

УДК 635.34:631.587:631.675

UDC 635.34:631.587:631.675

ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ, ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ КАПУСТЫ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ**MODES FEATURES OF THE IRRIGATION, WATER CONSUMPTION AND A MINERAL FOOD OF CABBAGE IN THE IRRIGATION CONDITIONS**Кульгин Владимир Анатольевич
к.с.-х.н.Kulygin Vladimir Anatolevich
Cand.Agr.Sci.*Федеральное государственное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»,
Новочеркасск, Россия**Federal State Scientific Establishment «The Russian scientific research institute of land improvement problems»,Novocherkassk, Russia*

В статье приводятся данные о результатах исследований по выявлению оптимальных режимов орошения, особенностей водопотребления растений и определению рационального уровня минерального питания капусты, выращиваемой в открытом грунте в условиях орошения

The data about results of researches on revealing of optimum irrigation modes, features of water consumption of plants and definition of rational level of a mineral food of the cabbage which is grown up in an open ground in the conditions of an irrigation is cited in the article

Ключевые слова: КАПУСТА, РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ, ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ, ДОЗЫ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, ПЕРИОДЫ ВЕГЕТАЦИИ, БИОКЛИМАТИЧЕСКИЕ КОЭФИЦИЕНТЫ, УРОЖАЙНОСТЬ

Keywords: CABBAGE, IRRIGATION MODE, WATER CONSUMPTION, DOSES OF MINERAL FERTILIZERS, VEGETATION PERIODS, BIOCLIMATIC FACTORS, PRODUCTIVITY

Капуста является важной продовольственной культурой, отличающейся высокими вкусовыми качествами, имеющей большое диетическое значение, используемой не только в продовольственных, но и в медицинских целях. Поэтому получение высоких, устойчивых урожаев данной культуры имеет важное народнохозяйственное значение. Среди главных факторов, отрицательно влияющих на условия возделывания капусты на Юге России, в частности Ростовской области, являются дефицит почвенной влаги в критические периоды вегетации растений, высокие температуры воздуха (+ 25 °С и более), негативно воздействующие на формирование кочана, в связи с чем при поливах культуры требуются высокие оросительные нормы (до 4000-5000 м³/га) [1]. Кроме того, для формирования высоких урожаев капусте требуется большое количество элементов минерального питания, по выносу которых она превосходит все другие овощные культуры [2].

Исходя из вышесказанного, целью трехгодичных исследований, проведенных в Центральной орошаемой зоне Ростовской области, было выяв-

ление оптимальных режимов орошения, особенностей водопотребления растений по фазам их вегетации, перспективных агрометеорологических приемов и определение рационального уровня минерального питания капусты при выращивании в открытом грунте на орошении.

Опыты проводились на почвах, представленных черноземами, содержание гумуса в слое 0,3 м – 4,3 %. В пахотном слое почвы содержалось 2-3 мг легкогидролизуемого азота, 1,3-2,6 мг подвижного фосфора и 23-34 мг обменного калия на 100 г абсолютно сухой почвы. Объемная масса почвы в слое 0,5 м – 1,27-1,34 г/см³, уровень грунтовых вод – более 4,0 м. По обеспеченности дефицита водного баланса первый год характеризовался как среднесухой, второй – влажный, третий – средневлажный.

Белокочанная капуста относится к группе растений, плохо добывающих воду и расходующих ее неэкономно. В то же время данная культура требует повышенной влажности почвы весь период вегетации, особенно ее средние и поздние сорта.

Основными периодами вегетации, по которым назначаются поливы для капусты, являются: 1. Посев – начало завязывания кочана. 2. Начало завязывания кочана – начало технической спелости. 3. Начало технической спелости – последний сбор [3].

На основании вышесказанного, в опыте по установлению оптимального режима орошения данной культуры были приняты четыре схемы орошения: 1. 70-70-70 % НВ; 2. 70-80-70 % НВ; 3. 70-80-80 % НВ и 4. 80-80-80 % НВ. В первый период вегетации расчетная глубина была принята 0,4 м, во второй и третий – 0,6 м. В опыте использовался сорт капусты Амагер. Фон удобрений на всех вариантах был идентичен.

Соблюдение предусмотренных опытом режимов орошения в разные годы исследований потребовало проведение от 5 до 10 поливов, при поливной норме 390-650 м³/га. Рост числа поливов, оросительной нормы и

суммарного водопотребления капусты происходил по мере увеличения предполивного порога влажности почвы.

Отличия условий вегетации растений при разных режимах орошения нашли свое отражение в показателях урожайности и водопотребления капусты (табл. 1).

Таблица 1 – ВОДНЫЙ БАЛАНС КАПУСТНОГО ПОЛЯ,
ОПХ РООМС (СРЕДНИЕ ДАННЫЕ ЗА 3 ГОДА)

Варианты	Расход воды из почвы, м ³ /га	Осадки, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожай, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
1. 70-70-70 % НВ	315	2053	3450	5818	38,9	149,6
2. 70-80-70 % НВ	290	2053	3680	6023	46,9	128,4
3. 70-80-80 % НВ	260	2053	3810	6123	46,2	132,5
4. 80-80-80 % НВ	280	2053	3950	6283	49,5	126,9

Оросительная норма капусты на вариантах опыта была значительной и колебалась в пределах 3450-3950 м³/га. Возрастание суммарного водопотребления данной культуры было пропорционально изменению оросительной нормы. Максимального значения этот показатель достиг при схеме орошения 80-80-80 % НВ и составил 6283 м³/га. На этом же варианте отмечался и самый низкий коэффициент водопотребления – 126,9 м³/т. Максимальный расход воды на единицу продукции был затрачен на варианте со схемой 70-70-70 % НВ и составил 149,6 м³/т.

Следует отметить, что урожайность капусты на варианте 2 оказалась несколько выше, чем на варианте 3 (соответственно 46,9 и 46,2 т/га), хотя при схеме орошения 70-80-80 % НВ оросительная норма была на 130 м³/га больше. Сравнительная оценка коэффициентов водопотребления на вариантах 2 и 4 показывает их незначительные отличия, хотя для поддержания предполивного порога влажности почвы в течение всего периода вегетации капусты на уровне 80 % от НВ потребовались значительно большие затраты оросительной воды – на 270 м³/га. В связи с этим можно сделать

вывод о более рациональном использовании поливной воды при схеме орошения 70-80-70 % НВ.

Как показали проведенные нами исследования, перспективным приемом, способствующим повышению эффективности использования оросительной воды при возделывании капусты на тяжелых почвах, является щелевание. Орошение культуры на вариантах опыта осуществлялось по схеме 80-80-80 % НВ, фон удобрений был одинаков. За контрольный принят вариант, где применялась общепринятая технология выращивания. Щелевание проводилось на 0,20-0,25 м в период начала завязывания кочана. При этом учитывалось, что если на начальной стадии роста, когда вегетативная масса растений невелика, корневая система капусты, проникая в слои почвы со сравнительно устойчивыми запасами влаги, способна удовлетворить потребность культуры в воде даже при неблагоприятных условиях, то в критическую фазу вегетации необходимо стимулирующее воздействие на развитие корневой системы.

Нарезка щелей повышала скорость фильтрации воды в 2 раза, способствовала увеличению массы корневой системы капусты на 27,7 % по сравнению с контролем, что создавало более благоприятные условия для роста и развития растений, отразившись на показателях урожайности (табл. 2).

Таблица 2 – ВЛИЯНИЕ ЩЕЛЕВАНИЯ ПОЧВЫ
НА УРОЖАЙНОСТЬ КАПУСТЫ

Вариант	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожай, т/га	Прибавка в		Коэффициент водопотребления, м ³ /т
			т/га	%	
1. Щелевание 0,20 м	6152	42,8	6,1	14,2	144
2. Контроль	6130	28,9	-	-	212

$$НСР_{0,5} = 14,7-18,5 \text{ ц/га}; m = 2,6-3,7 \%$$

Таким образом, щелевание в период завязывания кочана способствовало увеличению урожайности капусты на 14,2 % и повышению эффек-

тивности использования оросительной воды (снижение коэффициента водопотребления на 32,1 %) по сравнению с контролем.

Известно, что сельскохозяйственные культуры имеют разную потребность во влаге в отдельные периоды роста и развития. Свои отличительные особенности имеет и изменение суммарного и среднесуточного водопотребления по фазам вегетации капусты (табл. 3, рис. 1).

Таблица 3 – СРЕДНЕСУТОЧНОЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ КАПУСТЫ (СРЕДНЕЕ ЗА 3 ГОДА)

Фаза вегетации	Длина фазы, сут.	Сумма t, °С	Среднесуточная t за фазу, °С	Водопотребление за фазу, м ³ /га	На 1 °С	Среднесуточное водопотребление за фазу, м ³ /га
Посев – начало завяз. кочана	<u>61</u> 41,2 %	<u>1169,8</u> 39,5 %	19,2	<u>2089,7</u> 33,2 %	1,8	34,3
Начало завяз. кочана – нач. тех. спелости	<u>57</u> 38,5 %	<u>1318,9</u> 44,6 %	23,1	<u>3203,7</u> 51,0 %	2,4	56,2
Нач. тех. спелости – посл. сбор	<u>30</u> 20,3 %	<u>469,7</u> 15,9 %	15,7	<u>989,7</u> 15,8 %	2,1	33,0
Вегетационный период	<u>148</u> 100 %	<u>2958,4</u> 100 %	20,0	<u>6283</u> 100 %	2,1	42,5

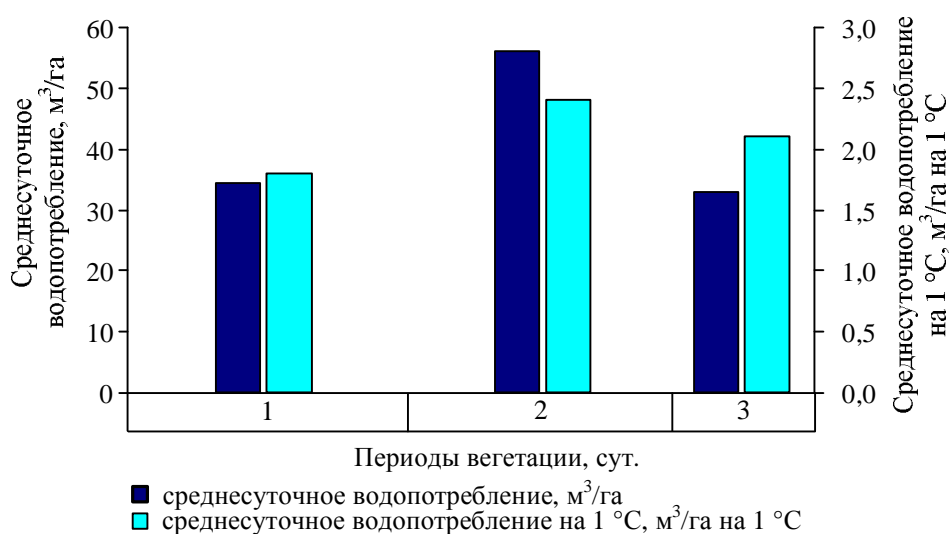


Рисунок 1 – Динамика изменения среднесуточного водопотребления по периодам вегетации капусты

Первая фаза оказалась самой продолжительной (в среднем 61 суток) и продолжалась с первой-второй декад мая до последней декады июня – первой декады июля. Это обусловило относительно высокие среднесуточные температуры воздуха ($19,2\text{ }^{\circ}\text{C}$), значительный расход влаги растениями, вызванный интенсивным ростом вегетативной массы капусты и составившим $2089,7\text{ м}^3/\text{га}$, или $33,2\%$ от суммарного водопотребления. При этом расход влаги на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ равнялся $1,8\text{ м}^3/\text{га}$, а среднесуточное водопотребление за фазу – $34,3\text{ м}^3/\text{га}$.

Во вторую фазу происходили развитие репродуктивных органов капусты, начинал формироваться урожай кочанов, в связи с чем, растения испытывали повышенную потребность во влаге – водопотребление за фазу составило $51,0\%$ от суммарного водопотребления. Этот период по срокам совпадал с июлем – августом, в отдельные годы продолжался до первых чисел сентября, что обусловило высокие среднесуточные температуры воздуха – $23,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Данная фаза характеризовалась самыми высокими: расходом влаги на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $2,4\text{ м}^3/\text{га}$ и среднесуточным водопотреблением растений – $56\text{ м}^3/\text{га}$.

В третью фазу вегетации, которая в годы проведения исследований приходилась на сентябрь – первую декаду октября, происходило созревание урожая капусты. Этот период был самым непродолжительным (в среднем 30 суток), и характеризовался умеренными среднесуточными температурами воздуха ($15,7\text{ }^{\circ}\text{C}$). Среднее ежесуточное водопотребление за фазу составило $33,0\text{ м}^3/\text{га}$ и было практически таким же, как и в начальный период вегетации растений. Однако при этом имел место относительно высокий расход влаги на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $2,1\text{ м}^3/\text{га}$.

При проведении исследований нами была установлена связь суммарного водопотребления орошаемыми полями с метеорологическими данными, в частности с температурой воздуха на основе методических разработок С.М. Алпатьева [4]. Определены фактические биоклиматические ко-
<http://ej.kubagro.ru/2010/10/pdf/11.pdf>

эффиценты культуры при оптимальных условиях увлажнения (табл. 4, рис. 2).

Таблица 4 – БИОКЛИМАТИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КАПУСТЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ С УЧЕТОМ СУММЫ ТЕМПЕРАТУР НАРАСТАЮЩИМ ИТОГОМ, (СРЕДНИЕ ЗА 3 ГОДА)

Сумма температур, °С	Биоклиматические коэффициенты	Сумма температур, °С	Биоклиматические коэффициенты
200-300	0,105-0,123	1700-1800	0,248-0,248
300-400	0,123-0,140	1800-1900	0,248-0,247
400-500	0,140-0,155	1900-2000	0,247-0,245
500-600	0,155-0,170	2000-2100	0,245-0,241
600-700	0,170-0,183	2100-2200	0,241-0,236
700-800	0,183-0,195	2200-2300	0,236-0,230
800-900	0,195-0,206	2300-2400	0,230-0,223
900-1000	0,206-0,215	2400-2500	0,223-0,214
1000-1100	0,215-0,223	2500-2600	0,214-0,205
1100-1200	0,223-0,231	2600-2700	0,205-0,194
1200-1300	0,231-0,237	2700-2800	0,194-0,182
1300-1400	0,237-0,241	2800-2900	0,182-0,168
1400-1500	0,241-0,245	2900-3000	0,168-0,154
1500-1600	0,245-0,247	3000-3100	0,154-0,138
1600-1700	0,247-0,248	3100-3200	0,138-0,121

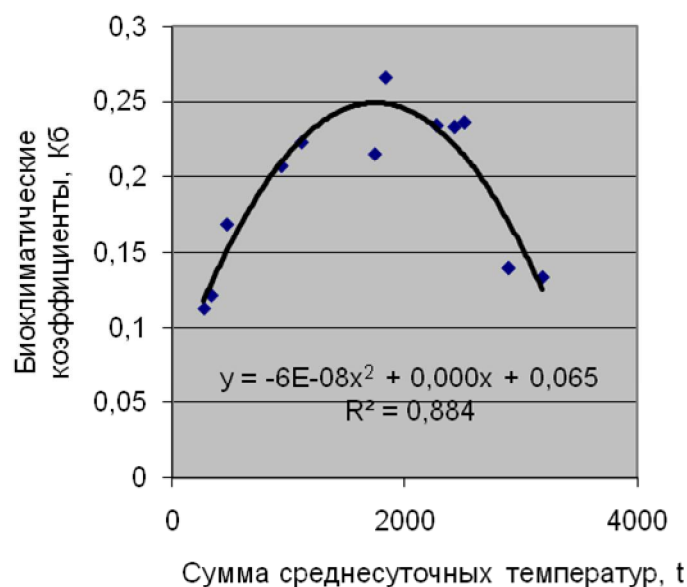


Рисунок 2 – Кривая связи биоклиматических коэффициентов капусты от метеорологических факторов

Из приведенных данных видно, что максимального значения (0,25) биоклиматические коэффициенты капусты достигали, когда суммы сред-

несуточных температур воздуха по нарастающей находились в диапазоне от 1600 до 1900 °С. Это совпадало с периодом вегетации данной культуры начало завязывания кочана – начало технической спелости, который характеризуется повышенной потребностью растений во влаге.

Данные коэффициенты могут быть использованы для оперативной корректировки поливных режимов в условиях Центральной орошаемой зоны Ростовской области.

Разные овощные культуры ввиду своих биологических особенностей неодинаково реагируют на условия минерального питания. Белокочанная капуста непривередлива в отношении плодородия почвы, что объясняется хорошим развитием ее корневой системы и, следовательно, способностью мобилизовать имеющиеся запасы питательных веществ. Однако, как показывают результаты наших исследований, наиболее высокая урожайность данной культуры имеет место на хорошо удобренных почвах (табл. 5, рис. 3).

Таблица 5 – ВЛИЯНИЕ ДОЗ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КАПУСТЫ (СРЕДНИЕ ЗА 3 ГОДА)

Дозы удобрений	Сумма НРК, кг д.в./га	Урожай- ность, т/га	Прибавка урожая		Произведено продукции на 1 кг удобрений, кг	
			т/га	%	на весь урожай	на прибав- ку урожая
1. Без удобрений	0	23,2	-	-	0	0
2. N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	210	29,3	6,1	26,3	140	29
3. N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	240	36,0	12,8	55,2	150	53
4. N ₉₀ P ₁₂₀ K ₆₀	270	37,0	13,8	59,5	137	51
5. N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₉₀	360	45,5	22,3	96,1	126	62
6. N ₁₈₀ P ₁₅₀ K ₉₀	420	51,2	28,0	120,7	122	67
7. N ₂₄₀ P ₁₅₀ K ₉₀	480	54,3	31,1	134,0	113	65
8. N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₁₂₀	540	55,4	32,2	138,8	102	60

Разный фон минерального питания обеспечил прибавку урожайности культуры в пределах 6,1-32,2 т/га, или 26,3-138,8 %. Применение высоких доз удобрений N₁₈₀₋₂₄₀P₁₅₀₋₁₈₀K₉₀₋₁₂₀ увеличивает продуктивность капусты в 2,2-2,4 раза по сравнению с вариантом без удобрений. Однако доза удобрений N₂₄₀P₁₈₀K₁₂₀ повышает урожай по сравнению с N₁₈₀P₁₅₀K₉₀ всего <http://ej.kubagro.ru/2010/10/pdf/11.pdf>

на 4,2 т/га (8,2 %), при этом внесение удобрений увеличивается на 120 кг действующего вещества на гектар.

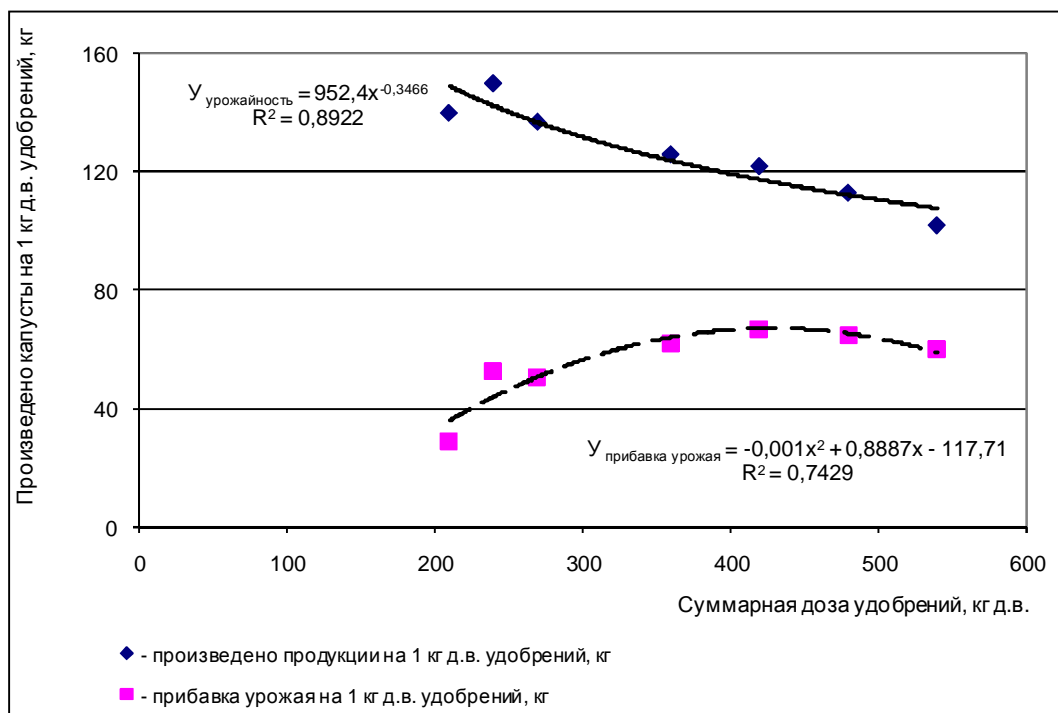


Рисунок 3 – Влияние дозы минеральных удобрений на прибавку урожая капусты

Из табличных и графических данных видно, что урожайность капусты, приходящейся на единицу дозы удобрений, снижается постоянно, со 150 до 102 кг капусты на 1 кг удобрений. В то же время прибавка урожая имеет явно выраженный перегиб кривой с максимальной прибавкой 67 кг капусты на 1 кг удобрений при дозе $N_{180}P_{150}K_{90}$. С увеличением дозы прибавка урожайности также увеличивается. Однако при достижении уровня $N_{120}P_{150}K_{90}$ темпы прироста прибавки урожая сокращаются и, видимо, дальнейшее увеличение дозы удобрений неэффективно. Приведенные данные показывают, что более рациональное использование удобрений отмечено на вариантах $N_{120}P_{150}K_{90}$ и $N_{180}P_{150}K_{90}$. Дальнейшее повышение дозы удобрений хотя и увеличивает урожайность, однако отдача от удобрений (прибавкой урожая) снижается.

Таким образом, при выращивании капусты в условиях Центральной орошаемой зоны Ростовской области можно рекомендовать, как оптималь-

<http://ej.kubagro.ru/2010/10/pdf/11.pdf>

ные, режимы орошения капусты при схеме поливов 70-80-70 % НВ с учетом максимальной потребности растений во влаге во второй период вегетации.

Для повышения эффективности использования оросительной воды необходимо рекомендовать проведение щелевания междурядий посевов капусты на 0,20-0,25 м в период начала завязывания кочана.

Рассчитанные биоклиматические коэффициенты могут быть применены для оперативной корректировки поливного режима капусты в данных зональных условиях.

Наиболее рациональное использование удобрений отмечено на вариантах $N_{120}P_{150}K_{90}$ и $N_{180}P_{150}K_{90}$.

Литература

1. Щедрин В.Н. Орошение сегодня: проблемы и перспективы. – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2004. – 255 с.
2. Ковалева Т.Д., Назарова В.М. Перспективные технологии возделывания овощных культур на Дону: практ. пособие. – Ростов-на-Дону, 1988. – 160 с.
3. Ванеян С.С., Вишнякова А.Ф. Орошение овощных культур. – Картофель и овощи, 2001. – № 3. – С. 29-33.
4. Алпатьев С.М., Остапчик В.П. К обоснованию формирования поливных режимов с использованием биоклиматического метода расчета суммарного испарения // Мелиорация и водное хозяйство. – Киев, 1971. – Вып. 19. – С. 3-17.