ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ В САРАТОВСКОМ ПРАВОБЕРЕЖЬЕ

ПРОНЬКО Нина Анатольевна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

РЯБЦЕВА Татьяна Геннадьевна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Приведены результаты влияния режимов капельного орошения и расчетных доз минеральных удобрений на продуктивность сортов капусты белокочанной при выращивании в черноземной степи Саратовского Правобережья. Доказано, что улучшение водного режима увеличивает по сравнению с контролем урожайность капусты белокочанной сорта Амагер 611 на 4,7–5,7 %, питательного режима – на 11,1–23,4 %, гибрида Колобок соответственно на 10,1–19,1 и 11,7–31,5 %. Впервые для зоны определены характеристики водопотребления культуры: суммарное водопотребление составляет 5254,5–5712,5 м³/га, увеличиваясь с повышением предполивной влажности почвы. Основную долю в водопотреблении составляет оросительная вода, на долю которой приходится 52,1–56,3 %. Наибольшее количество влаги от 83,8 до 87,6 % культура расходует в период от начала завивания до технической спелости кочана, среднесуточное водопотребление за вегетацию колеблется от 44,53 до 49,03 м³/га. Установлен характер зависимости урожайности капусты белокочанной от совместного действия водоподачи и удобрений на черноземе южном: для Амагера $611Y = -578 + 0,037D_{NPK} + 0,497M + 9,901 \cdot 10^{-5} D_{NPK}^2 - 8,552 \cdot 10^{-6} D_{NPK} \cdot M - 9,244 \cdot 10^{-5} M^2$; для Колобка $Y = -406 + 0,035 D_{NPK} + 0,312M + 1,455 \cdot 10^{-4} D_{NPK}^2 - 1,361 \cdot 10^{-5} D_{NPK} \cdot M - 5,323 \cdot 10^{-5} M^2$ ($\eta = 0,53$ и $0,54$). Наибольшей урожайностью (94,25 т/га) отличается сорт Амагер 611 при поддержании режима капельного орошения 80 % НВ в слое почвы 0,3 м до начала завивания кочанов и в слое 0,5 м после этого и при внесении минеральных удобрений в дозе N190P80K70.

Введение. Поливное земледелие в аридных регионах России является очень затратной отраслью. Поэтому оно должно быть нацелено на возделывание ценных высокорентабельных культур, к числу которых относятся овощи открытого грунта. Востребованной на рынке и незаменимой культурой овощных орошаемых севооборотов в Саратовском Правобережье является капуста белокочанная. Это ценнейшая по содержанию витаминов и питательных веществ овощная культура. Содержание сухих веществ в кочанах составляет не менее 5–15 %, сахаров – 3–7 %, белка – в среднем около 3 %, горчичных масел – 5 %.

В связи со значительным сокращением площади орошения дождеванием, с его высокой энерго- и ресурсозатратностью и неблагоприятным воздействием на почву приоритетное место в последнее время отводится капельному орошению. Практика показала, что при данном способе регулирования водного режима почв на плантациях овощных культур в Нижнем Поволжье возможны ликвидация деградационных процессов и улучшение фитосанитарной обстановки в поливных агроландшафтах [6, 7, 9], увеличение урожайности при снижении затратности овощеводства [1–3, 5, 8, 10]. Однако для Саратовского Правобережья технологии возделывания овощей при этом способе полива до последнего времени практически не разрабатывались.

Цель данной работы – подбор урожайных сортов капусты белокочанной, разработка для нее рациональных режимов капельного орошения и доз

минеральных удобрений, обеспечивающих получение высоких урожаев.

Методика исследований. Осенью 2013 г. нами был заложен опыт по подбору урожайных сортов ценнейшей овощной культуры капусты белокочанной. Исследования проводили в 2014–2016 гг. в черноземной зоне на полях УНПК «Агроцентр» Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова. Климат зоны континентальный, засушливый. Почва опытного участка – чернозем южный среднесуглинистый. Содержание гумуса – 3,7 %. Обеспеченность доступным фосфором и обменным калием средняя. Плотность сложения пахотного слоя 1,13 т/м³, подпахотного 1,17 т/м³, наименьшая влагоемкость соответственно 27,06 и 25,42 % от массы абсолютно сухой почвы. Полевой эксперимент заложен методом расщепленных делянок, повторность опыта трехкратная, учетная площадь 30 м².

Объектами исследований были позднеспелый сорт капусты белокочанной Амагер 611 и позднеспелый гибрид Колобок, свежие плоды которых характеризуются хорошими вкусовыми качествами и высокой лёжкостью.

Были проведены два двухфакторных опыта, схема которых включала в себя три режима капельного орошения (фактор А) и три дозы удобрений (фактор В).

Предполивная влажность почвы поддерживалась на уровне 70, 80 и 90 % НВ. Расчетный слой почвы: 0,3 м в период «посадка – начало завивания кочанов», 0,5 м – «начало завивания кочанов – техническая спелость». Полив осуществляли системой капельного орошения, в

которой использованы капельные линии фирмы Golddrip со встроенными полукомпенсированными капельницами с расходом 2,0 л/ч при давлении 0,8–2,0 кг/см².

Изучали расчетные дозы минеральных удобрений на урожайность кочанов 40 т/га (N106P58K50) и 70 т/га (N192P93K81). Контролем был вариант без удобрений. Для расчета доз удобрений на планируемый урожай применяли балансовый метод с использованием коэффициентов возмещения выноса с учетом обеспеченности почвы доступными элементами питания.

Основные и сопутствующие наблюдения проводили в соответствии с общепринятыми методиками и ГОСТами. Плотность почвы определяли по методу режущих колец Качинского (ГОСТ 12536–79), наименьшую влагоемкость – методом заливаемых площадок (ГОСТ 28268–89), влажность почвы – термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268–89), нитрификационную способность – по методу Кравкова (ГОСТ 26107–84), содержание подвижного фосфора и обменного калия – по методу Мачигина (ГОСТ 26205–84), учет урожая – по методике опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве (1992). Математическую обработку опытных данных проводили по методике [4] с помощью программы STATISTIKA 5.5 и процессора электронных таблиц Microsoft Excel XP.

Результаты исследований. Результаты исследований показали, что суммарное водопотребление капусты белокочанной увеличивалось с повышением предполивной влажности почвы. При режиме капельного орошения 70 % НВ оно составило 5254,5, 80 % НВ – 5608,0, 90 % НВ – 5712,5 м³/га (табл. 1).

Основную долю в суммарном водопотреблении культуры составляет оросительная вода. На ее долю приходится от 52,1 % при поливном режиме 70 % НВ до 56,3 % при 90 % НВ.

Изучение водопотребления капусты белокочанной в онтогенезе показало, что наибольшее

количество влаги культура расходует в период от начала завивания до технической спелости кочана, на 1 га расходуется влаги от 4405,1 м³ при 70 % НВ до 5003,5 м³ при 90 % НВ или от 83,8 до 87,6 % (табл. 2).

В этот же период отмечено и наибольшее среднесуточное водопотребление культуры, которое в зависимости от режима орошения колебалось от 52,44 до 58,20 м³/га. В целом за вегетационный период среднесуточное водопотребление капусты белокочанной составило 44,53 м³/га при режиме 70 % НВ; 46,32 и 49,03 м³/га соответственно при 80 и 90 % НВ.

На построение 1 т продукции наиболее эффективно влага и оросительная вода расходовались сортом Амагер 611 (табл. 3).

При возделывании сорта Амагер 611 повышение предполивного порога влажности почвы с 70 до 80 и 90 % НВ существенно не отражалось на затратах влаги и вызывало слабую тенденцию увеличения расхода оросительной воды на формирование единицы товарной продукции. Внесение минеральных удобрений в изучаемых дозах приводило к уменьшению затрат влаги и оросительной воды на формирование 1 т кочанов. Наименьшие коэффициенты водопотребления и использования оросительной воды этим сортом отмечены при режиме капельного орошения 70 % НВ и внесении N192P93K81 – соответственно 58,7 и 30,57 м³/т.

У гибрида Колобок интенсификация водного и минерального питания приводила к уменьшению затрат влаги и оросительной воды на формирование единицы товарной продукции. В результате наименьшие коэффициенты водопотребления и использования оросительной воды отмечали при режиме капельного орошения 90 % НВ и внесении N192P93K81 – соответственно 67,7 и 38,1 м³/т.

Интегральным показателем воздействия режимов капельного орошения и доз удобрений является

Таблица 1

Суммарное водопотребление капусты белокочанной и его структура

Режим орошения, % НВ	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Величина приходной части водного баланса					
		влага из почвы		поливы		осадки	
		м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%
70	5254,5	222,5	4,2	2738,5	52,1	2293,5	43,7
80	5608,0	190,5	3,4	3074,0	54,8	2293,5	41,8
90	5712,5	188,0	3,3	3216,0	56,3	2293,5	40,4

Таблица 2

Изменение водопотребления капусты белокочанной в онтогенезе при разных режимах капельного орошения

Период роста и развития	Водопотребление по периодам, м ³ /га			Среднесуточное водопотребление, м ³ /га·сут		
	70 % НВ	80 % НВ	90 % НВ	70 % НВ	80 % НВ	90 % НВ
Посадка – начало завивания кочана	849,0	720,0	709,0	24,97	21,82	23,2
Завивание кочана – техническая спелость	4405,1	4838,0	5003,5	52,44	55,61	58,2
Посадка – техническая спелость	5254,5	5558,0	5712,5	44,53	46,32	49,03

**Эффективность использования влаги и оросительной воды капустой белокочанной
в зависимости от режимов капельного орошения и доз удобрений**

Доза удобрений	Коэффициент водопотребления, м³/т		Коэффициент использования оросительной воды, м³/т	
	Амагер 611	Колобок	Амагер 611	Колобок
70 % НВ				
Без удобрений	73,1	98,30	38,07	51,2
N106P58K50	64,3	86,40	33,50	45,0
N192P93K81	58,7	71,89	30,57	37,5
80 % НВ				
Без удобрений	73,5	92,87	40,65	51,4
N106P58K50	65,5	82,28	36,20	45,5
N192P93K81	59,0	70,45	32,62	39,0
90 % НВ				
Без удобрений	73,1	86,1	41,13	48,5
N106P58K50	67,9	78,9	38,20	43,9
N192P93K81	60,3	67,7	33,93	38,1

ся урожайность. Нами установлено, что достоверное повышение урожайности сорта Амагер 611 наблюдалось только при повышении предполивного порога влажности почвы с 70 до 80 % НВ (табл. 4).

Наилучшее сочетание урожаяобразующих факторов для данного сорта: режим капельного орошения 80 % НВ и доза удобрений N160P80K130. Они обеспечили получение наибольшей урожайности кочанов – 94,25 т/га.

При возделывании гибрида Колобок рост урожайности наблюдался как при увеличении предполивной влажности с 70 до 80 % НВ, так и с 80 до 90 % НВ. Наибольшая урожайность гибрида 84,35 т/га получена при режиме капельного орошения 90 % НВ и дозе N160P80K130.

Внесение изучаемых доз минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности сорта Амагер и гибрида Колобок на всех режимах капельного орошения (см. табл. 4).

По результатам исследований была установлена зависимость урожайности капусты белокочанной от совместного действия водоподачи и удобрений. Формы поверхностей отклика приведены на рисунке.

Зависимости урожайности (У, т/га) от водоподачи (М, м³/га) и доз удобрений (D_{NPK} , кг д.в./га) описываются следующими уравнениями:

$$\text{для Амагера 611 } Y = -578 + 0,037D_{NPK} + 0,497M +$$

$$+ 9,901 \cdot 10^{-5} D_{NPK}^2 - 8,552 \cdot 10^{-6} D_{NPK} M - 9,244 \cdot 10^{-5} M^2, \eta = 0,53;$$

$$\text{для Колобка } Y = -406 + 0,035D_{NPK} + 0,312M + 1,455 \cdot 10^{-4} D_{NPK}^2 - 1,361 \cdot 10^{-5} D_{NPK} M - 5,323 \cdot 10^{-5} M^2, \eta = 0,54.$$

Связь тесная, на что указывают значения корреляционных отношений.

Закключение. При капельном орошении в Саратовском Правобережье суммарное водопотребление капусты белокочанной составляет 5254,5–5712,5 м³/га, увеличиваясь с повышением предполивной влажности почвы. Основную долю в водопотреблении составляет оросительная вода, на долю которой приходится 52,1–56,3 %. Наибольшее количество влаги от 83,8 до 87,6 % культура расходует в период от начала завивания до технической спелости кочана.

Среднесуточное водопотребление капусты белокочанной за вегетацию колеблется от 44,53 до 49,03 м³/га. Наилучшее сочетание урожаяобразующих факторов, обеспечивших наибольшую урожайность кочанов 94,25 т/га и экономное расходование влаги и оросительной воды: сорт Амагер 611, режим капельного орошения 80 % НВ и расчетная доза на 70 т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородычев В.В., Умезкий С.В., Гуренко В.М. Капельное орошение – гарант устойчивого производства

Таблица 4

**Урожайность капусты белокочанной при различных режимах капельного орошения
и дозах удобрений, т/га**

Режим орошения, % НВ	Дозы удобрений, кг д.в./га	Сорт Амагер	Гибрид Колобок
70	Без удобрений	71,95	53,46
	N100P50K90	81,74	60,82
	N160P80K130	89,59	73,09
80	Без удобрений	75,63	59,85
	N100P50K90	84,90	67,55
	N160P80K130	94,25	78,89
90	Без удобрений	78,18	66,36
	N100P50K90	84,18	72,36
	N160P80K130	94,77	84,35
HCP ₀₅ A		2,16	3,16
HCP ₀₅ B		3,62	1,81
HCP ₀₅ AB		14,23	9,99

Сорт Амагер 611

Гибрид Колобок

Зависимости урожайности капусты белокачанной от водоподачи и доз удобрений

капусты // Проблемы агропромышленного комплекса: материалы науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию Победы под Сталинградом. – Волгоград: ВГСХА, 2003. – С. 61–63.

2. Бородычев В.В., Кузнецов Ю.В., Дементьев А.В. Водопотребление томатов при капельном орошении // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2007. – № 3. – С. 23–25.

3. Бородычев В.В., Мартынова А.А., Шуравилин А.В. Водопотребление и продуктивность моркови при капельном орошении // Агро XXI. – 2010. – № 7–9. – С. 34.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.

5. Пронько Н.А., Новикова Ю.А. Продуктивность перца сладкого, вынос и потребление им элементов питания при капельном орошении на темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2010. – № 7. – С. 27–31.

6. Пронько Н.А., Корсак В.В., Фалькович А.С. Орошение в Поволжье: не повторять ошибок // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – № 4. – С. 16–19.

7. Пронько Н.А., Бикбулатов Е.И., Новикова Ю.А. Способ повышения эффективности капельного полива овощей в Нижнем Поволжье // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – № 3. – С. 27–30.

8. Пронько Н.А., Бикбулатов Е.И. Повышение эффективности капельного орошения томатов в Саратовском Правобережье // Вестник учебно-методического объединения по образованию в области природообустройства и водопользования. – 2015. – № 7 (7). – С. 163–166.

9. Пути решения проблемы борьбы с деградацией орошаемых земель Саратовской области / Н.А. Пронько [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2009. – № 4. – С. 38–45.

10. Ресурсосберегающая технология капельного орошения огурца / А.С. Овчинников [и др.] // Картофель и овощи. – 2009. – № 3. – С. 23.

Пронько Нина Анатольевна, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Инженерные изыскания, природообустройство и водопользование», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Рябцева Татьяна Геннадьевна, аспирант кафедры «Инженерные изыскания, природообустройство и водопользование», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410600, г. Саратов, ул. Советская, 60.

Тел.: (8452) 23-32-92.

Ключевые слова: капуста белокачанная; капельное орошение; режим орошения; доза удобрений; суммарное водопотребление; среднесуточное водопотребление; коэффициент водопотребления; коэффициент использования оросительной воды.

THE WATER CONSUMPTION OF WHITE CABBAGE THAT CULTIVATED UNDER DRIP IRRIGATION ON THE CIS-VOLGA DISTRICTS OF SARATOV REGION

Pronko Nina Anatolievna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Nature Management and Water Usage", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Ryabtseva Tatyana Gennadievna, Post-graduate Student of the chair "Nature Management and Water Usage", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: white cabbage; drip irrigation; irrigation modes; mineral fertilizers doses; summary water consumption; average daily water consumption; water consumption coefficient; the utilization factor of irrigation water.

Field research was realized in 2014–2016. The following thesis presents the results of the effect of drip irrigation and calculated doses of mineral fertilizers on the productivity of breeds of white cabbage when grown in the Chernozem steppe of Saratov Cis-Volga region. The field experiment was laid down by the method of split plots with three replications on the area of 30 m². It is was founded that the yield increase of cabbage breed "Amager 611" due to the improved water regime is 4.7–5.7 % compared to the control; due to the improved nutritional regime – 11.1–23.4 %; the yield increase of cabbage hybrid "Kolobok" respectively 10.1 – 19.1 and 11.7% – 31.5%.

The water consumption characteristics of crop were defined for the first time for the Saratov Cis-Volga region: total water consumption is 5254.5 – 5712.5 m³/ha, and it in-crease with increasing pre-irrigation soil moisture; a major share in water consumption is irriga-tion water, which accounts for 52.1–56.3%. The crop consumes the greatest amount of moisture (from 83.8 to 87.6 percent of total water consumption) during the period from the beginning of curling to the technical ripeness of head. Average daily water consumption during the growing season ranges is from 44.53 to 49.03 m³/day. The dependences of the yield of white cabbage that cultivated on the southern chernozem due to joint action of water and fertilizers has the forms: for the «Amager 611» breed $Y = -578 + 0.037 \cdot \text{DNPK} + 0.497 \cdot M + 9.901 \cdot 10^{-5} \cdot \text{DNPK}^2 - 8.552 \cdot 10^{-6} \cdot \text{DNPK} \cdot M - 9.244 \cdot 10^{-5} \cdot M^2$; for the «Kolobok» hybrid $Y = -406 + 0.035 \cdot \text{DNPK} + 0.312 \cdot M + 1.455 \cdot 10^{-4} \cdot \text{DNPK}^2 - 1.361 \cdot 10^{-5} \cdot \text{DNPK} \cdot M - 5.323 \cdot 10^{-5} \cdot M^2$ (η of 0.53 and 0.54 respectively). The highest yield of the crop (94.25 t/ha) was obtained by cultivation of the «Amager 611» breed, with the maintenance of the regime of drip irrigation 80% of the field moisture capacity in the 0.3 m layer before the curling of heads and 0.5 m layer after the curling, and the introduction of mineral fertilizers in the dose of N190P80K70.