6. Kulik K. N., Barabanov A. T., Manaenkov A. S. Forecasting the Development of protective afforestation in Russia until 2020 // Studies on Russian Economic Development. 2015. V. 26. № 4. P. 351-358.

7. Nkonya E., Mirzabaev A., Von Braun J. Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development // Springer International Publishing AG Switzerland. 2016. 686 p.

8. Radochinskaya L. P., Kladiev A. K., Rybashlykova L. P. Production Potential of Restored Pastures of the Northwestern Caspian // Arid Ecosystems. 2019. № 9 (1). P. 51-58.

Author's Information

Kulik Konstantin N., Dr. of agricultural Sciences, Professor, academician of RAS, chief researcher of Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences", Russia, 400062, Volgograd city, Universitetskij pr-t 97., E-mail: kulikkn@yandex.ru, ResearcherID: SPIN-код: 3494-3540, Author ID: 105947. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7124-8116>

Manayenkov Alexander S., Dr. of agricultural Sciences, chief researcher, head of laboratory of protective afforestation and phytomelioration of low-productive lands of Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences", Russia, 400062, Volgograd city, Universitetskij pr-t 97., E-mail: manaenkov1@yandex.ru, ResearcherID: Y-8283-2018, SPIN-код: 6216-5511, Author ID: 81378. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2084-2147>

Esmagulova Bayan Zhumabayevna, Head of the Higher School "Management of Forest, Land and Water resources" of the West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhanger Khan, WKO (RK, 090000, Uralsk, Zhanger Khan str., 51), PhD doctor. Tel. 8 775 219 00 80, E-mail: bayana_021284@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3493-216X>

Информация об авторах

Кулик Константин Николаевич, главный научный сотрудник ФНЦ агроэкологии РАН (РФ, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97), академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Тел. 8 (8442) 46-25-67, e-mail: kulikn@yandex.ru ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7124-8116>.

Манаенков Александр Сергеевич, главный научный сотрудник-заведующий лабораторией ФНЦ агроэкологии РАН (РФ, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97), доктор сельскохозяйственных наук, доцент. Тел. 8 (8442) 46-32-97, e-mail: manaenkov1@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2084-2147>

Есмагулова Баян Жумабаевна, руководитель высшей школы "Управление лесными, земельными и водными ресурсами" Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана, ЗКО (РК, 090000, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51), PhD доктор. Тел. 8 775 219 00 80, e-mail: bayana_021284@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3493-216X>.

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-03

INFLUENCE OF IRRIGATION AND FERTILIZERS ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF WHITE CABBAGE

A. D. Akhmedov, R. Yu. Abduova

Volgograd State Agrarian University, Volgograd

Received 08.07.2021

Submitted 29.08.2021

Summary

The article presents the processes of studying the growth and development of cabbage plants on light chestnut soils of the Volga-Don interfluvium. Based on the data obtained, it was found that irrigation and fertilization have a positive effect on the productivity indicators of white cabbage with drip irrigation. As a starting material, the obtained data can be recommended for use for growing cabbage on light chestnut soils of the Volga-Don interfluvium.

Abstract

Introduction. At present, under the conditions of light chestnut soils of the Volgograd region, with a certain combination of water and nutritional regimes of soils, drip irrigation has a positive effect on the growth and development of white cabbage, allows you to get the planned yield in the range of 60-80 t/ha. **Object.** The object of research is the main indicators of cabbage productivity in the conditions of the Volga-Don interfluvium with drip irrigation. **Materials and methods.** The research was carried out in the farm «Individual entrepreneur «Kireev» on the light chestnut soils of the Volga-Don interfluvium during 2017-2019. White cabbage «Aggressor F1» was grown on this plot. When growing cabbage, the planting density on average fluctuates around 30-40 thousand plants per 1 hectare. The experimental experience was based on 12 variants with three replications. The area of the experimental plot was 3.0 hectares, and the area of the registration plots was 60 m². The location of the plots is systematic. The width of the protective strips between the variants of the nutritional regime of the soil with one irrigation regime was 3 m. **Results and conclusions.** It was found that the value of the leaf surface area, depending on the irrigation regime and the dose of fertilization, on average varies from 42.59 thousand m² to 58.95 thousand m² per hectare. In this case, the maximum value is obtained in the variant with soil moisture content of 80-90-80 % of the lowest moisture capacity and is at the level of 56000-58950 m²/ha. During the growing season, in combination with irrigation, the conditions of mineral nutrition significantly activate the work of the leaves; the photosynthetic potential in the variants with fertilization (N₇₀P₃₀K₁₀₀) averaged 2.03-2.76 million m² days per hectare over 3 years. Further increase in the dose of mineral nutrition at the level from N₉₀P₄₀K₁₂₀ to N₁₁₀P₅₀K₁₄₀, the photosynthetic potential increases from 2.34-2.87 million to 2.92-3.23 million m² days per 1 ha, respectively. When studying the cabbage root system in our experiments, the best dynamics of the development of the underground part of white cabbage was formed on the variant with soil moisture content of 80-90-80 % of the lowest moisture capacity against the background of application of fertilizers with a dose of N₁₁₀P₅₀K₁₄₀ and during the growing season weight changes 20.7-49.9 cm.

Key words: drip irrigation regime, dry biomass, soil moisture, fertilization, growth and development of white cabbage, net productivity of photosynthesis, leaf surface area, photosynthetic potential.

Citation. Akhmedov A.D., Abduova R.Yu. Influence of irrigation and fertilizers on growth and development of white cabbage. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 3(63). 40-51 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-03.

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 635.34:631.67:631.8

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ И УДОБРЕНИЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ БЕЛОКОЧАННОЙ КАПУСТЫ

А. Д. Ахмедов, доктор технических наук, профессор
Р. Ю. Абдуова, соискатель

ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет,
г. Волгоград, Россия

Received 08.07.2021

Submitted 29.08.2021

Актуальность. В настоящее время в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области определённое сочетание водного и пищевого режимов почв капельного орошения положительно влияет на рост и развитие белокочанной капусты, позволяет получать планируемый урожайности в пределах 60-80 т/га. **Объект.** Объектом исследований являются основные показатели продуктивности капусты в условиях Волго-Донского междуречья при капельном поливе. **Материалы и методы.** Исследования проводились в фермерском хозяйстве ИП «Киреев» на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья в течение 2017-2019 гг. На данном участке выращивали белокочанную капусту «Агрессор F1». При выращивании капусты густота посадки в среднем колеблется в районе 30-40 тыс. растений на 1 га. Экспериментальный опыт был заложен на 12

вариантах с трехкратной повторностью. Площадь опытного участка составила 3,0 га, а учетная площадь делянок – 60 м². Расположение делянок систематическое. Ширина защитных полос между вариантами пищевого режима почвы при одном поливном режиме составляла 3 м. **Результаты и выводы.** Установлено, что величина площади листовой поверхности в зависимости от режима орошения и дозы внесения удобрений в среднем изменяется от 42,59 тыс. м² до 58,95 тыс. м² на 1 га. При этом максимальная величина получается на варианте при влажности почвы 80-90-80 % НВ и составляет на уровне 56 000-58 950 м²/га. В течение вегетационного периода в сочетании с орошением условия минерального питания значительно активизируют работу листьев, фотосинтетический потенциал на вариантах при внесении удобрений (N₇₀P₃₀K₁₀₀) в среднем за 3 года составил 2,03-2,76 млн м² дней на 1 га. Дальнейшее повышение дозы минерального питания на уровне от N₉₀P₄₀K₁₂₀ до N₁₁₀P₅₀K₁₄₀ фотосинтетический потенциал увеличивается от 2,34-2,87 млн до 2,92-3,23 млн м² дней на 1 га соответственно. При изучении корневой системы капусты на наших опытах наилучшая динамика развития подземной части белокочанной капусты формировалась на варианте с влажностью почвы 80-90-80 % НВ на фоне применения удобрений дозой N₁₁₀P₅₀K₁₄₀ и за весь вегетационный период изменялась от 20,7 до 49,9 см.

Ключевые слова: режимы капельного орошения, орошение белокочанной капусты, влажность почвы, дозы удобрения, рост белокочанной капусты.

Цитирование. Ахмедов А.Д., Абдуова Р.Ю. Влияние орошения и удобрений на рост и развитие белокочанной капусты. *Известия НВ АУК*. 2021. 3(63). 40-51. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-03.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали 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. В настоящее время основной задачей развития мелиорации в условиях пандемии является обеспечение населения витаминами. В связи с этим необходимо развивать и внедрять научно обоснованные, ресурсосберегающие технологии в орошаемом земледелии для получения стабильных урожаев овощных культур. С точки зрения науки и практики, в условиях засушливого климата Волгоградской области этого можно достичь при значительной экономии воды на возделывании 1 т продукции. Поэтому для снижения расхода воды необходимо выбрать правильный вид орошения. Одним из наиболее водосберегающих и технологически совершенных способов полива и внесения удобрений с поливной водой является капельное орошение, которое позволяет проводить полив в любое время суток, не мешая при этом проведению агротехнических работ [1-4, 6-8, 10-14].

Учитывая вышеизложенное, цель исследований сводилась к обоснованию режима капельного орошения в сочетании с дозами внесения удобрений на закономерности роста и развития белокочанной капусты.

Материалы и методики. Полевой опыт проводился с применением капельного полива, была использована агротехника, общепризнанная для данной зоны. При выращивании капусты густота посадки в среднем колеблется в районе 30-40 тыс. растений на 1 га. Оптимальное время посадки рассадой – середина мая, а семенами – конец апреля. Схема посадки рассады: 0,4х0,6 м, т.е. 0,4 м – между растениями и 0,6 м – между рядами (рисунок 1).

При проведении полевых исследований с трехкратной повторностью были заложены 12 вариантов. Площадь экспериментального участка составила 3,0 га. Учетные делянки площадью 60 м² расположены систематически.

С целью изучения водного и пищевого режимов на рост и развитие белокочанной капусты ежегодно в течение 2017-2019 гг. проводился двухфакторный полевой опыт (фактор А и В) по общепринятым рекомендациям Б. А. Доспехова, В. Н. Плешакова и других [5]. Дозы удобрений на получение планируемой урожайности рассчиты-

вали по методу В. И. Филина [9]. В качестве исследований были выбраны три варианта водного режима почвы и различных доз удобрений на планируемую урожайность капусты на уровне 60, 70 и 80 т/га (таблица 1).

Рисунок 1 – Схема посадки белокочанной капусты

Figure 1 – Scheme of planting white cabbage

Таблица 1 – Варианты полевого опыта /

Table 1 – Field experiment options

№ п/п	Фактор А / Factor A	Обозначение / Designation	Фактор В / Factor B	Обозначение / Designation	Полное обозначение вариантов / Full designation of variants
	Предполивная влажность почвы, % НВ / Pre-irrigation soil moisture, of FMC		Доза минерального удобрения, кг д. в./га / Dose of mineral fertilizer, kg of active ingredient per 1 ha		
1	60-70-60	A ₁	Без удобрения (контроль) / No fertilization (control)	B ₀	A ₁ B ₀
2		A ₁	N ₇₀ P ₃₀ K ₁₀₀	B ₁	A ₁ B ₁
3		A ₁	N ₉₀ P ₄₀ K ₁₂₀	B ₂	A ₁ B ₂
4		A ₁	N ₁₁₀ P ₅₀ K ₁₄₀	B ₃	A ₁ B ₃
1	70-80-70	A ₂	Без удобрения (контроль) / No fertilization (control)	B ₀	A ₂ B ₀
2		A ₂	N ₇₀ P ₃₀ K ₁₀₀	B ₁	A ₂ B ₁
3		A ₂	N ₉₀ P ₄₀ K ₁₂₀	B ₂	A ₂ B ₂
4		A ₂	N ₁₁₀ P ₅₀ K ₁₄₀	B ₃	A ₂ B ₃
1	80-90-80	A ₃	Без удобрения (контроль) / No fertilization (control)	B ₀	A ₃ B ₀
2		A ₃	N ₇₀ P ₃₀ K ₁₀₀	B ₁	A ₃ B ₁
3		A ₃	N ₉₀ P ₄₀ K ₁₂₀	B ₂	A ₃ B ₂
4		A ₃	N ₁₁₀ P ₅₀ K ₁₄₀	B ₃	A ₃ B ₃

По фазам развития капусты предполивную влажность почвы принимали дифференцированной: так, например, при варианте 60-70-60 % НВ предполивную влажность почвы от высадки рассады до начала образования кочана и от начала технической спелости до уборки урожая поддерживали на уровне 60 % НВ. В период образования и роста кочана до начала технической спелости влажность почвы поддерживали на уровне

70 % НВ. Учитывая характер распределения влаги при капельном поливе, для поддержания влажности почвы в зависимости от вариантов опыта глубину активного слоя почвы мы установили в пределах 0,4 м.

Схема размещения белокачанной капусты относительно к капельной линии и вариантов опыта при капельном орошении показана на рисунках 2-3.

Рисунок 2 – Схема размещения белокачанной капусты относительно к капельной линии

Figure 2 – Layout of white cabbage relative to the drip line

Рисунок 3 – Схема размещения вариантов полевого опыта

Figure 3 – Layout of field experiment options

Результаты и обсуждение. В процессе проведения опыта изучались рост и развитие растений капусты в зависимости от продолжительности межфазного периода. На основании полученных данных и определяется тот межфазный период, когда происходит наиболее интенсивный рост капусты и накопление сухой биомассы. Следовательно, при поливах завязывание кочанов происходит на 2-6 дней раньше, и техническая спелость наступает на 3-7 дней раньше, по сравнению с неполивными растениями. Учитывая, что годы исследования были не самыми благоприятными и мало отличались среднесуточными температурами воздуха, по срокам наступления роста и развития капусты на всех вариантах опыта заметной разницы между межфазными периодами не наблюдалось. Они происходили почти одновременно (таблица 2).

Таблица 2 – Сроки наступления и продолжительность фаз роста и развития капусты в среднем за 2017-2019 гг. /

Table 2 – Dates of onset and duration of growth phases and development of cabbage on average for 2017-2019

Нижний порог влажности почвы, % НВ / The lower threshold of soil moisture, of FMC	Сроки наступления и продолжительность фенологических фаз капусты (даты/кол.-во дней) / Dates of onset and duration of phenological phases of cabbage (dates / number of days)				
	Высадка рассады – формирование розетки / Planting seedlings – forming a rosette	Формирование розетки – начало образования кочана / Formation of a rosette – the beginning of formation head of cabbage	Образование кочана – начало созревания / Head formation – the beginning of ripening	Созревание – начало технической спелости / Ripening – the beginning of technical ripeness	Техническая спелость – уборка / Technical ripeness – harvesting
60-70-60	<u>15.05-14.06</u> 30	<u>14.06-15.07</u> 31	<u>15.07-25.08</u> 41	<u>25.08-08.09</u> 14	<u>08.09-20.09</u> 12
70-80-70	<u>15.05-14.06</u> 30	<u>14.06-15.07</u> 31	<u>15.07-24.08</u> 40	<u>24.08-07.09</u> 14	<u>07.09-20.09</u> 13
80-90-80	<u>14.05-13.06</u> 29	<u>13.06-14.07</u> 31	<u>14.07-22.08</u> 39	<u>22.08-06.09</u> 15	<u>06.09-19.09</u> 13

Анализ экспериментального материала дает возможность доказывать, что повышение дозы удобрений от $N_{70}P_{30}K_{100}$ до уровня $N_{110}P_{50}K_{140}$ и влажности почвы с 60-70-60 до 70-80-70 % НВ способствует повышению продуктивности капусты при капельном поливе (таблица 3, рисунки 4-6).

В результате обработки полученных экспериментальных данных видно, что при правильном соотношении поступающей от поливов влаги и вносимой дозы удобрений положительно влияет на рост листовой поверхности и накопление массы кочанов.

Для получения стабильных урожаев капусты большую роль играет весь процесс появления и развития роста площади листьев в течение вегетационного периода. Поэтому для описания данного процесса необходимо знать возможную суммарную мощность растений, то есть показатели фотосинтетического потенциала (ФСР) и чистой продуктивностью фотосинтеза (ЧПФ). Например, в среднем за 2017-2019 гг. величина максимальной площади листьев была наименьшей и находилась в пределах 42,513-55,997 тыс. м²/га на вариантах без применения удобрения. Повышение доз удобрений от $N_{70}P_{30}K_{100}$ до $N_{110}P_{50}K_{140}$ способствовало увеличению величины площади листьев и в среднем составило от 42,59-57,81 тыс. до 44,63-58,95 тыс. м²/га соответственно.

Таблица 3 – Показатели продуктивности капусты при капельном поливе
(среднее за 2017-2019 гг.)

Table 3 – Indicators of cabbage productivity with drip irrigation (average for 2017-2019)

Вариант / Variant	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га / Maximum leaf area, thousand m ² / ha	Фотосинтетический потенциал, млн м ² дней/га / Photosynthetic potential, million m ² days / ha	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² в сутки / Net productivity of photosynthesis, g / m ² per day	Среднесуточный прирост сухой биомассы, г / Average daily increase in dry biomass, g	Урожайность, т/га / Productivity, t / ha	Выход стандартной продукции, % / Output of standard products, %	Сумма сахаров, % / The amount of sugars, %	Витамин С, мг/кг / Vitamin C, mg / kg	Нитраты, мг/кг / Nitrates, mg / kg
A ₁ B ₀	42,51	1,38	0,25	17,09	37,4	89	5,1	42,3	200
A ₁ B ₁	42,59	2,03	0,26	17,33	48,2	91	5,2	44,2	232
A ₁ B ₂	43,47	2,34	0,29	21,52	54,6	92	5,3	44,9	305
A ₁ B ₃	44,63	2,92	0,33	22,76	61,9	93	5,6	45,2	332
A ₂ B ₀	52,07	1,45	0,29	20,59	45,1	90	4,9	41,9	198
A ₂ B ₁	52,43	2,60	0,30	20,95	61,4	92	5,0	43,1	227
A ₂ B ₂	52,56	2,72	0,32	24,74	67,3	93	5,1	43,8	288
A ₂ B ₃	52,95	3,11	0,34	27,24	72,2	94	5,3	44,3	321
A ₃ B ₀	56,00	1,81	0,33	23,94	53,9	91	4,7	40,0	191
A ₃ B ₁	57,81	2,76	0,34	24,30	71,8	93	4,9	40,9	224
A ₃ B ₂	58,36	2,87	0,36	28,09	78,4	96	5,0	41,3	281
A ₃ B ₃	58,95	3,23	0,38	32,03	83,1	97	5,2	44,2	307

Рисунок 4 – Динамика изменения площади листовой поверхности по межфазным периодам в зависимости от дозы удобрений на варианте 60-70-60 % НВ /

Figure 4 – Dynamics of changes in leaf surface area by interphase periods depending on the dose of fertilizers on the option 60-70-60 % of FMC

Рисунок 5 – Динамика изменения площади листовой поверхности по межфазным периодам в зависимости от дозы удобрений на варианте 70-80-70 % НВ

Figure 5 – Dynamics of changes in leaf surface area by interfacial periods depending on the dose of fertilizers on the option 70-80-70 % of FMC

Рисунок 6 – Динамика изменения площади листовой поверхности по межфазным периодам в зависимости от дозы удобрений на варианте 80-90-80 % НВ

Figure 6 – Dynamics of changes in leaf surface area by interfacial periods depending on the dose of fertilizers on the option 80-90-80 % of FMC

Обработка полученных данных позволила нам установить зависимость урожайности белокочанной капусты от максимальной площади листьев, которую можно записать в виде уравнений прямолинейной регрессии (рисунок 7):

$$Y = 1,8772 x - 32,982; \quad R^2 = 0,8665 > R_{0,5} = 0,7.$$

Сравнивая варианты между собой, отмечаем, что полученные показатели ФСП белокочанной капусты на контрольном варианте приблизительно в 2,0-2,5 раза меньше, чем на вариантах с применением различных доз удобрений. Например, на вариантах при внесении удобрений дозой $N_{70}P_{30}K_{100}$ фотосинтетический потенциал за 3 года в

среднем составил 2,03-2,76 млн м² дней на 1 га. Дальнейшее повышение дозы минерального питания на уровне от N₉₀P₄₀K₁₂₀ до N₁₁₀P₅₀K₁₄₀ привело к увеличению фотосинтетического потенциала от 2,34-2,87 млн м² дней и до 2,92-3,23 млн м² дней соответственно. Полученный значения фотосинтетического потенциала на уровне 3,23 млн м² дней на 1 га соответствует 80 т/га урожайности капусты.

Рисунок 7 – Зависимости продуктивности белокочанной капусты от площади листовой поверхности растений /

Figure 7 – Dependences of the productivity of white cabbage on the leaf area of plants

На наших опытах наименьшие значения ЧПФ за вегетационный период были получены при влажности почвы 60-70-60 % НВ и составили в среднем 0,25-0,33 г/м² в сутки (рисунок 8).

Рисунок 8 – Зависимость чистой продуктивности фотосинтеза белокочанной капусты по вариантам опыта в среднем за годы исследований

Figure 8 – Dependence of the net productivity of photosynthesis of white cabbage by variants of the experiment on average over the years of research

Чистая продуктивность фотосинтеза капусты за вегетационный период в зависимости от вариантов опыта в среднем изменяется на уровне 0,25-0,38 г/м² в сутки. При этом максимальные значения получаются на варианте с влажностью почвы 80-90-80 % НВ с применением различных доз удобрений.

Водный режим почвы с сочетанием различных доз удобрений положительно влияет на развитие надземной и подземной частей растений капусты. В среднем в слое 0,0-0,5 м за три года исследования повышение влажности почвы от 60-70-60 до 80-90-80 % НВ способствовало увеличению надземной и подземной частей растений капусты в зависимости от доз применяемых удобрений. Эта тенденция наблюдается на всех фазах развития капусты очень хорошо и сохраняется до конца. Из таблицы 3 видно, что в среднем за три года наблюдений в контрольном варианте (вариант без удобрений) с режимом влажности почв 60-70-60 % НВ совместно с различными дозами удобрений на фазе формирования розетки высота надземной и подземной частей растений капусты изменяется в пределах 20,2-22,7 и 21,1-22,0 см соответственно.

При изучении корневой системы капусты на наших опытах наилучшая динамика развития подземной части белокочанной капусты формировалась на варианте с влажности почвы 80-90-80 % НВ на фоне применения удобрений дозой N₁₁₀P₅₀K₁₄₀ и за весь вегетационный период изменилась – 20,7-49,9 см.

В наших опытах биохимический состав капусты изменялся незначительно. Тем не менее, заметно, что с повышением влажности почвы и уменьшением дозы удобрений практически на всех вариантах опыта наблюдается снижение содержания в кочанах сухого вещества, сахаров и витамина С. Так, на варианте с I режимом орошения в зависимости от нормы внесения удобрений сухого вещества содержалось от 9,1 до 9,4 %, сахаров и витамина С – от 5,2 до 5,6 % и от 44,2 до 45,2 мг соответственно.

В зависимости от нормы внесения удобрений на варианте со II режимом орошения сухого вещества содержалось от 8,7 до 9,2 %, сахаров и витамина С – от 5,0 до 5,3 % и от 43,1 до 44,3 мг соответственно. На варианте с III режимом орошения сухого вещества содержалось от 8,6 до 9,1 %, сахаров и витамина С – от 4,9 до 5,2 % и от 40,9 до 44,2 % соответственно.

В условиях сложившейся экологической обстановки необходимы знания о содержании нитратов в овощах. Капуста относится к тем овощам, которые содержат много нитратов, особенно на момент сбора урожая. В наших опытах в фазу технической спелости их количество в зависимости от варианта опыта находилось в пределах от 191 до 332 мг/кг. В день для человека предельно допустимое количество нитратов, установленное ФАО, равно 500 мг.

Для получения стабильных урожаев белокочанной капусты «Агрессор F1» на уровне 60 т/га в условиях Волго-Донского междуречья необходимо в течение вегетации поддерживать влажность почвы на уровне 60-70-60 % НВ с одновременным внесением удобрением дозой N₁₁₀P₅₀K₁₄₀ кг д. в./га. Поддержание влажности на уровне 70-80-70 % НВ в сочетании с дозой удобрений N₁₁₀P₅₀K₁₄₀ гарантирует получение более 70 т/га капусты. Наибольшая урожайность (более 80 т/га) и лучшие условия создаются при влажности почвы 80-90-80 % НВ с дозой удобрений N₁₁₀P₅₀K₁₄₀ кг д. в./га.

Выводы. Влажность 60-70-60 и 70-80-70 % НВ с внесением дозы удобрений на уровне N₁₁₀P₅₀K₁₄₀ и N₉₀P₄₀K₁₂₀ способствует получению более 60 т/га капусты. Поддержание влажности 70-80-70 и 80-90-80 % НВ на фоне применения удобрений дозой N₁₁₀P₅₀K₁₄₀ и N₇₀P₃₀K₁₀₀ формирует урожайность капусты 70 т/га и более. Урожайность капусты 80 т/га в нашем опыте достигалась при поддержании поливного режима почвы 80-90-80 % НВ на

фоне применения максимальной дозы удобрений $N_{110}P_{50}K_{140}$. Применение данного варианта позволило получить сухого вещества 8,5-9,3 %, сахаров и витамина С – 4,9-5,6 % и 40,0-45,2 % соответственно. При этом в зависимости от вариантов опыта нитраты находилось в пределах от 191 до 332 мг/кг.

Библиографический список

1. Ахмедов А. Д. Капельное орошение овощных культур в условиях Волго-Донского междуречья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 36-42.
2. Ахмедов А. Д., Абдуова Р. Ю. Продуктивность использования влаги белокочанной капусты при орошении в Волго-Донском междуречье // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 2 (62). С. 32-41.
3. Бородычев В. В., Щепотько Н. А. Обработка почвы, минеральное питание и капельное орошение капусты белокочанной в Нижнем Поволжье // Плодородие. 2017. № 3 (96). С. 23-25.
4. Бочарников В. С., Мешеряков М. П. Новые приемы возделывания овощных культур в системе водосберегающего орошения // Овощеводство и тепличное хозяйство. 2014. № 4. С. 54.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 2014. 351 с.
6. Калмыкова Е. В., Петров Н.Ю. Комплексные водорастворимые удобрения в технологии возделывания овощных культур в условиях Нижнего Поволжья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 2. С. 29-31.
7. Овчинников А. С. Агротехника возделывания овощных культур в условиях орошения // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 4 (48). С. 10-16.
8. Пронько Н. А., Рябцева Т. Г. Водопотребление капусты белокочанной при капельном орошении в Саратовском правобережье // Аграрный научный журнал. 2018. № 1. С. 16-21.
9. Филин В. И. Справочная книга по растениеводству с основами программирования урожая. Волгоград: ВГСХА, 1994. 266 с.
10. 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.
11. Akhmedov A. D., Borovoy E. P., Khodiakov E. A. Water-saving technologies for vegetables in the south of Russia // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science: Conference on Innovations in Agricultural and Rural development. 2019. V. 341. 012105.
12. Impact of irrigation on plant growth and development of white cabbage / S. Seidel, S. Werisch, N. Schütze, H. Laber // Agricultural Water Management. 2017. № 187. P. 99-111.
13. Management of the water regime of soil to increase the vegetable crops yield with different irrigation methods in the south of Russia / E. Khodiakov [et al.] // E3S Web Conf. International Conference: Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic (EFSC2021). 2021. Volume 282.
14. Optimum control model of soil water regime under irrigation / A. S. Ovchinnikov, V. V. Borodychev, M. N. Lytov, V. S. Bocharnikov, S. D. Fomin, O. V. Bocharnikova, E. S. Vorontsova // Bulgarian journal of agricultural Science. 2018. № 24 (5). P. 909-913.

Conclusion. With a humidity of 60-70-60 and 70-80-70 % of FMC, with a dose of fertilizers at the level of $N_{110}P_{50}K_{140}$ and $N_{90}P_{40}K_{120}$, it helps to obtain more than 60 t / ha of cabbage yield. With the maintenance of humidity 70-80-70 and 80-90-80 % of FMC against the background of the application of fertilizers with a dose of $N_{110}P_{50}K_{140}$ and $N_{70}P_{30}K_{100}$, it forms a cabbage yield of 70 t / ha and more. Cabbage yields of 80 t / ha in our experiment were achieved while maintaining the soil irrigation regime of 80-90-80 % of FMC, against the background with the maximum dose of fertilizers $N_{110}P_{50}K_{140}$. The use

of this option made it possible to obtain dry matter 8.5-9.3 %, sugars and vitamin C 4.9-5.6 % and 40.0-45.2 %, respectively. At the same time, depending on the variants of the experiment, nitrates ranged from 191 to 332 mg / kg.

Reference

1. Akhmedov A. D. Drip irrigation of vegetable crops in the conditions of the Volga-Don interfluvium // Bulletin of the Nizhnevolzhsk agro-university complex: science and higher professional education. 2018. No. 4 (52). P. 36-42.
2. Akhmedov A. D., Abduova R. Yu. The productivity of using the moisture of white cabbage during irrigation in the Volga-Don interfluvium // Bulletin of the Nizhnevolzhsk agro-university complex: science and higher professional education. 2021. No. 2 (62). P. 32-41.
3. Borodychev V. V., Shchepotko N. A. Soil cultivation, mineral nutrition and drip irrigation of white cabbage in the Lower Volga region // Fertility. 2017. No. 3 (96). P. 23-25.
4. Bocharnikov V. S., Meshcheryakov M. P. New methods of cultivation of vegetable crops in the system of water-saving irrigation // Vegetable growing and greenhouse economy. 2014. No. 4. P. 54.
5. Dospekhov B. A. Field experiment technique. M.: Agropromizdat, 2014. 351 p.
6. Kalmykova E. V., Petrov N. Yu. Complex water-soluble fertilizers in the technology of cultivation of vegetable crops in the conditions of the Lower Volga region // Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. 2017. No. 2. P. 29-31.
7. Ovchinnikov A. S. Agrotechnics of cultivation of vegetable crops under irrigation conditions // News of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher professional education. 2017. No. 4 (48). P. 10-16.
8. Pronko N. A., Ryabtseva T. G. Water consumption of white cabbage with drip irrigation in the Saratov right bank // Agrarian scientific journal. 2018. No. 1. P. 16-21.
9. Filin V. I. Crop reference book with the basics of crop programming. Volgograd: VSAA, 1994. 266 p.
10. 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.
11. Akhmedov A. D., Borovoy E. P., Khodiakov E. A. Water-saving technologies for vegetables in the south of Russia // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science: Conference on Innovations in Agricultural and Rural development. 2019. V. 341. 012105.
12. Impact of irrigation on plant growth and development of white cabbage / S. Seidel, S. Werisch, N. Schütze, H. Laber // Agricultural Water Management. 2017. № 187. P. 99-111.
13. Management of the water regime of soil to increase the vegetable crops yield with different irrigation methods in the south of Russia / E. Khodiakov [et al.] // E3S Web Conf. International Conference: Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic (EFSC2021). 2021. Volume 282.
14. Optimum control model of soil water regime under irrigation / A. S. Ovchinnikov, V. V. Borodychev, M. N. Lytov, V. S. Bocharnikov, S. D. Fomin, O. V. Bocharnikova, E. S. Vorontsova // Bulgarian journal of agricultural Science. 2018. № 24 (5). P. 909-913.

Authors Information

Ahmedov Askar Dzhangir oglu, professor, Volgograd State Agrarian University (Russia, 400002, Volgograd, Universitetsky pr. 26) Doctor of Technical Sciences, professor, askar-5@mail.ru
Abduova Raikhan Yurievna, applicant, Associate Professor, Volgograd State Agrarian University (Russia, 400002, Volgograd, Universitetsky Prospect, 26), rabduova@mail.ru

Информация об авторах

Ахмедов Аскар Джангир оглы, профессор ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (РФ, 400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26), доктор технических наук, профессор, askar-5@mail.ru
Абдуова Райхан Юрьевна, соискатель ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (РФ, 400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26), rabduova@mail.ru