СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. АГРОНОМИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-16

INFLUENCE OF IRRIGATION METHODS ON EFFICIENCY OF CULTIVATION OF VEGETABLE CROPS

M. A. Likhomanova, O. A. Solovyova

Volgograd State Agrarian University, Volgograd

Received 25.11.2020

Submitted 01.03.2021

Summary

Research is devoted to substantiating the effectiveness of growing vegetable crops with various irrigation methods. The paper presents an analysis of some parameters of the technology of cultivation of varieties of cabbage plants and onions, an assessment of irrigation regimes of cabbage and onion plants with different irrigation methods.

Abstract

Introduction. In the current soil-climatic and economic-technical conditions, the use of drip and intra-soil irrigation in our region can become a worthy competitor to sprinkling. The development of a science-based system that allows increasing the efficiency of vegetable production through the use of improved traditional methods of growing vegetable crops using different irrigation methods is relevant. **Object.** The object of the study was several types of cabbage plants, including white cabbage, cauliflower and broccoli of different maturation periods, as well as hybrids of early-maturing, medium-maturing and late-maturing onions. **Materials and methods.** A comparative analysis of the effectiveness of growing vegetable crops with different methods of irrigation was carried out, some parameters of the technology of cultivation of varieties of cabbage plants and onions were established, including effective pest control schemes were selected. The result set of experiments proved that the method of watering while maintaining a given water regime of soils in combination with mineral fertilizers under the planned harvest and selection of agrotechnical methods of cultivation of vegetable products, it is possible to create ecologically adapted modes and technologies of irrigation with more efficient watering techniques, to regulate costly articles, to quality competitive on the market the products of local production. **Results and conclusions.** After the research, it was found that the use of a differentiated irrigation regime on cabbage crops of different species composition on drip irrigation, namely, maintaining high soil humidity (not less than 85 % HB) in the middle of the growing season and moderate humidity (at least 75 % HB) at the beginning and end of the growing season allows you to economically spend irrigation water, while obtaining quality products at a level of not less than 35 t / ha. The study determined that maintaining pre-irrigation threshold soil moisture level not less than 80 % HB during the period of the 1st half the growing season of onions 6-8 irrigations the rate of 150 m³/ha, in the 2nd half of the growing season - 5-7 irrigation by norm of 240 m³/ha on option with differentiated depth of soil moisture in combination with fertilizers allow to obtain the planned yields and water savings.

Key words: *water regime of soil, irrigation regime, vegetable crops, drip irrigation, intra-soil irrigation, sprinkling, species diversity of cabbage plants, onion crops.*

Citation. Likhomanova, M. A., Solovyova, O. A. Influence of irrigation methods on efficiency of cultivation of vegetable crops. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 1 (61). 161-173 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-16.

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

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 631.674:635

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОЛИВА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

М. А. Лихоманова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

О. А. Соловьева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 25.11.2020

Дата принятия к печати 01.03.2021

Актуальность. В сложившихся почвенно-климатических и хозяйственно-технических условиях применение капельного и внутрипочвенного орошения в нашем регионе может стать достойным конкурентом дождеванию. Разработка научно обоснованной системы, позволяющей повысить эффективность производства овощной продукции за счёт применения усовершенствованных традиционных методов выращивания овощных культур с использованием разных способов полива является актуальной. **Объект.** Объектом исследования являлись несколько видов капустных растений, в том числе белокочанной капусты, цветной и брокколи разных сроков созревания, а также гибриды репчатого лука раннеспелого, среднеспелого и позднеспелого сроков созревания. **Материалы и методы.** Проведен сравнительный анализ эффективности выращивания овощных культур при различных способах полива, установлены некоторые параметры технологии возделывания разновидностей капустных растений и репчатого лука, в том числе подобраны эффективные схемы борьбы с вредителями. В результате поставленных опытов доказано, что способом полива при поддержании заданного водного режима почв в сочетании с внесением минеральных удобрений под планируемый урожай и подбором агротехнических приемов возделывания овощной продукции возможно создать экологически адаптированные режимы и технологии орошения с применением высокопроизводительной поливальной техники, регулировать затратные статьи, получать качественную конкурентоспособную на рынке продукцию местного производства. **Результаты и выводы.** После проведенных исследований было установлено, что применение дифференцированного режима орошения на культуре капусты разного видового состава на капельном орошении, а именно поддержание высокой влажности почвы (не ниже 85 % НВ) в середине вегетации и умеренная влажность (на уровне не ниже 75 % НВ) в начале и конце вегетационного периода позволяют экономно расходовать поливную воду, при этом получая качественную продукцию на уровне не ниже 35 т/га. Исследованиями определено, что поддержание предполивного порога влажности почвы на уровне не менее 80 % НВ при проведении в период 1-й половины вегетации репчатого лука 6-8 поливов нормой 150 м³/га, во 2-й половине вегетации – 5-7 поливов нормой 240 м³/га на варианте с дифференцированной глубиной увлажнения почвы в сочетании с внесением удобрений позволяет получать запланированную урожайность и экономию воды.

Ключевые слова: *возделывание овощных культур, орошение овощных культур, капельное орошение овощных культур, внутрипочвенное орошение овощных культур, видовое разнообразие капустных растений, луковые культуры.*

Цитирование: Лихоманова М. А., Соловьева О. А. Влияние способов полива на эффективность возделывания овощных культур. *Известия НВ АУК*. 2021. 1(61). 161-173. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-16.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. В Нижнем Поволжье получение качественных и устойчивых урожаев овощных культур в любых погодных условиях возможно только при орошении. Основным способом полива длительное время остаётся дождевание.

Ранее проведенные исследования с 1996 по 2007 годы по изучению дифференцированных режимов орошения овощных культур, в частности лука-репки и белокочанной капусты, на дождевании показали эффективность применения этого способа полива в условиях засушливого климата Волгоградской области. Данные культуры отличаются высокой обводненностью листьев, поэтому хорошо отзываются на микроклимат, созданный в приземном слое формирования продуктивной части растения [8].

Наши опыты подтверждают, что на дождевании возделывание белокочанной капусты эффективно достигается дифференцированием режимов орошения на уровне от 70 до 90 % наименьшей влагоёмкости, выдаваемых за 12-22 полива оросительной нормой 4700-5100 м³/га с промежутками 7-5 дней соответственно (таблица 1).

Опыты при поливе дождеванием репчатого лука также позволяют утверждать, что этот способ эффективен при поддержании наименьшей влагоёмкости не ниже 80 % при глубине увлажнения почвы от 0,3 до 0,5 м, обеспечиваемой за 9-13 поливов оросительной нормой 2640-4290 м³/га (таблица 2).

Проведённые исследования подтверждают эффективность дождевания на овощных культурах, чувствительных к низкой влажности воздуха, а формирование режимов орошения с учётом гидротермических условий каждого конкретного года при верном подборе глубины увлажняемого слоя, оптимальном уровне поддержания наименьшей влагоёмкости с учётом фенологических фаз развития растений, безусловно, повышает эффективность использования оросительной воды растениями с получением запланированных урожаев хорошего качества.

Однако мы считаем, что в сложившихся почвенно-климатических и хозяйственно-технических условиях применение капельного и внутрипочвенного орошения в нашем регионе может стать достойным конкурентом дождеванию [5].

Задачей настоящих исследований является разработка научно обоснованной системы, позволяющей повысить эффективность производства овощной продукции, в частности, капусты разного видового состава (белокочанной, брокколи, цветной), различных гибридов лука-репки (раннеспелого, среднеспелого и позднеспелого) за счёт применения усовершенствованных традиционных методов выращивания овощных культур с использованием разных способов полива.

Таблица 1 – Поливной режим капустных растений при орошении дождеванием

Table 1 – irrigation regime of cabbage plants under irrigation by sprinkling

Вариант/ Option	После-посадочный полив / Post-planting irrigation		Предполивной порог, % НВ и норма полива на определенной фазе роста растения, м ³ /га / Prewatering threshold, % HB and irrigation rate at a certain phase of plant growth, m ³ / ha			Общее число поливов / Total number of waterings	Оросительная норма/ Irrigation rate	Межполивной период по фазам / Interirrigation period by phase
	количество / quantity	норма / norm	период формирования розетки / the period of formation of the socket	период нарастания кочана / period of growth of head	период созревания / ripening period			

			Количество / quantity	норма / norm	Количество / quantity	норма / norm	Количество / quantity	норма / norm			
70...80...70 % НВ	2	250	70% НВ		80% НВ		70% НВ		12	4700	8...6...8
			2	470	9	310	1	470			
75...85...75 % НВ	2	250	75% НВ		85% НВ		75% НВ		16	4900	7...5...7
			3	390	11	230	2	390			
80...90...80 % НВ	2	250	80% НВ		90% НВ		80% НВ		22	5100	6...4...6
			4	320	15	160	3	320			

Таблица 2 – Поливной режим репчатого лука при орошении дождеванием

Table 2 – irrigation regime of onions under irrigation by sprinkling

Год по ГТК / Year by SCC	Глубина увлажнения почвы, м / Depth of soil moisture, m	Периоды / Periods				Общее число поливов/ Total number of waterings	Оросительная норма, м³/га / Irrigation rate, m³ / ha
		2-3 листа –образование луковицы / 2-3 of the sheet – education bulbs		формирование луковицы – уборка / the formation of the bulb – cleaning			
		количе- ство поли- вов / the number of irrigations	норма, м³/га / norm, m³ / ha	количество поливов/ the number of irrigations	норма, м³/га / norm, m³ / ha		
Засуш- ливый / Dry	0,3	7	240	4	240	11	2640
	0,5	5	390	4	390	9	3510
	0,3-0,5	5	240-390	5	240-390	10	3150
Сухой / Dry	0,3	7	240	5	240	12	2880
	0,5	6	390	4	390	10	3900
	0,3-0,5	6	240-390	5	240-390	11	3540
Сухой / Dry	0,3	8	240	5	240	13	3120
	0,5	8	390	3	390	11	4290
	0,3-0,5	6	240-390	6	240-390	12	3780

Реализация поставленных задач нашла своё отражение в научно-исследовательских работах, проводимых магистрантами во главе с их руководителями на землях УНПЦ «Горная Поляна». Исследования проводили с тремя разновидностями капусты и тремя гибридами лука-репки.

Материалы и методы. Почвы исследуемого участка типичные светло-каштановые. Для них характерно недостаточное содержание нитратного азота, умеренное – подвижного фосфора и высокое – обменного калия. Содержание гумуса в почвах на опытных делянках не более 1,5-2,0 % [8].

Так, на опытах с капустными растениями изучаемыми факторами были способы полива, режимы орошения, три разновидности капустных растений на фоне рассчитанных под урожай доз удобрений.

В качестве удобрений применяли комплексное удобрение «NUTRILON», кото-

рое вносилось на фазе формирования розетки листьев и в фазу завязывания кочана, кроме того, под осеннюю и весеннюю культивации на опытных полях вносились хлористый калий, аммофос и аммиачная селитра.

Растения капусты высаживали рассадным способом в период 29-31 мая и в первую декаду июня. Последний сбор урожая капусты проводили во второй декаде сентября.

По гидротермическому коэффициенту годы проводимых исследований характеризовались как острозасушливые.

Научные исследования проводили с использованием раннего сорта белокочанной капусты – Парел F1, цветной – Барселона F1, брокколи – Грин Гарден F1.

Для всех разновидностей капусты на системе капельного орошения рассаду размещали с междурядьем 0,6 м, а в рядке – с шагом 0,4 м. Капельницы предусмотрены для каждого ряда растений. На системе внутрипочвенного орошения принимали аналогичную схему посадки 0,6 м на 0,4 м, расстояние между увлажнителями – 1,2 м. Применяли зарекомендовавшую себя зональную систему орошаемого земледелия с поддержанием определенного уровня фонового минерального питания с заданным водным режимом почвы.

В опытах с репчатым луком рассматриваемыми факторами были способы полива, глубина увлажняемого слоя, дозы вносимых удобрений под планируемый урожай и разные по срокам созревания гибриды лука-репки.

Для проведения научных исследований при капельном поливе лука-репки высевали районированные в Волгоградской области следующие гибриды репчатого лука: раннеспелый – Кенди, среднеспелый – Лоредо, позднеспелый – Дирижер.

Изучаемыми факторами были различная глубина увлажнения почвы и три гибрида растений репчатого лука на фоне рассчитанных по выносу элементов питания доз удобрений.

Поддержание наименьшей влагоемкости предусматривалось для всех вариантов не ниже 75 % НВ.

При физической спелости почвы проводилось ранневесеннее боронование.

Подготовка семян к посеву не проводилась, мы использовали готовый семенной материал.

Посев проводили весной во II декаде мая на глубину 3 см при достижении температуры почвы 10-15 °С, согласно физической спелости почвы [3]. Норма высева семян от 900 000 до 1 150 000 шт./га.

Кроме того, в ходе работ особое внимание было уделено подбору методов борьбы с вредителями.

Результаты и обсуждение. В проводимых исследованиях в период с 2017 по 2020 гг. мы сосредоточили внимание на отработке параметров технологии возделывания разновидностей луковичных и капустных растений в наблюдаемых почвенно-климатических условиях.

В связи с этим нами была выработана определённая последовательность технологических приёмов возделывания капустных культур как на капельном орошении, так и на внутрипочвенном орошении, в которую включены операции по подготовке поля, с предпосевной обработкой и агрохимическим анализом почвы, внесением минеральных удобрений, действия по формированию рассадного материала с подготовкой семян и высевом их в теплицу, с последующей высадкой рассады на участке. Затем идут операции по монтажным и пусконаладочным работам при закладке элементов полива (последовательность действий на внутрипочвенном и капельном орошении отличается),

высадке рассады с проведением первых послепосадочных поливов для лучшей приживаемости рассады, созданию условий водного питания растений капусты путём проведения поливов. Обязательной операцией является обработка посевов от болезней и вредителей. В фазе нарастания розетки листьев и в фазе формирования продуктивного органа капусты предусматриваются операции по подкормке растений комплексным минеральным удобрением. Операция по уборке урожая разных по видовому составу капустных растений реализуется по мере созревания их продуктивных органов. Операции по демонтажу элементов системы капельного орошения, подготовке системы внутрипочвенного орошения к зимнему периоду и операции по проведению осенней обработки почвы являются завершающими в последовательности технологических приёмов возделывания капустных культур [4].

Поддержание предполивной влажности почвы 70-80-70 % НВ обеспечивается проведением 35 поливов нормой 80-110 м³/га, 75-85-75 % НВ – 46 поливами нормой 70-90 м³/га, режим орошения 80-90-80 % НВ влажности почвы обеспечивается 58 поливами нормой 60...80 м³/га.

Внесение минеральных удобрений производится с учетом обеспеченности почвы элементами минерального питания с поливной водой в фазу развития растения – 7-10 листьев и нарастания розетки. Для формирования урожайности капусты на уровне 30-50 т/га следует вносить N₁₂₀P₄₅ K₁₄₅.

Исследования доказывают, что водный режим почвы стал основным влияющим фактором на поливной режим капусты при ВПО. Режим орошения с дифференцированной влажностью активного слоя почвы 70-80-70 % НВ с учётом одного послепосадочного полива нормой 250 м³/га достигался в среднем 4 вегетационными поливами в период «фаза вегетативного роста», 14 поливами в период «фаза продуктивного роста», а также 4 поливами нормой 120-170 м³/га в фазу созревания продуктивного органа. Оросительная норма при этом режиме составила 3290 м³/га.

Вариант при дифференцировании влажности активного слоя почвы по фазам развития капусты 75-85-75 % НВ за вегетацию было выполнено соответственно 7...6 поливов нормой 140 м³/га, а в период формирования продуктивного органа – 17 поливов нормой 100 м³/га. В целом было проведено 30 поливов оросительной нормой 3630 м³/га.

Для варианта предполивной влажности 80-90-80 % НВ потребовалось сделать 9, 25 и 8 поливов нормой 70...120 м³/га, соответственно периодам развития капусты при ВПО. В сезон было проведено 42 полива общим расходом 3920 м³/га.

Полученные результаты позволяют сделать заключение, что увеличение нижнего порога влажности на вариантах при внутрипочвенном орошении капусты разного видового состава 70-80-70, 75-85-75 и далее до 80-90-80 % НВ приводило к уменьшению расхода воды за один полив от 120...170 до 70...120 м³/га, притом что количество поливов возрастало от 23 до 42, и, как следствие, повысилось количество оросительной воды за вегетацию от 3290 до 3920 м³/га.

Таблица 3 – Поливной режим капустных растений на капельном орошении

Table 3 – Irrigation regime of cabbage plants on drip irrigation

Период развития растений / Period of plant development	Назна- чено поли- вов, шт. / Assigned watering, PCs.	Поливная норма, м³/га / Irrigation rate, m³ / ha	Оросительная норма по фазам, м³/га / Irrigation rate by phase, m³ / ha	Общее количество по- ливов за вегетацию, шт./ общая ороситель- ная норма, м³/га / Total amount of irrigation during the growing season, PCs. / total irrigation rate, m³ / ha
Вариант с предполивным порогом влажности 70-80-70%НВ / Option with a pre-watering humidity threshold of 70-80-70% HB				
фаза вегетативного роста / vegetative growth phase	9	110	990 м³/га	35 поливов оросительной нормой 3370 м³/га / 35 irrigations with an irrigation rate of 3370 m³ / ha.
фаза продуктового роста / phase of the product growth	16	80	1280 м³/га	
фаза созревания / maturation phase	10	110	1100 м³/га	
Вариант с предполивным порогом влажности 75-85-75%НВ / Option with a pre-watering humidity threshold of 75-85-75%HB				
фаза вегетативного роста / vegetative growth phase	12	90	1080 м³/га	46 поливов оросительной нормой 3720 м³/га / 46 waterings irrigation rate of 3720 m³ / ha
фаза продуктового роста / phase of the product growth	21	70	1470 м³/га	
фаза созревания / maturation phase	13	90	1170 м³/га	
Вариант с предполивным порогом влажности 80-90-80%НВ / Option with a pre-watering humidity threshold of 80-90-80%HB				
фаза вегетативного роста / vegetative growth phase	14	80	1120 м³/га	58 поливов оросительной нормой 4060 м³/га / 58 water- ings irrigation rate of 4060 m³ / ha
фаза продуктового роста / phase of the product growth	29	60	1740 м³/га	
фаза созревания / maturation phase	15	80	1200 м³/га	

Технология возделывания репчатого лука в наших исследованиях предусматривает проведение ранневесенней подготовки участка путём проведения боронования, исследование почвы на агрохимические показатели, сборку капельного оборудования с проведением пусконаладочных работ, с последующим посевом семян в грунт, с регулярным требуемым проведением поливов, обработкой гербицидами, внесением минеральных удобрений, борьбой с вредителями, борьбой с болезнями, скашиванием ботвы, выкапыванием лука, сбором урожая. Завершающей операцией вегетационного периода назначается осенняя вспашка почвогрунта [1, 10].

Согласно рекомендациям известных в нашем регионе учёных-исследователей, применение капельного орошения даёт возможность учитывать биологические особенности и потребности лука, ориентироваться на них, а также даёт возможность соблюдения принципа ресурсосбережения и принципа экологической безопасности всего производства [2].

Таблица 4 – Поливной режим капустных растений при внутрпочвенном орошении

Table 4 – Irrigation regime of cabbage plants under intra-soil irrigation

Период развития растений / Period of plant development	Назначено поливов, шт. / Assigned watering, PCs.	Поливная норма, м³/га / Irrigation rate, m³ / ha	Общее количество поливов по фазам, шт./ оросительная норма, м³/га / Total number of irrigation phases, units/ irrigation rate, m³ / ha	Общее количество поливов за вегетацию, шт./ Оросительная норма, м³/га / Total amount of irrigation during the growing season, PCs. / irrigation rate, m³ / ha
Вариант с предполивным порогом влажности 70-80-70 % НВ / Option with a pre-watering humidity threshold of 70-80-70 % HB				
фаза вегетативного роста / vegetative growth phase	1+4	250 +170	5 (930 м³/га)	23 (3290)
фаза продуктового роста / phase of the product growth	14	120	14 (1680 м³/га)	
фаза созревания / maturation phase	4	170	4 (680 м³/га)	
Вариант с предполивным порогом влажности 75-85-75 % НВ / Option with a pre-watering humidity threshold of 75-85-75 % HB				
фаза вегетативного роста / vegetative growth phase	1+6	250 +140	7 (1090 м³/га)	30 (3630)
фаза продуктового роста / phase of the product growth	17	100	17 (1700 м³/га)	
фаза созревания / maturation phase	6	140	6 (840 м³/га)	
Вариант с предполивным порогом влажности 80-90-80 % НВ / Option with a pre-watering humidity threshold of 80-90-80% HB				
фаза вегетативного роста / vegetative growth phase	1+8	250 +120	9 (1210 м³/га)	42 (3920)
фаза продуктового роста / phase of the product growth	25	70	25 (1750 м³/га)	
фаза созревания / maturation phase	8	120	8 (960 м³/га)	

Производилось регулярное орошение, т.е. осуществлялась подача воды на орошаемое поле в течение всего вегетационного периода [11].

Подготовка семян к посеву не производилась. Использовался готовый обработанный семенной материал гибридов репчатого лука разных по скороспелости.

Семена гибридов обработаны фунгицидами от почвенных вредителей и подготовлены непосредственно сразу к посеву.

Наилучший результат достигается при раннем посеве культуры.

В наших исследованиях посев проводили весной в апреле, по мере готовности почвы при температуре почвы +10...+15 °С. Глубина посева – 3,0 см. Норма высева семян у лука 7 кг/га (900 000 – 1 150 000 шт.). Лук высевали по следующей схеме: 6*0,2 + 0,6, а в рядке – через 0,04-0,07 м. Увлажнители укладывали равноудалённо между вторым и третьим, а также между четвёртым и пятым рядом лука. Таким образом, они укладывались по схеме 0,4 + 1,2 м. Посев проводили с помощью

ЮМЗ 6 – КЛ Матермак - 1,5.

Уход за посевами лука, кроме своевременных поливов и внесения минеральных удобрений вместе с поливной водой, включал междурядные обработки от сорняков, борьбу с вредителями и болезнями [7].

Таблица 5 – Поливной режим репчатого лука разного срока созревания на капельном способе полива

Table 5 – Irrigation regime of onions of different maturation periods on the drip irrigation method

Глубина увлажнения почвы, м / Depth of soil mois- ture, m	Период роста лука / Period of growth onion				Общее число поливов / Total number of waterings	Ороси- тельная норма, м³/га / Irrigation rate, m³ / ha
	2-3 листа –образование луковицы / 2-3 of the sheet –education bulbs		формирование луковицы – достижение технической спелости / the formation of bulbs – the achievement of technical maturity			
	количество поливов / the number of irrigation	норма, м³/га / norm, m³ / ha	количество поливов / the number of irri- gation	норма, м³/га / norm, m³ / ha		
Раннеспелый гибрид Кенди / Early-maturing candy hybrid						
0,3	7	150	5	150	12	1800
0,5	6	240	4	240	10	2400
0,3-0,5	6	150	5	240	11	2100
Среднеспелый гибрид Лоредо / Medium-ripened Loreda hybrid						
0,3	8	150	6	150	14	2100
0,5	7	240	5	240	12	2880
0,3-0,5	7	150	6	240	13	2490
Позднеспелый гибрид Дирижёр / Late-maturing hybrid Conductor						
0,3	9	150	7	150	16	2400
0,5	8	240	6	240	14	3360
0,3-0,5	8	150	7	240	15	2880

Наши исследования показали, что водный режим почвы является основным фактором, влияющим на поливной режим лука.

Вариант с глубиной увлажнения почвы 0,3 м показал, что количество поливов в период «фаза 2-3-х листьев – начало образования луковицы» в среднем составило 8 поливов нормой 150 м³/га, а в период «фаза формирования луковицы – достижение технической спелости» – 7 поливов нормой 150 м³/га.

Вариант с глубиной увлажнения почвы 0,5 м показал, что количество поливов в период «фаза 2-3-х листьев – начало образования луковицы» в среднем составило 7 поливов 240 м³/га, а в период «фаза формирования луковицы – достижение технической спелости» – 5 поливов 240 м³/га.

Вариант с дифференцированной глубиной увлажнения почвы 0,3-0,5 м в период «фаза 2-3-х листьев – начало образования луковицы» показал в среднем 6 вегетационных поливов нормой 150 м³/га, а в период «фаза формирования луковицы – достижение технической спелости» также нормой 240 м³/га, выданной в среднем за шесть поливов.

Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась методами дисперсионного и регрессионного анализа с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office Excel.

Наши исследования показали, что для всех гибридов лука (ранне-, средне- и

позднеспелого вегетационного периода) наиболее оптимальным оказался вариант с дифференцированной глубиной увлажнения почвы 0,3-0,5 м.

Капельное орошение позволило нам обрабатывать, опрыскивать и собирать урожай лука в любое время, не зависящее от орошения культуры, поскольку почва между рядами оставалась сухой в течение всего сезона, корка не образовывалась, а структура почвы сохраняется во время полива [6].

Более значимыми для репчатого лука достоинствами капельного орошения считаются специальные требования аэрации грунта, которые никак не ухудшаются даже в период проведения поливов. В процессе формирования контура увлажнения совершается дифференциация увлажняемого объёма по уровню насыщения влагой. При этом значительная доля увлажняемого объёма грунта различается подходящим соответствием нахождения влажности и атмосферы. В итоге формируются подходящие требования, которые способствуют увеличению и функционированию корневой системы в период всего вегетационного времени [12]. Кроме этого, наблюдается интенсивное формирование и разделение корней в грунте наилучшим образом. В основном корни репчатого лука располагаются в области водоподачи капельниц. Корневая система характеризуется выраженной мочковатостью с множеством действующих корневых волосков, за счёт способности внесения питательных компонентов с поливами увеличивается продукционная динамичность корневой системы, увеличивается водообмен, динамика поглощения питательных элементов, развитие особого микроклимата посева. Данное условие считается и плюсом, и минусом капельного орошения и рассматривается с различных позиций в связи с возделываемой культурой. При данном отсутствии прямого смачивания вегетационной доли растений в отношении репчатого лука возможно рассматривать как превосходство капельного орошения [7].

Использование капельного орошения дает возможность воздержаться от применения контактных ядохимикатов, сменив их пестицидами целого воздействия. Целые пестициды функционируют «изнутри», не смываются атмосферными осадками, что дает возможность уменьшить размеры их использования и увеличить экологическую безопасность готовой продукции.

Использование капельного орошения позволяет подавать оросительную влагу напрямую в места размещения корневой системы растений, оставляя незадействованными в поливе междурядья, что даёт возможность проводить прополку, опрыскивания и необходимые наблюдения даже в период выполнения поливов. Преимущество этого способа полива также состоит в том, что снижается формирование сорной растительности в междурядьях, грунт длительное время остается рыхлым и аэрируемым, что делает возможным уменьшить количество обработок лука. В этом и состоит поддержка мелиорационного состояния почв. Невысокая водоподача при орошении предотвращает формирование эрозионных действий. При капельном орошении значительно уменьшается испарение влажности, происходит устранение издержек оросительной воды в инфильтрационный сброс и поверхностный слив, что дает возможность соблюдать экономии водных ресурсов до 25-50 % [7].

Использование фертигации в сопоставлении с иными методами внесения удобрений при капельном орошении гарантирует вероятность постоянного поддержания требуемой концентрации питательного раствора в грунте в почвах с невысоким содержанием питательных компонентов и с невысокой поглотительной возможностью [9]. Элементы агротехнологий оказывают существенное влияние на формирование агроценоза растений, в том числе и на фитосанитарное состояние растений лука.

Выводы. Внутрипочвенное орошение дает возможность получения стабильных

урожаев хорошего качества, при этом сохраняется структура и исключаются условия образования корки верхнего слоя почвы, кроме того, исключается прорастание сорняков, развитие грибных болезней на капустных растениях, экономится оросительная вода. Недостатком этого способа полива является то, что он дорогостоящий и не везде применимый.

В отличие от внутрипочвенного орошения преимуществом капельного орошения можно считать, во-первых, экономию воды для получения единицы продукции, во-вторых, уменьшение площади увлажняемой зоны, что позволяет сократить потери влаги за счёт испарения, и, как следствие, сокращаются оросительные нормы поливов, в-третьих, позволяет осуществлять подачу удобрений путём фертигации непосредственно в корнеобитаемый слой, и, в-четвёртых, поливы возможно производить малыми поливными нормами и с короткими межполивными интервалами [6].

Наши исследования показали, что применение дифференцированного режима орошения при возделывании капусты разного видового состава с использованием капельного орошения в сочетании с рядом рассматриваемых в опытах факторов позволяет экономно расходовать поливную воду и при этом получать качественную продукцию на уровне не ниже 35 т/га.

Проведённый анализ полученных результатов исследований позволяет резюмировать, что способы внутрипочвенного и капельного орошения в сравнении с дождеванием позволяют существенно экономить энергетические, материальные и природные ресурсы при возделывании капусты.

Выращивание гибридов репчатого лука с применяемыми технологиями в наших исследованиях показало, что сочетание исследуемых нами факторов является с экономической точки зрения выгодным, с экологической стороны – безопасным. Исследованиями определено, что поддержание предполивного порога влажности почвы не менее 75 % НВ сопровождается проведением в период 1-й половины вегетации репчатого лука 6-8 поливов нормой 150 м³/га, во 2-й половине вегетации по 240 м³/га за 5-7 поливов на варианте с дифференцированной глубиной увлажнения почвы в сочетании с внесением удобрений позволяет получать запланированную урожайность не ниже 90 т/га и экономию воды. Капельное орошение в максимальной степени отвечает биологии корневой системы лука, гарантирует возможность применения энергоэкономичных технологий с возможностью получения запланированных урожаев репчатого лука ранне-, средне- и позднеспелого вегетационного периода в условиях Нижнего Поволжья.

Библиографический список

1. Агротехника возделывания сортов и гибридов лука репчатого на каштановых почвах Нижнего Поволжья / Н. И. Матвеева, В. А. Петров, В. П. Зволинский, В. В. Зволинский. 2019. С. 136-145.
2. Бородычев В. В., Лытов М. Н. Техничко-технологические основы регулирования гидротермического режима агрофитоценоза в условиях орошения // Научная жизнь. 2019. Т. 14. № 10 (98). С. 1484-1495.
3. Бородычев В. В., Лытов М. Н. Модель теплообмена в системе «агрофитоценоз – окружающая среда» с регуляторами // Известия Нижневолжского Агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 4 (56). С. 192 - 204.
4. Бородычев В. В., Щепотько Н. А. Вопросы капельного орошения и фертигации белокочанной капусты в Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 167-175.
5. Комбинированное орошение сельскохозяйственных культур / А. С. Овчинников [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 2(38). С. 6-13.
6. Концептуальные подходы к созданию систем мониторинга и управления орошением /

А.С. Овчинников [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 2 (54). С. 26-39.

7. Повышение эффективности комбинированных способов орошения / А. С. Овчинников [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1(53). С. 231-241.

8. Соловьева О. А., Лихоманова М. А. Энергетическая оценка режимов орошения при возделывании овощных культур в условиях Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 3(51). С. 172-177.

9. Ходяков Е. А. Особенности режима капельного орошения и водопотребления кабачков, выращиваемых в Нижнем Поволжье // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 3(47). С. 90-97.

10. Эффективные элементы возделывания репчатого лука при капельном орошении / Е. В. Калмыкова, Н. Ю. Петров, О. В. Калмыкова, В. В. Зволинский // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1. С. 51-58.

11. Abdelkhalik Ab., Pascual-Seva N., Najera In. Effect of Deficit Irrigation on the Productive Response of Drip-irrigated Onion (*Allium cepa* L.) in Mediterranean Conditions // Horticulture journal. 2019. V. 88. I. 4. P. 488-498.

12. Erdem T., Kayhan A. Onion growth, yield and quality as influenced by different drip lateral depths and irrigation levels // Ndian journal of horticulture. 2019. V. 76. I. 3. P. 457-465.

Conclusion. Intra-soil irrigation makes it possible to obtain stable yields of good quality, while maintaining the structure and eliminating the conditions for the formation of a crust of the upper soil layer, in addition, weed germination is excluded, the development of fungal diseases on cabbage plants saves irrigation water. The disadvantage of this method of irrigation is that it is expensive and not applicable everywhere.

In contrast to intra-soil irrigation, the advantage of drip irrigation can be considered, firstly, saving water to produce a unit of production, secondly, reducing the area of the wetted zone, which reduces moisture loss due to evaporation, and, as a result, irrigation norms of irrigation are reduced, thirdly, it allows the supply of fertilizers by fertigation directly into the root layer, and fourth, irrigation can be performed with small irrigation norms and with short irrigation intervals [6].

Our research has shown that the use of a differentiated irrigation regime for the cultivation of cabbage of different species using drip irrigation, in combination with a number of factors considered in the experiments, allows you to economically spend irrigation water, while obtaining high-quality products at a level not lower than 35 t/ha.

The analysis of the obtained research results allows us to summarize that the methods of intra-soil and drip irrigation in comparison with sprinkling can significantly save energy, material and natural resources in the cultivation of cabbage.

Growing onion hybrids with the technologies used in our research has shown that the combination of the factors we study is economically advantageous and environmentally safe. Studies have determined that maintaining the pre-irrigation threshold of soil moisture is not less than 75 % HB is accompanied by the holding period of the 1st half the growing season of onions 6-8 irrigations the rate of 150 m³/ha, in the 2nd half of vegetation for 240 m³/ha 5-7 waterings in the variant with differentiated depth of soil moisture in combination with fertilizers allow to obtain the planned yields of 90 t/ha and water savings. Drip irrigation meets the biology of the onion root system to the maximum extent, guarantees the possibility of using energy-efficient technologies with the possibility of obtaining planned yields of onions in the early, medium and late-maturing growing season in the Lower Volga region.

1. In Agrotechnics of cultivation of onion varieties and hybrids on chestnut soils of the Lower Volga region / N. I. Matveeva, V. A. Petrov, V. P. Zvolinsky, V. V. Zvolinsky. 2019. P. 136-145.
2. Borodychev V. V., Lytov M. N. Technical and technological bases for regulating the hydro-thermal regime of agrophytocenosis in irrigation conditions // Scientific life. 2019. Vol. 14. No. 10 (98). Pp. 1484-1495.
3. Borodychev V. V., Lytov M. N. Heart transfer model in the system « agrophytocenosis-environment» // Proceedings of the nizhnevolzhsky agro-University complex: Science and higher professional education. 2019. No. 4 (56). Pp. 192-204.
4. Borodychev V. V., Shchepotko N. A. issues of drip irrigation and fertigation of white cabbage in the Volgograd region // Proceedings of the nizhnevolzhsky agro-University complex: Science and higher professional education. 2018. No. 1 (49). Pp. 167-175.
5. Combined irrigation of agricultural crops / A. S. Ovchinnikov [et al.] // Proceedings of the nizhnevolzhsky agro-University complex: Science and higher professional education. 2015. No. 2(38). Pp. 6-13.
6. Conceptual approaches to the creation of monitoring systems and irrigation management / A. S. Ovchinnikov [et al.] // Proceedings of the nizhnevolzhsky agro-University complex: Science and higher professional education. 2019. No. 2 (54). Pp. 26-39.
7. Improving the efficiency of combined irrigation methods / A. S. Ovchinnikov [et al.] // Proceedings of the nizhnevolzhsky agro-University complex: Science and higher professional education. 2019. N 1 (53). Pp. 231-241.
8. Solovyova O. A., Likhomanova M. A. Energy assessment of irrigation regimes in the cultivation of vegetable crops in the Volgograd region // Proceedings of the nizhnevolzhsky agro-University complex: science and higher professional education. 2018 No. 3 (51). Pp. 172-177.
9. Khodyakov E. A. Features of the regime of drip irrigation and water consumption of zucchini grown in the Lower Volga region // Proceedings of the nizhnevolzhsky agro-University complex: science and higher professional education. 2017. No. 3 (47). Pp. 90-97.
10. Effective elements of onion cultivation under drip irrigation / E. V. Kalmykova, N. Yu. Petrov, O. V. Kalmykova, V. V. Zvolinsky // Proceedings of the lower Volga agricultural University complex: science and higher professional education. 2018. No. I. P. 51-58.
11. Abdelkhalik Ab., Pascual-Seva N., Najera In. Effect of Deficit Irrigation on the Productive Response of Drip-irrigated Onion (*Allium cepa* L.) in Mediterranean Conditions // Horticulture journal. 2019. V. 88. I. 4. P. 488-498.
12. Erdem T., Kayhan A. Onion growth, yield and quality as influenced by different drip lateral depths and irrigation levels // Ndian journal of horticulture. 2019. V. 76. I. 3. P. 457-465.

Author's Information

Likhomanova Marina Anatolyevna, associate Professor of the Department of land Reclamation and agricultural development of the Federal state budgetary educational institution of higher education " Volgograd state agrarian University "(400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26), candidate of agricultural Sciences. E-mail: luxmarina@mail.ru

Solovyova Olga Aleksandrovna, associate Professor of the Department of land Reclamation and land development of the Federal state budgetary educational institution of higher education " Volgograd state agrarian University "(400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26), candidate of agricultural Sciences. E-mail: olqamatveeva@inbox.ru

Информация об авторах:

Лихоманова Марина Анатольевна, доцент кафедры «Мелиорация земель и КИВР» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, 26), кандидат сельскохозяйственных наук. E-mail: luxmarina@mail.ru

Соловьева Ольга Александровна, доцент кафедры «Мелиорация земель и КИВР» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский

******* ИЗВЕСТИЯ *******

**НИЖНЕВОЛЖСКОГО АГРОУНИВЕРСИТЕТСКОГО КОМПЛЕКСА:
НАУКА И ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

№ 1 (61), 2021

государственный аграрный университет» (400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, 26), кандидат сельскохозяйственных наук. E-mail: olqamatveeva@inbox.ru