of watering. In this regard, the study of the responsiveness of vegetable crops to different irrigation methods is relevant. The article presents the results of comparative studies on the cultivation of late-ripening white cabbage, carrot and beetroot in irrigated conditions on alluvial meadow soils of the Moskvoretskaya floodplain using two irrigation methods – sprinkling and drip irrigation. The soil and climatic conditions of the Moscow region favor the production of high yields of the studied vegetable crops. The dependence of the yield on the meteorological conditions of the year (during the growing season) in the conditions of the Moscow region when growing crops without irrigation and the influence of adverse conditions of the year on the output of standard production of vegetable crops are shown. It is proved that with a moderate differentiated resource-saving irrigation regime, with a moistening depth of 0.3, 0.4 and 0.4 m in three interphase periods of vegetation – 70-80-70% HB, the yield of late-ripened white cabbage, table carrot and table beet during cultivation using sprinkling is comparable to the productivity of these crops grown under drip irrigation, however, drip irrigation uses 24-50% less irrigation water.

Ключевые слова: капуста белокочанная позднеспелая, морковь столовая, свекла столовая, капельное орошение, дождевание, урожайность, эффективность

Key words: white cabbage, carrot, red beet, drip irrigation, sprinkler irrigation, productivity, efficiency

Введение. Общая посевная площадь сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в хозяйствах всех категорий в настоящее время составляет около 80 млн га, для выращивания

овощей используется около 0,7% этой площади. Посевные площади, занятые овощами открытого грунта в промышленном секторе овощеводства в России в 2019 году, по предварительным данным

Росстата, в хозяйствах всех категорий (без учета хозяйств населения) составили 184,2 тыс. га. В структуре посевных площадей, занятых овощными культурами, основная доля приходится на то-

маты, капусту, морковь, лук репчатый и огурцы.

Урожайность овощей открытого грунта в России с годами постепенно увеличивается, но в среднем составляет около 30 т/га (по данным Росстата).

Как известно, большинству овощных культур требуется полив в течение вегетации. В современном овощеводстве орошение является одним из основных факторов, влияющих на стабильную высокую урожайность и получение качественной продукции.

От содержания влаги в почве в решающей мере зависит доступность для растений питательных элементов. Поэтому правильное применение способов полива и расчетных поливных норм для конкретной культуры позволяет исключить большие потери элементов питания по причине их вымывания чрезмерными поливными нормами из зоны расположения корневой системы и поддерживать необходимый уровень влажности почвы во время засушливых периодов, при которых усвояемость овощными культурами элементов питания снижается.

Разнообразие поливной техники и метод капельного орошения дают возможность для выбора способа полива, однако при определении конструкции системы орошения важно оценить преимущества и недостатки каждого способа применительно к условиям и возможностям конкретного хозяйства [6]. Также необходимо спрогнозировать эффективность применения данного способа полива для конкретной овощной культуры

с учетом ее биологических особенностей и уровень рентабельности.

Результаты исследований, проведенных ранее Волгоградской государственной сельскохозяйственной академией (ныне ВолГАУ), по выращиванию свеклы столовой при капельном орошении, показали, что капельное орошение обеспечивает наименьшие показатели коэффициента водопотребления и меньший более чем в два раза расход поливной воды. Аналогичные результаты были получены в ходе проведения других исследований по сравнительной оценке применения дождевания и капельного орошения при выращивании корнеплодов [1, 8, 9, 12].

Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства и другие филиалы ФГБНУ «Федерального научного центра овощеводства» проводят многолетние опыты по выращиванию основных овощных культур в шести почвенно-климатических зонах РФ, оценивая их отзывчивость на удобрения и орошение [2, 3, 4, 10].

Целью научно-исследовательской работы являлось сравнение способов полива и разработка ресурсосберегающих экологически безопасных режимов орошения и применения удобрений при выращивании овощных культур в условиях Нечерноземной зоны РФ, позволяющих получить планируемую урожайность овощей и продукцию хорошего качества.

Материалы и методы. Исследования по выращиванию основных овощных культур (капусты белокочанной поздней, моркови столовой, свеклы столо-

вой) при дождевании и капельном орошении проводили в Московской области на аллювиальных луговых почвах (пойма р. Москва). Представленные данные отражают период с 2010 по 2014 годы.

В опыте использовали следующие сорта и гибриды: капусты белокочанной позднеспелой – Каунтер F₁, Валентина F₁, Триумф F₁; моркови столовой – Балтимор F₁, Звезда F₁, Канада F₁ Олимпиец F₁, Сатурн 200 F₁; свеклы столовой – Беттолло F₁, Пабло F₁, Двусемянная ТСХА, Жуковчанка.

Почва опытного участка среднесуглинистая плодородная, влагоемкая, глубина пахотного слоя 25-30 см, глубина залегания грунтовых вод 2,5 м. Содержание гумуса – от 3,10 до 3,34%, общего азота – от 0,210 до 0,234%. Реакция почвенного раствора в основном нейтральная, pH солевой вытяжки от 6,79 до 7,05. Обеспеченность калием средняя – 11,8-15,6 м²/100 г, фосфором высокая – 26,2-36,7 м²/100 г, насыщенность почвы основаниями высокая – 98,6-98,9%.

При выращивании овощных культур применяли общепринятую агротехнику их возделывания для центральных районов Нечерноземной зоны.

Расположение опытных делянок систематическое. Опыт проводили в трех повторностях.

Обработку данных полевых и лабораторных опытов выполняли согласно методикам [7, 11].

Рассаду капусты белокочанной позднеспелой выращивали в пленочных теплицах в кассетах (54 ячейки каждая). Объем одной ячейки 90 мл. Возраст рас-

Таблица 1 – Количество атмосферных осадков в течение вегетационных периодов овощных культур и нормы полива (средние данные за 2010-2014 годы)

Месяц	Средне-многолетнее значение, мм	2010 год		2011 год		2012 год		2013 год		2014 год	
		мм	%	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%
Май	50,0	59,7	119,4	7,5	15,0	23,0	46,0	111,7	223,4	55,6	111,2
Июнь	65,0	61,9	95,2	24,5	37,7	97,5	150,0	52,5	80,8	83,3	128,2
Июль	80,0	12,7	15,9	45,5	56,9	68,5	85,6	85,5	106,9	4,2	5,3
Август	70,0	70,8	101,1	80,5	115,0	55,0	78,6	48,5	69,3	61,1	87,3
Сентябрь	55,0	70,6	128,4	53,5	97,3	31,5	57,3	191,5	348,2	24,1	43,8
Октябрь	46,0	41,2	89,6	50,4	109,6	27,5	59,8	60,7	132,0	27,3	59,3
Всего за вегетацию	366,0	316,9	86,6	261,9	71,6	303,0	82,8	550,4	150,4	255,6	69,8
Культура	Тип полива	Оросительная норма за вегетационный период									
		м ³ /га	%*	м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%
Капуста белокочанная	Дождевание	1 725		1 600		1 050		1 050		2 150	
	Капельное орошение	975	56,5	1 150	71,9	600	57,1	800	76,2	1 160	54,0
Морковь столовая	Дождевание	925		1 000		1 500		600		1 850	
	Капельное орошение	575	62,2	750	75,0	1 050	70,0	350	58,3	1 010	54,6
Свекла столовая	Дождевание	550		1 600		1 500		600		1 850	
	Капельное орошение	275	50,0	1 150	71,9	1 050	70,0	350	58,3	1 010	54,6

*доля израсходованной воды на капельное орошение от объема воды на полив дождеванием, %

Таблица 2 – Урожайность овощных культур в зависимости способа полива (общая и стандартной продукции – СП), т/га (средние данные за 2010-2014 годы)

Культура	Способ полива	2010 год		2011 год		2012 год		2013 год		2014 год		Среднее значение	
		общая	СП	общая	СП	общая	СП	общая	СП	общая	СП	общая	СП
Капуста белокочанная позднеспелая	Без полива	43,7	37,0	61,4	61,0	84,7	82,9	65,0	60,5	63,3	59,0	63,6	60,1
	Дождевание	51,4	48,1	93,8	92,2	67,4	62,8	64,5	60,0	88,8	84,3	73,2	69,5
	Капельное орошение	62,7	54,7	99,7	99,3	78,6	75,7	51,6	44,8	88,2	82,9	76,1	71,5
Морковь столовая	Без полива	24,4	19,5	39,7	33,8	42,9	36,6	53,0	36,3	25,7	19,0	37,1	29,0
	Дождевание	38,2	32,5	60,5	47,4	55,8	43,7	55,9	40,9	58,7	49,0	53,8	42,7
	Капельное орошение	54,0	43,5	69,8	58,8	61,5	50,5	53,9	37,5	51,5	43,3	58,1	46,7
Свекла столовая	Без полива	15,0	7,6	68,1	60,1	57,4	52,2	80,0	58,7	49,2	38,9	54,0	43,5
	Дождевание	39,0	33,2	71,4	62,0	63,0	53,1	89,3	61,0	49,2	42,3	62,4	50,3
	Капельное орошение	35,1	27,9	89,4	79,2	46,5	38,1	98,0	57,1	55,6	47,4	64,9	49,9

сады 30-40 дней, рассада имела 4-5 листьев, диаметр ножки 5-6 мм. Высадку рассады в поле проводили вручную в третьей декаде мая. Норма высадки рассады – 35 тыс. шт./га [10].

Посев моркови столовой и свеклы столовой проводили во второй-третьей декаде мая сеялкой точного высева. Норма высадки моркови столовой – 1 млн шт./га, свеклы столовой – 450 тыс.шт./га.

Большинством проведенных исследований доказано, что нижний уровень увлажнения почвы при выращивании изучаемых овощных культур не должен быть ниже 70% НВ [5, 8, 9]. Для проведения данного научного эксперимента в условиях умеренного дифференцированного ресурсосберегающего режима орошения при глубине увлажнения 0,3, 0,4 и 0,4 м, увеличивающейся по мере роста корневой системы, по трем межфазным периодам вегетации (первый – от высадки рассады (от массовых всходов) до начала формирования урожая (вегетативный рост); второй – от начала формирования урожая до начала технической спелости (продуктовый рост); третий – от начала технической спелости до уборки последнего сбора (созревание) для всех изучаемых культур приняты следующие уровни увлажнения – 70-80-70% НВ. Учет поливной воды при капельном поливе и дождевании вели с помощью счетчиков воды типа ВСХ.

Результаты и обсуждение. Погодные условия в годы исследований были различными. Например, 2010 и 2014 годы характеризовались рекордно высокими показателями температуры воздуха и засухой в период роста растений, а 2013 год отличался чрезмерным количеством осадков в период вегетации культур. Характер погодных условий влиял на число поливов в течение вегетации культур и суммарные нормы полива (таблица 1).

Следует отметить, что при расчете поливных норм для орошения капельным

Рисунок 1 – Урожайность овощных культур в зависимости от способа полива, т/га (средние данные за 2010-2014 годы)

способом принимали меньшую площадь увлажнения. Полив проводили только в рядке, в связи с этим нормы полива были снижены. Из таблицы 1 видно, что при капельном поливе была получена экономия поливной воды в пределах 24-50% по сравнению с объемом поливной воды, необходимым для орошения дождеванием.

Полученные многолетние данные позволили оценить влияние способа полива на продуктивность овощных культур. Высокая температура воздуха и засуха в 2010 году сильно замедлили рост растений, что негативно повлия-

ло на урожайность. Самой низкой продуктивностью отличались исследуемые культуры, выращиваемые без полива. Так, урожайность капусты белокочанной позднеспелой составила 43,7 т/га, моркови столовой – 24,4 т/га, свеклы столовой – 15,0 т/га (таблица 2).

В 2013 году, который характеризовался как влажный, урожайность в меньшей степени зависела от орошения. Однако в связи с переувлажнением почвы и, как следствие, болезнями, капуста белокочанная позднеспелая проявила низкую продуктивность – в пределах 65 т/га, а

морковь столовая и свекла столовая, несмотря на высокую урожайность, имели низкий выход товарной продукции.

Следует отметить, что при выборе способа орошения нужно учитывать, что дождевание сильнее увлажняет приземный воздух, но качество полива зависит от ветра, а чрезмерные кратковременные нормы могут вести к размыванию почвы и вымыванию мелкоземных культур, образованию почвенной корки на поверхности почвы. Тогда как при правильно подобранном по типу и шагу капельниц капельном орошении вода поступает непосредственно в прикорневую зону, влага распределяется преимущественно в верхних слоях почвы, где больше питательных веществ и располагается корневая система растений. Однако вода для капельного орошения должна быть более высокой степени очистки, чем для дождевания, также при этом типе орошения необходимо соблюдать особенности обработки почвы.

Анализ исследований по сравнительной оценке выбора способа орошения

показал, что в среднем за пять лет изучаемые овощные культуры, выращиваемые при капельном орошении и дождевании, дают сравнимую урожайность. Так, общая урожайность капусты белокочанной позднеспелой при дождевании и капельном орошении составила 73,2 т/га и 76,1 т/га соответственно, урожайность стандартной продукции была практически одинаковой – 69,5 т/га и 71,5 т/га соответственно; моркови столовой – 53,8 т/га и 58,1 т/га соот-

ветственно, урожайность стандартной продукции 42,7 т/га и 46,7 т/га соответственно; свеклы столовой – 62,4 т/га и 64,9 т/га, урожайность стандартной продукции 50,3 т/га и 49,9 т/га (рисунок 1).

Результаты анализа качества полученной продукции показали отсутствие существенных различий при выращивании культур с применением рассмотренных способов полива, содержание вредных веществ не превышало ПДК.

Заключение. При выращивании капусты белокочанной позднеспелой можно применять как дождевание, так и капельное орошение, однако дождевание применять целесообразнее, поскольку такой способ орошения увлажняет и охлаждает воздух около растений, при разрастании культура листьями хорошо собирает воду и направляет к корню. К тому же рассадный способ ее возделывания при схеме 70*40 затрудняет раскладку капельных линий после посадки рассады, а также демонтаж многоразовой системы капельного орошения после уборки кочанов из-за остающихся в почве наружных кочерыг с листьями.

Для моркови столовой и свеклы столовой, возделываемых как на ровной поверхности, так и на гребнях (грядках), рекомендуется применять капельное орошение, дающее возможность экономить воду, а при фертигации с малыми нормами полива под корень экономить и минеральные удобрения.

Библиографический список

1. Бородычев, В.В. Технология возделывания столовой моркови при капельном орошении / В.В. Бородычев, А.А. Мартынова. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2016. – 196 с.
2. Ванеян, С.С. Водопотребление, урожайность и качество капусты белокочанной при капельном поливе и дождевании / С.С. Ванеян, Д.И. Енгальчев, А.М. Меньших // Мелиорация и водное хозяйство. – 2012. – №3. – С. 25-28.
3. Ванеян, С.С. Режим орошения, способы и техника полива овощных и бахчевых культур в различных зонах РФ: руководство / С.С. Ванеян, А.М. Меньших; ГНУ ВНИИО. – М.: Россельхозакадемия, 2010. – 84 с.
4. Ванеян, С.С. Влияние режимов орошения и минеральных удобрений на урожайность и сохранность свеклы столовой / С.С. Ванеян, А.М. Меньших, В.А. Борисов, В.А. Маркизов // Картофель и овощи. – 2016. – №3. – С. 15-18.
5. Ирков, И.И. Технология производства белокочанной капусты / И.И. Ирков, Г.А. Костенко, Г.Ф. Монахос // Картофель и овощи. – 2014. – №1. – С. 3-9.
6. Латушкина, Г.В. Оценка эффективности орошения овощных культур в условиях Беларуси / Г.В. Латушкина, А.П. Лихачевич, А.С. Анженков // Мелиорация. – 2019. – №4 (90). – С. 26-31.
7. Литвинов, С.С. Научные основы современного овощеводства / С.С. Литвинов. – М.: ВНИИО, 2008. – 776 с.
8. Мартынова, А.А. Капельное орошение и условия питания моркови / А.А. Мартынова // Агрохимический вестник. – 2010. – №3. – С. 33-34.
9. Мелихова, Е.В. Дифференцированный режим орошения и питания столовой свеклы на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья / Е.В. Мелихова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2007. – №3 (7). – С. 35-41.
10. Меньших, А.М. Нормы увлажнения почвы при выращивании овощных культур / А.М. Меньших, С.С. Ванеян // Орошаемое земледелие. – 2017. – №1. – С. 17-18.
11. Методические указания по апробации овощных и бахчевых культур // Л.Л. Бондарева [и др.]; под ред. Л.В. Павлова, А.В. Солдатенко; ФГБНУ ФНЦО. – М.: ФГБНУ ФНЦО, 2018. – 224 с.
12. Степанова, Н.Е. Орошение столовой свеклы дождевальной машиной ДКШ-64 «Волжанка» / Н.Е. Степанова // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. – 2015. – №1 (1). – С. 47-49.

Дополнительные сведения об авторах:

Александр Михайлович Меньших, ведущий научный сотрудник отдела технологий и инноваций, admin@vniioh.ru

Bibliographic list

1. Borodychev, V.V. Technology for the cultivation of table carrots with drip irrigation / V.V. Borodychev, A.A. Martynova. – Volgograd: Volgograd State Agrarian University, 2016. – 196 p.
2. Vaneyan, S.S. Water consumption, productivity and quality of white cabbage during drip irrigation and sprinkling / S.S. Vaneyan, D.I. Engalychev, A.M. Menshikh // Reclamation and water management. – 2012. – No.3. – P. 25-28.
3. Vaneyan, S.S. Irrigation regime, methods and techniques for watering vegetable and melons in various zones of the Russian Federation: Guide / S.S. Vaneyan, A.M. Menshikh; GNU VNIIO. – M.: Russian Agricultural Academy, 2010. – 84 c.
4. Vaneyan, S.S. The influence of irrigation regimes and mineral fertilizers on the yield and preservation of beetroot / S.S. Vaneyan, A.M. Menshikh, V.A. Borisov, V.A. Markizov // Potatoes and vegetables. – 2016. – No.3. – P. 15-18.
5. Irkov, I.I. Technology for the production of white cabbage / I.I. Irkov, G.A. Kostenko, G.F. Monachos // Potatoes and vegetables. – 2014. – No.1. – P. 3-9.
6. Latushkina, G.V. Evaluation of the effectiveness of irrigation of vegetable crops in Belarus / G.V. Latushkina, A.P. Likhatchevich, A.S. Anzenkov // Reclamation. – 2019. – No.4 (90). – P. 26-31.
7. Litvinov, S.S. Scientific foundations of modern vegetable growing / S.S. Litvinov. – Moscow: VNIIO, 2008. – 776 p.
8. Martynova, A.A. Drip irrigation and nutritional conditions of carrots / A.A. Martynova // Agrochemical Bulletin. – 2010. – No.3. – P. 33-34.
9. Melikhova, E.V. The differentiated regime of irrigation and nutrition of beet on light chestnut soils of the Volga-Don interfluvium / E.V. Melikhova // Bulletin of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. – 2007. – No.3 (7). – P. 35-41.
10. Menshikh, A.M. Norms of soil moisture when growing vegetables / A.M. Menshikh, S.S. Vaneyan // Irrigated agriculture. – 2017. – No.1. – P. 17-18.
11. Guidelines for the testing of vegetables and melons // L.L. Bondareva [et al.]; edited by L.V. Pavlov, A.V. Soldatenko; Federal State Budget Scientific Institution Federal Scientific Center. – M.: Federal State Budget Scientific Institution Federal Scientific Center, 2018. – 224 p.
12. Stepanova, N.E. Irrigation of beetroot with the sprinkler DKSh-64 «Volzhanka» / N.E. Stepanova // New science: Theoretical and practical view. – 2015. – No.1 (1). – P. 47-49.

Additional information about the authors:

Aleksandr Mikhailovich Menshikh, leading researcher of department of technology and innovation, admin@vniioh.ru