УДК 631.74:635.342

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ, МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ И КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

В.В. Бородычев, акад. РАН, ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, Н.А. Щепотько, Волгоградский ГАУ

Представлены результаты исследований на посадках белокочанной капусты в условиях Нижнего Поволжья. В зависимости от способа обработки почвы, уровня минерального питания при капельном орошении формируется урожайность кочанов не менее 123,4 т/га.

Ключевые слова: белокочанная капуста, минеральное питание, водный режим, полив, урожай, эффективность.

Посевная площадь капусты в мире составляет 2,45 млн га, средняя урожайность – 29,23 т/га. Самые крупные производители капусты Китай – 32,27 млн т, Индия – 8,53, Южная Корея – 2,43 млн т. В России площадь под капустой не превышает 0,11 млн га, а средняя урожайность 29,92 т/га [1-3].

Капуста - одна из главных культур в овощеводстве Нижнего Поволжья, занимает в структуре посевных площадей до 30% общей площади. В Волгоградской области выращивают в основном белокочанную капусту на площади около 840 га. При этом средняя урожайность не превышает 30,4 т/га [4, 5].

Проведенные исследования Литвинова С.С. [13], Бородычева В.В., Умецкого С.В.[7], Кружилина И.П., Болдыря А.И. [8], Григорова С.М., Лихомановой М.А. [9], Ванеяна С.С., Вишняковой А.Ф. [10], Назаренко А.А. [11] и других ученых подтвердили, что орошение является решающим фактором в системе мероприятий по возделыванию капусты белокочанной.

Одни из главных факторов, лимитирующих продуктивность посевов белокочанной капусты на каштановых почвах - отсутствие тщательной предпосевной подготовки почвы, неправильное применение удобрений без учета режима орошения и биологических особенностей сортов или гибридов. Поэтому в последнее время все большее значение придается выбору экологически безопасных технологий и технических средств полива, к которым относится капельное орошение. Поэтому вопросы совершенствования технологии возделывания белокочанной капусты с учетом способа подготовки почвы, биологических особенностей культуры, закономерностей продукционного процесса, потребления воды и элементов минерального питания представляют как теоретический, так и практический интерес для орошаемого земледелия региона.

Цель исследований – повысить продуктивность посевов капусты белокочанной за счет совершенствования агротехнических приемов, основанных на тщательной предпосевной подготовке почвы, использовании капельного орошения и фертигации, обеспечивающих рациональное расходование воды и минеральных удобрений при формировании урожая кочанов капусты более 120 т/га.

Методика. Полевые исследования проводили в 2013-2015 гг. в фермерском хозяйстве «С.П. Павлова» Суровикинского района Волгоградской области. Гранулометрический состав почвы опытного участка среднесуглинистый, сумма фракций менее 0,01 мм достигает 38,5-44,3% от общей массы абсолютно сухой почвы. Значительная часть фракций размером 0,05-0,25 мм (37,4-41,2%) и 0,01-0,05 мм (9,9-20,5 %).

В прямой зависимости от гранулометрического состава водно-физические свойства почвы. Влажность почвы при наименьшей влагоемкости от 25,9-24,8% в пахотном слое до 21,3% от массы сухой почвы на глубине 1,0 м. В расчетном слое наименьшая влагоемкость составляет 24,3 % от массы сухой почвы. Влажность устойчивого завядания растений в пахотном слое 14,4% от массы сухой почвы. Почвы характеризуются низким содержанием гумуса с колебаниями в пределах пахотного слоя от 0,95 до 2,28%. Реакция почвенной среды близка к нейтральной – pH 6,4-6,7. Обеспеченность почвы легкогидролизуемым азотом низкая (36,73 мг/кг сухой почвы), подвижным фосфором и обменным калием средняя (29,96 и 254,7 мг/кг сухой почвы соответственно).

В основу рабочей гипотезы получения различных уровней урожайности белокочанной капусты при капельном способе орошения положен учет биологических особенностей культуры, определяющий изменение ее продуктивности в связи с предпосевной подготовкой почвы, различными пределами снижения влажности активного слоя почвы и обеспечения растений элементами минерального питания [5, 6, 12].

Полевой опыт заложен по плану полного факториального эксперимента, который включает варианты по способу основной и предпосевной подготовки почвы (фактор А), водному режиму почвы (фактор В), уровню минерального питания, ориентированному для получения планируемой урожайности белокочанной капусты (фактор С).

Схема опыта по способу основной и предпосевной подготовки почвы к высадке рассады (фактор А) включала три уровня.

Фактор А – система основной и предпосевной подготовки почвы включает три варианта: $\mathbf{A_1}$ (контроль) – включает дискование, отвальную вспашку, боронование и предпосевную культивацию с последующей высадкой рассады; $\mathbf{A_2}$ –включает дискование, отвальную вспашку, боронование и предпосевное фрезерование с последующей высадкой рассады; $\mathbf{A_3}$ –включает двойное дискование зяби, боронование, объемное полосное рыхление и предпосевное фрезерование с последующей высадкой рассады.

Фактор В - уровни поддержания предполивной влажности почвы с использованием системы капельного орошения, включает три варианта: $\mathbf{B_1}$ – поддержание дифференцированного порога предполивной влажности почвы на уровне 80-70 % НВ: 80 % НВ – в период от высадки рассады до фазы образования кочана, 70 % НВ – далее до наступления фазы технической спелости; $\mathbf{B_2}$ – поддержание постоянного порога предполивной влажности почвы на уровне 80% НВ; $\mathbf{B_3}$ – поддержание дифференцированного порога предполивной влажности почвы на уровне 80-90 % НВ: 80 % НВ – в период от высадки рассады до фазы образования кочана, 90 % НВ – далее до наступления фазы технической спелости.

Фактор С - внесение расчетной дозы минеральных удобрений, включает три варианта: $\mathbf{C_1}$ - $N_{155}P_{70}K_{40}$ на планируемую урожайность 80 т/га; $\mathbf{C_2}$ –$N_{220}P_{100}K_{150.}$ на планируемую урожайность 100 т/га; $\mathbf{C_3}$ – N_{285} $P_{130}K_{260}$ на планируемую урожайность 120 т/га.

Общая площадь опытного участка 2 га, учетная площадь одной делянки 150 м^2. Исследования проводили на посевах капусты белокочанной гибрида Валентина F1.

По площади земельного участка опыт закладывали методом расщепленных делянок. Форма и направление делянок, а также размеры защитных полос соответствовали требованиям общепринятых методик [12-14]. Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием ЭВМ и современных программных продуктов. Экономический анализ эффективности возделывания технологии белокочанной капусты при капельном орошении в сочетании с фертигацией посевов выполнен в соответствии с требованиями и методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов [15].

Результаты и их обсуждение. Агротехнику капусты в опытах разрабатывали на основе действующих зональных рекомендаций с дополнениями их вариантами изучаемых приемов.

Исследования проводили в разные по погодным условиям годы. Вегетационный период 2013 г. характеризовался как влажный (288,3 мм), 2014 г. – сухой (64,2 мм), 2015 г. – среднезасушливый (81,0 мм). В зависимости от складывающихся погодных условий формирование водного режима почвы определялось не только выпадающими осадками, но и проведением капельного орошения для поддержания заданных предполивных порогов влажности почвы.

В 2013 г. высадку рассады осуществляли 30 мая. Для поддержания предполивной влажности почвы на уровне 80-70% НВ - в период от высадки рассады до формирования розетки был проведен один полив поливной нормой 130 м^3/га, в фазе формирование розетки – образование кочана - 4 полива той же поливной нормой (табл. 1).

1. Эксплуатационные режимы капельного орошения капусты белокочанной

Предполивной порог, % НВ	Год исследования	Высадка рассады-формирование розетки		Формирование розетки - образование кочана		Образование кочана - начало созревания		Созревание - техническая спелость		Оросительная норма, м^3/га	Общее число поливов
		поливная норма, м^3/га	число поливов	поливная норма, м^3/га	число поливов	поливная норма, м^3/га	число поливов	поливная норма, м^3/га	число поливов		
80-70	2013	130	1	130	4	195	4	195	-	1 430	9
	2014	130	3	130	10	195	9	195	1	3 640	23
	2015	130	3	130	9	195	10	195	2	3 900	24
80-80	2013	130	1	130	4	130	6	130	-	1 430	11
	2014	130	3	130	10	130	15	130	2	3 900	30
	2015	130	3	130	9	130	16	130	4	4 160	32
80-90	2013	130	1	130	4	65	14	65	1	1 625	20
	2014	130	3	130	10	65	31	65	5	4 030	49
	2015	130	3	130	9	65	33	65	8	4 225	53

В фазе образование кочана - начало созревания потребовалось провести четыре полива поливной нормой 195 м^3/га. В последней фазе созревание – техническая спелость поливы не проводили.

Для поддержания порога предполивной влажности почвы на уровне 80-80% НВ в 2013 г. поливы поливной нормой 130 м^3/га распределили следующим образом: в период высадка рассады - формирование розетки был проведен один полив; в фазе формирование розетки – образование кочана – четыре полива; в фазе образование кочана – начало созревания – шесть поливов.

В варианте для поддержания порога предполивной влажности почвы 80-90% НВ от фазы высадка рассады - формирование розетки до образования кочана - начало созревания был проведен один полив поливной нормой 130 м^3/га, в фазе формирование розетки – образование кочана – четыре полива. В фазе образование кочана - начало созревания поддержание влажности почвы на уровне 90% НВ было обеспечено проведением 14 поливов поливной нормой по 65 м^3/га, а в фазе созревание - техническая спелость - одного полива.

Следует отметить, что для поддержания предполивной влажности почвы по вариантам опыта в 2014 и 2015 гг. было проведено меньше поливов в сравнении с вегетационным периодом 2013 г. Так, если в 2013 г. поддержание порога предполивной влажности почвы на уровне 80-70 % НВ в течение всего периода вегетации обеспечивалось проведением 9 поливов оросительной нормой 1430 м^3/га, то в 2014 г. для установления такого же водного режима почвы было проведено 23 полива оросительной нормой 3640 м^3/га, а в 2015 г. – 24 полива оросительной нормой 3900 м^3/га.

В варианте поддержания порога предполивной влажности почвы на уровне 80-80 % НВ за вегетацию было проведено в 2013 г. – 11 поливов, в 2014 г. -30, в 2015 г.- 32 полива.

В период поддержания предполивной влажности почвы 80-90% НВ поливная норма в фазе образование кочана - техническая спелость составила 65 м^3/га. Число поливов в 2013 г. равно 20 с оросительной нормой 1625 м^3/га, в 2014 г. – 49 с оросительной нормой 4030 м^3/га и в 2015 г. – 53 с оросительной нормой 4225 м^3/га.

Минеральные удобрения применяли дифференцированно. Внесение удобрений совмещали с фертигацией (внесение с поливной водой). В основное внесение использовали 20% от потребности азотных (в пересчете на д.в.), 70 фосфорных и 40% калийных удобрений. При внесении с поливной водой применяли только хорошо растворимые в воде удобрения, их количество распределяли по периодам выращивания. Для формирования высококачественных кочанов, увеличения срока их хранения, предупреждения растрескивания применяли Камбит (хелат кальция) - 0,4-0,6 мл/га на 200 л воды 2-3 раза за вегетационный период.

Внесение минеральных удобрений с поливной водой при капельном орошении способствовало существенному повышению урожайности белокочанной капусты. Основными факторами, оказывающими наибольшее

влияние на все показатели урожайности, является уровень предполивной влажности почвы и минерального питания растений.

Для основного внесения удобрений применяли аммофос, нитроаммофос, суперфосфат. Учитывая схему расположения капельных линий, удобрения вносили ленточным способом в зону будущих рядов овощных культур. В разработке модели фертигации учитывали высокую корреляцию между нарастанием вегетативной массы и количеством потребляемых элементов питания растениями в течение вегетационного периода с учетом особенностей отдельных фаз вегетации. Оросительные поливы проводили при достижении запланированной предполивной влажности почвы. При совпадении графика орошения и фертигации, подкормку осуществляли в конце оросительного полива.

Для внесения с поливной водой использовали только полностью растворимые удобрения, чтобы в них не было вредных примесей, натрия, хлора: аммофос, аммиачную и калийную селитры, сульфат калия, карбамид. В качестве удобрений применяли и ортофосфорную кислоту.

Наименьшая за годы исследований урожайность (75,6 т/га) была получена при поддержании порога предполивной влажности на уровне 80-70 % НВ и внесении минеральных удобрений $N_{155}P_{70}K_{40.}$

Внесение минеральных удобрений $N_{285}P_{130}K_{260}$ в сочетании с капельным орошением обеспечивало наибольшее формирование урожайности белокочанной капусты - 120,7-123,4 т/га при предполивной влажности на уровне 80-80% НВ (табл. 2).

2. Урожайность капусты по вариантам опыта, т/га

Факторы			2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее
A	B	C				
A_1	B_1	C_1	77,4	70,8	78,6	75,6
		C_2	90,1	85,7	90,9	88,9
		C_3	92,0	88,5	93,1	91,2
	B_2	C_1	81,9	79,3	85,7	82,3
		C_2	93,0	87,7	94,4	91,7
		C_3	97,8	93,3	99,0	96,7
	B_3	C_1	80,1	78,8	84,7	81,2
		C_2	92,4	87,3	94,5	91,4
		C_3	98,5	93,6	99,2	97,1
A_2	B_1	C_1	80,0	78,4	85,5	81,3
		C_2	103,1	92,6	103,7	99,8
		C_3	106,8	98,5	107,6	104,3
	B_2	C_1	77,4	79,6	86,6	81,2
		C_2	102,5	98,4	108,1	103,0
		C_3	123,3	114,6	124,2	120,7
	B_3	C_1	84,6	80,5	88,1	84,2
		C_2	102,8	98,8	107,1	102,9
		C_3	112,8	102,8	127,3	120,1
A_3	B_1	C_1	87,1	78,7	88,3	84,7
		C_2	101,3	98,3	107,0	102,2
		C_3	109,0	102,3	112,1	107,8
	B_2	C_1	87,5	79,6	89,1	85,4
		C_2	108,1	100,4	109,2	105,9
		C_3	124,3	118,6	127,3	123,4
	B_3	C_1	88,5	81,2	88,9	86,2
		C_2	107,3	99,8	109,1	105,4
		C_3	123,9	119,4	126,6	123,3
$НСР_{05}$: фактор А			3,12	3,28	3,10	
фактор В			3,12	3,28	3,10	
фактор С			3,12	3,28	3,10	
взаимодействие факторов			9,37	9,83	9,30	

Изменение урожайности белокочанной капусты в зависимости от способа подготовки почвы как основной, так и предпосадочной, хорошо прослеживается по всем вариантам опыта. При общепринятой технологии подготовки почвы (вар. A_1) при поддержании дифференцированного предполивного порога влажности почвы на уровне 80-70% НВ (вар. B_1) и внесении минеральных удобрений $N_{155}P_{70}K_{40.}$ (вар. C_1) средняя урожайность не превышала 75,6 т/га. При поддержании постоянного порога предполивной влажности почвы на уровне 80% НВ прибавка средней урожайности относительно варианта $A_1B_1C_1$ статистически достоверна и составила 6,7 т/га, а средний уровень урожайности не превышал 82,3 т/га.

Усовершенствование технологии подготовки почвы под высадку рассады капусты, включая объемное полосное рыхление и фрезерование (вар. A_3), внесение минеральных удобрений $N_{220}P_{100}K_{150.}$ при поддержании 80% НВ в расчетном слое 0,4 м в период от высадки рассады до фазы образования кочана и 90% НВ далее до наступления технической спелости обеспечило формирование урожая кочанов капусты 123,4 т/га. Прибавка урожая в сравнении с вариантом $A_1B_1C_1$ составила 47,8 т/га и статистически достоверна.

Таким образом, применение безотвального глубокого рыхления (0,3 м) в качестве основной обработки почвы, фрезерование почвы, капельное орошение (80-90% НВ) на фоне внесения минеральных удобрений $N_{220}P_{100}K_{150}$ гарантирует получение урожайности кочанов более 120 т/га.

Литература

1. *Мамедов М.И.* Овощеводство в мире: производство основных овощных культур: тенденция развития за 1993-2013 гг. по данным ФАО. - ВНИИССОК, 2014. – 9 с. 2. *Гиш Р.А., Гикало Г.С.* Овощеводство юга России. - Краснодар: ЭДВИ, 2012. – 632 с. 3. *Развитие* овощеводства в Российской Федерации: состояние и перспективы. – М.: Росинформагротех, 2010. – 224 с. 4. *Бородычёв, В.В.* Перспективные приёмы повышения эффективности мелиорации в Нижнем Поволжье / В.В. Бородычёв // Научное обеспечение устойчивого развития сельскохозяйственного производства в засушливых зонах России / Сб. материалов научной сессии РАСХН. – М., 2000. – Ч. 1. - С.455 – 461.
5. *Бородычев, В.В.* Современные технологии капельного орошения овощных культур: Научное издание / В.В. Бородычев. – Коломна: Радуга, 2010. - 241 с. 6. *Литвинов, С.С.* Научные основы современного овощеводства С.С. Литвинов. – М., 2008. – С. 130-147, 547-566. 7. *Умецкий С.В.* Эффективность капельного орошения капусты//Мелиорация и водное хозяйство. - 2003. - № 4. – С.11-12. 8. *Бородычев В.В.* Особенности минерального питания овощей при капельном орошении/В.В. Бородычев, А.И. Болдырь, В.М. Гуренко, О.М. Дмитриенко//Картофель и овощи. - 2005. - № 5. – С. 17-19. 9. *Григоров, С.М.* Влияние режима орошения и минерального питания на урожайность капусты/ С.М Григоров, М.А. Лихоманова // Вестник РАСХН. - 2000. - №1. – С. 57-59. 10. *Ваниян С.С., Вишнякова А.Ф.* Эффективность удобрения и орошения белокочанной капусты// Картофель и овощи. – 2003. - № 6. – С. 4-6. 11. *Назаренко А.А,* Урожай поздней капусты. Его сохранность и качество зависит от орошения и удобрения// Картофель и овощи. – 2005. - № 5. – С. 5-6. 12. *Гиль, Л.С.,* Современное промышленное производство овощей и картофеля с использованием систем капельного орошения и фертигации./ Л.С. Гиль, А.П. Дьяченко, А.И Пашковский., Л.Т Сулима. - Житомир: Рута, 2007.-390 с. 13. *Литвинов, С.С.* Методика полевого опыта в овощеводстве/С.С. Литвинов. - М.: ВНИИовощеводства, 2011. – 648 с. 14. *Белик, В.Ф.* Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве /В.Ф.,Белик– М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с. 15. *Доспехов В.А.* Методика полевого опыта /В.А.Доспехов. - М., 1979.- 416 с. 16. *Виленский П.Л.* Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов/П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк. – М.: Экономика, 2000. – 421 с.