

На правах рукописи

Рябцева Татьяна Геннадьевна

**ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАПУСТЫ
БЕЛОКОЧАННОЙ ПОЗДНЕЙ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ В
ЧЕРНОЗЕМНО-СТЕПНОЙ ЗОНЕ ПОВОЛЖЬЯ**

06.01.02 – Мелиорация, рекультивация и охрана земель

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов – 2022

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

Научный руководитель: **Пронько Нина Анатольевна**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Официальные оппоненты: **Дедова Эльвира Батыревна,**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский НИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова»

Петров Николай Юрьевич,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, и.о. заведующего кафедрой «Технология хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и общественного питания» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук»

Защита состоится 8 апреля 2022 года в 11 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.08, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410012, г. Саратов, ул. Советская, 60, ауд. № 325

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ и на сайте www.sgau.ru

Отзывы на автореферат просим высылать по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная пл., 1. E-mail: dissovet01@sgau.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Панкова Татьяна Анатольевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Капуста белокочанная, как ранняя, так и, особенно, поздняя издревле является для большей части населения нашей страны важнейшей овощной культурой. Ее высокая пищевая ценность, большое содержание витамина С и приспособленность к длительному хранению в свежем и квашеном виде обусловили ее роль в рационе большинства народов России, и, следовательно, в сельскохозяйственном производстве.

В возделывании капусты белокочанной происходит переход от крупных, рассчитанных в основном на полив дождеванием плантаций к небольшим севооборотным участкам, на которых гораздо более эффективно используется капельное орошение. Применение капельного полива позволяет снизить затраты на единицу площади, что способствует экономии воды и удобрений, а также получить повышенную урожайность. Это особенно актуально в условиях растущей конкуренции на рынке реализации овощей.

Однако темпы внедрения капельного полива в овощеводстве Саратовской области отстают от темпов его применения в других поволжских областях, прежде всего в Волгоградской. Во многом это связано с тем, что исследования технологий возделывания овощей, в том числе капусты белокочанной поздней с применением капельного способа полива в условиях Саратовской области не проводились. Поэтому весьма актуальной является разработка основных элементов агротехнологии данной культуры, в наибольшей степени определяющих ее продуктивность, а именно режимов капельного орошения и норм минеральных удобрений для почвенно-климатических условий черноземной степи Правобережья Саратовской области.

Степень разработанности темы. Водно-балансовые исследования на посевах капусты белокочанной поздней с целью разработки режимов ее орошения, в том числе капельного, проводились в разных аридных регионах нашей страны. Также изучалось влияние норм минеральных удобрений на продуктивность данной культуры при капельном поливе. Это направление нашло отражение в исследованиях, проводившихся в засушливых районах Поволжья М.С. и С.М. Григоровыми, М.А. Лихомановым (2000), В.В. Бородычевым и С.В. Умецким (2003), М.В. Глистиным (2006), В.В. Бородычевым и Н.А. Щепотько (2017). Однако, проведя анализ результатов этих исследований, можно прийти к выводу о том, что для почвенно-климатических условий черноземной степи Правобережья Саратовской области такие элементы технологии, как режимы орошения при капельном поливе с нормами минерального питания при выращивании капусты белокочанной поздней, недостаточно разработаны. В связи с этим и было выбрано направление данных исследований.

Цель исследований – обосновать эффективность применения элементов ресурсосберегающей технологии возделывания капусты белокочанной поздней при капельном поливе в черноземно-степной зоне

Саратовского Правобережья, при реализации которых возможно получить 85 т товарных кочанов с 1 гектара.

Достижение этой цели обеспечивается решением следующих задач:

– провести водно-балансовые исследования плантаций капусты белокочанной поздней при капельном орошении в черноземно-степной зоне Саратовского Правобережья;

– изучить особенности потребления и выноса питательных элементов капустой белокочанной поздней при капельном поливе на черноземе южном Саратовского Правобережья;

– установить закономерности влияния изучаемых элементов технологии возделывания капусты белокочанной поздней на урожайность и качество полученной продукции;

– разработать основные элементы технологии возделывания капусты белокочанной поздней, а именно режимы капельного орошения и нормы минеральных удобрений для условий черноземно-степной зоны Саратовского Правобережья;

– оценить экономическую эффективность разработанных режимов капельного орошения и норм минеральных удобрений капусты белокочанной поздней в условиях черноземной степи Правобережья Саратовской области.

Научная новизна. Впервые для почвенно-климатических условий черноземной степи Правобережья Саратовской области разработаны основные элементы технологии возделывания капусты белокочанной поздней при капельном орошении, а именно режимы орошения и нормы минеральных удобрений. При данном способе полива установлены зональные особенности потребления влаги и питательных элементов капустой белокочанной поздней. Определены зональные коэффициенты водопотребления, коэффициенты использования оросительной воды, биоклиматические коэффициенты, вынос элементов питания на 1 т урожая капусты белокочанной поздней. Доказана экономическая эффективность использования систем капельного полива для выращивания капусты белокочанной поздней в условиях черноземно-степной зоны Правобережья Саратовской области.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Экспериментально установлены особенности потребления влаги, потребления и выноса элементов питания поздними сортами капусты белокочанной при капельном орошении на черноземе южном Саратовского Правобережья. Разработаны рациональные, обеспечивающие при выращивании капусты белокочанной поздней сорта Амагер 611 рентабельность 221,7% и гибрида Колобок F1 146,0% режимы капельного орошения и нормы минеральных удобрений. Для почвенно-климатических условий черноземно-степной зоны Саратовского Правобережья определены биоклиматические коэффициенты капусты белокочанной поздней для разработки режимов капельного полива, установлен вынос питательных элементов на 1 т кочанов для расчета норм внесения минеральных удобрений. Применение этих данных в овощеводческих хозяйствах позволит получить до 85 т товарных кочанов капусты белокочанной поздней с 1

гектара при рентабельности свыше 200%. Разработанные основные элементы технологии возделывания позднего сорта капусты белокочанной Амагер 611 внедрены на площади 5 га в КФХ Майорова Д.В. (Саратовская область, Новобурасский район). Экономический эффект составил 220 тыс. рублей с гектара.

Методология и методы исследования. Методология исследований базировалась на системе методов изучения эвапотранспирации, выноса питательных элементов, урожайности и качества продукции поздних сортов капусты белокочанной. Были использованы как экспериментальные методы – полевые опыты и лабораторные исследования, так и статистические – регрессионный и дисперсионный анализ результатов полевых и лабораторных экспериментов.

Положения, выносимые на защиту:

– показатели водопотребления капусты белокочанной поздней при капельном орошении в черноземно-степной зоне Саратовского Правобережья;

– особенности потребления и выноса питательных элементов капустой белокочанной поздней при капельном поливе;

– основные элементы зональной технологии возделывания капусты белокочанной поздней при капельном поливе.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов диссертационного исследования обусловлена применением апробированных методик проведения экспериментов, их статистической обработкой, проверкой разработанных элементов технологии возделывания капусты белокочанной поздней при капельном способе полива в производственных условиях.

Основные результаты исследований были изложены на выступлениях в научно-практических международных конференциях: «Вавиловские чтения» (Саратов, 2014); «Экологическая стабилизация аграрного производства» (Саратов, 2015 г.), «Основы рационального природопользования» (Саратов, 2016 г.), «Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации» (Волгоград, 2016 г.), «Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования» (Волгоград, 2017 г.), «Агрохимикаты в 21 веке: теория и практика применения» (Нижний Новгород, 2017 г.), «Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия» (Курск, 2017 г.), национальных научно-практических конференциях: «Актуальные проблемы и перспективы инновационной агроэкономики» (Саратов, 2020), «Аграрная наука и образование: проблемы и перспективы» (Саратов, 2021); на Международном научном форуме «Наука и инновации – современные концепции» (Москва 2020), ежегодных конференциях профессорско-преподавательского состава и аспирантов Саратовского ГАУ (Саратов, 2014-2021).

Публикации. По материалам диссертационных исследований было опубликовано 15 научных работ, в том числе 4 статьи – в изданиях, рекомендованных ВАК России для публикации материалов докторских и

кандидатских диссертаций. Общий объем публикаций – 7,7 условных печатных листов, в том числе лично автора – 3,27.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, заключения и предложений. Изложена на 151 странице и включает 23 таблицы, 68 рисунков и 3 приложения. Список использованной литературы представлен 207 наименованиями, из них 6 на иностранных языках.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение включает в себя обоснование актуальности проведенных исследований, их цель и задачи, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, степень достоверности и апробацию полученных результатов, а также основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава «Изученность вопроса и обоснование задач исследований» содержит аналитический обзор научных исследований по изучению особенностей возделывания капусты белокочанной поздней в открытом грунте. При этом основное внимание было направлено на водно-балансовые исследования, специфику применения капельного орошения и минеральных удобрений, вынос питательных веществ изучаемой культурой. Проведенный анализ позволил обоснованно выбрать направление исследований.

Вторая глава «Условия, методика и схема проведения исследований» посвящена описанию природно-климатических условий места проведения полевых исследований, их методики и схемы полевого эксперимента.

Опыт был заложен на полях УНПК «Агроцентр» ФГБОУ ВО Саратовского ГАУ (4-ая природно-экономическая сельскохозяйственная микрорайон Саратова области). Климат микрорайона умеренно-континентальный, с теплым летом и холодной зимой (среднемесячные температуры $+22^{\circ}$ – $+25^{\circ}\text{C}$ в июле-августе и -10° – -15°C в январе-феврале). Безморозный период продолжается от 140 до 162 дней. Среднегодовая сумма осадков 420–450 мм (270–290 мм в теплый период года). Гидротермический коэффициент 0,8–0,9 (засушливая зона).

Почва опытного участка – чернозем южный среднесуглинистый, типичный для зоны проведения исследований, с высоким содержанием гумуса (5,62%), а также очень высокой обеспеченностью доступным фосфором и обменным калием (12,50 и 193,94 мг на 100 г почвы соответственно). Плотность сложения пахотного слоя 1,10, подпахотного 1,27 т/м³, наименьшая влагоемкость в этих слоях 25,81 и 23,50% от массы абсолютно сухой почвы.

Исследования проводились в 2014, 2016 и 2017 гг., из которых 2014 и 2016 гг. были засушливыми, 2017 г. – влажным (ГТК 0,8; 1,0 и 1,22, суммы осадков 210,3; 248,5; 283,9 мм соответственно по годам). Суммы эффективных температур за вегетацию изучаемой культуры по тем же годам составили 2155, 2058, 1925 $^{\circ}\text{C}$.

Объектами исследований были позднеспелый сорт Амагер-611 и позднеспелый гибрид Колобок F1.

Схемы двух проведенных двухфакторных опытов включали в себя 3 режима влажности (фактор А) и три нормы удобрений (фактор В) (Табл. 1) .

Таблица 1 – Схемы опытов

Фактор А		Фактор В	
Влажность расчетного слоя почвы, НВ		Расчетные нормы минеральных удобрений, кг д.в./га	
A1	0,7 – 1,0	B1	Контроль (без удобрений)
A2	0,8 – 1,0	B2	N100P50K40 (на урожай 40 т/га)
A3	0,9 – 1,0	B3	N190P80K70 (на урожай 70 т/га)

При поливе расчетный слой почвы 0,3 м в период «посадка – начало образования кочана»; 0,5 м – в период «начало образования кочана – техническая спелость». Расчет норм удобрений проводился балансовым методом на планируемый урожай кочанов с использованием коэффициентов возмещения выноса с учетом обеспеченности почвы питательными элементами.

Для проведения поливов капусты использовали систему капельного орошения с капельными линиями «Golddrip» (капельницы – встроенные полукомпенсированные, расход – 2,0 л/ч при давлении 0,8 – 2,0 атм).

Полевой эксперимент заложен методом расщепленных делянок в трехкратной повторности, площадь делянки – 30 м².

Основные и сопутствующие наблюдения проводились в соответствии с общепринятыми методиками и ГОСТами: плотность почвы – по методу режущих колец Н.А. Качинского (ГОСТ12536-79), наименьшая влагоемкость – методом заливаемых площадок, влажность почвы – термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89), нитрификационная способность почвы – по методу С.П. Кравкова (ГОСТ 26107-84), содержание подвижного фосфора и обменного калия – по методу Б.П. Мачигина (ГОСТ 26205-84), масса корневой системы – методом Н.З. Станкова, содержание в растениях азота – фотометрическим индо-фенольным методом (ГОСТ Р 50466-93), фосфора – с молибденовым аммонием (ГОСТ 26657-85), калия – методом пламенной фотометрии, фенологические и биометрические исследования, учет урожая – по методике опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве под ред. В.Ф. Белика (1992), математическая обработка опытных данных проведена по методике Б.А. Доспехова (1985) с помощью программы STATISTIKA 5.5 и процессора электронных таблиц Microsoft Excel XP, экономическая эффективность – прямым расчетом по технологическим картам с применением действующих нормативов, расценок и цен с использованием «Методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель» (РД-АПК3.00.01.003-03).

Третья глава «Водно-балансовые исследования» содержит параметры изучаемых в полевых экспериментах режимов капельного орошения, динамику влажности почвы, величину, структуру и динамику суммарного водопотребления капусты белокочанной поздней по периодам ее роста и

развития, среднесуточную эвапотранспирацию и биоклиматические коэффициенты, показатели эффективности использования влаги и оросительной воды в зависимости от режимов капельного полива и норм минеральных удобрений.

В среднем за годы исследований было проведено на вариантах с влажностью 0,7–1,0 НВ расчетного слоя почвы – 7 поливов; на вариантах 0,8–1,0 НВ – 11 и 0,9–1,0 НВ – 23 полива, при их суммарной длительности 19,3; 22,3 и 23,3 часа соответственно, без учета продолжительности проведения припосевного полива нормой 40 м³/га (Таблица 2).

Таблица 2 – Параметры режимов работы системы капельного орошения капусты белокочанной поздней (среднее за 2014, 2016 - 2017 гг.)

№ пп	Параметр	Влажность расчетного слоя почвы		
		0,7-1,0 НВ	0,8-1,0 НВ	0,9-1,0 НВ
1	Оросительная норма, м ³ /га	2344	2743	2951
2	Общая продолжительность работы системы, ч	19,3	22,3	23,3
3	Припосевная поливная норма, м ³ /га	40	40	40
4	Минимальная поливная норма, м ³ /га	237	168	84
5	Максимальная поливная норма, м ³ /га	426	284	142
6	Количество поливов	7	11	23

Средняя по годам исследований эвапотранспирация капусты белокочанной поздней возрастала от 5070 м³/га при поддержании влажности 0,7-1,0 НВ активного слоя почвы, при влажности 0,8-1,0 НВ - 5416 м³/га и до 5612 м³/га при 0,9-1,0 НВ (Рис.1).

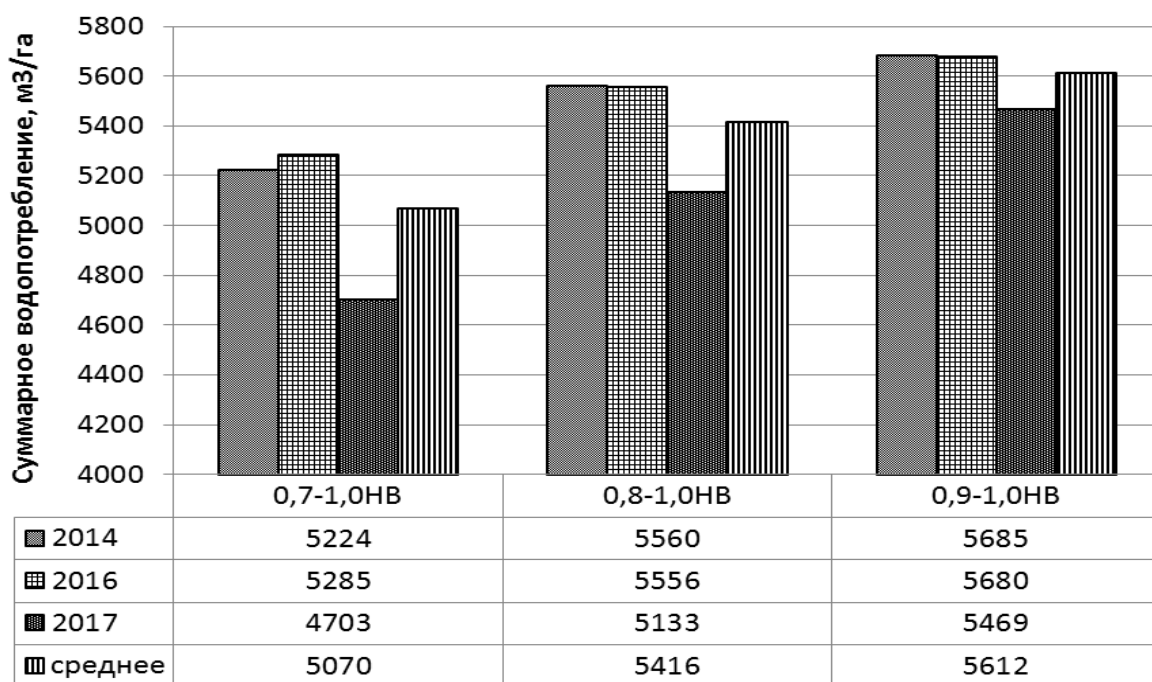


Рисунок 1 – Суммарное водопотребление в среднем за 2014, 2016, 2017 гг.

За годы исследований в среднем в зависимости от режима увлажнения доля поливной воды в суммарном водопотреблении капусты менялась от 46,2% (0,7-1,0 НВ) до 50,7 – 52,6% (0,8-1,0 НВ и 0,9-1,0 НВ). Доля осадков составляла 48,8 – 45,7 и 44,1 %. Вклад почвенных влагозапасов был малым – от 3,3 до 5,0% (Рисунок 2).

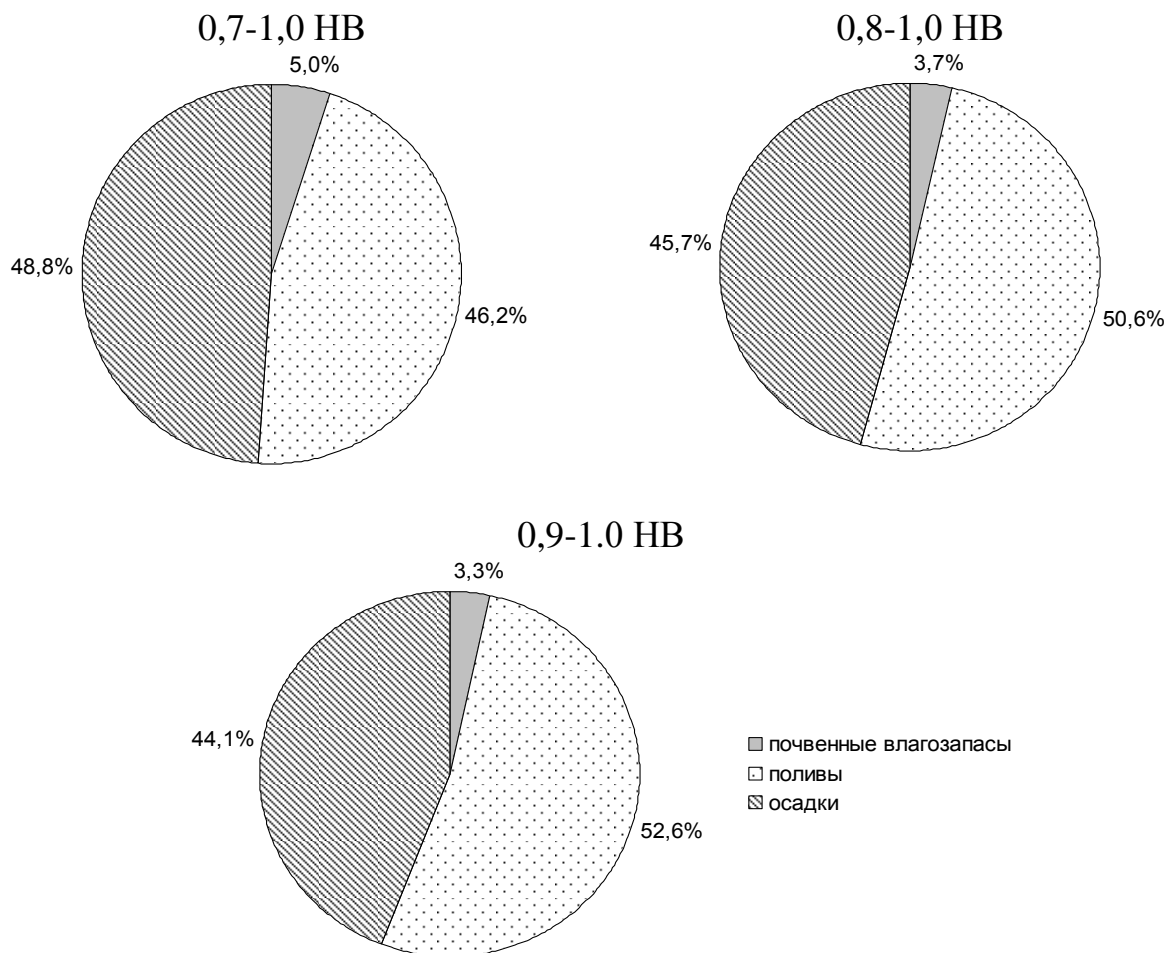


Рисунок 2 – Структура суммарного водопотребления при разных режимах орошения в среднем за 2014, 2016, 2017 гг.

По данным полевого эксперимента, максимальное суточное водопотребление капусты приходится на период с начала июля по конец сентября («начало завивания кочана – техническая спелость»), когда усиленно нарастает розетка и отмечается наибольшая площадь листьев, а также фиксируются высокие температуры и испаряемость (Таблица 3).

В целом за вегетационный период среднесуточное водопотребление белокочанной поздней капусты было 42,49 м³/га при умеренном режиме полива (вариант 0,7 - 1,0 НВ); 44,87 м³/га – при повышенном (вариант 0,8-1,0 НВ); 47,42 м³/га – при интенсивном (вариант 0,9-1,0 НВ)

Биоклиматические коэффициенты по методу А.М. Алпатьева для капусты белокочанной на капельном поливе для природно-климатических условий Саратовского Правобережья приведены на рисунке 3.

Таблица 3 – Водопотребление капусты белокочанной суточное в разные вегетационные периоды при различных режимах капельного полива (среднее за 2014, 2016, 2017 гг.)

Вариант	Среднесуточное водопотребление, м ³ /га в сутки		
	Посадка – начало завивания кочана	Начало завивания кочана – техническая спелость	Посадка – техническая спелость
0,7-1,0 НВ	23,21	50,51	42,49
0,8-1,0 НВ	22,41	53,68	44,87
0,9-1,0 НВ	22,31	56,56	47,42

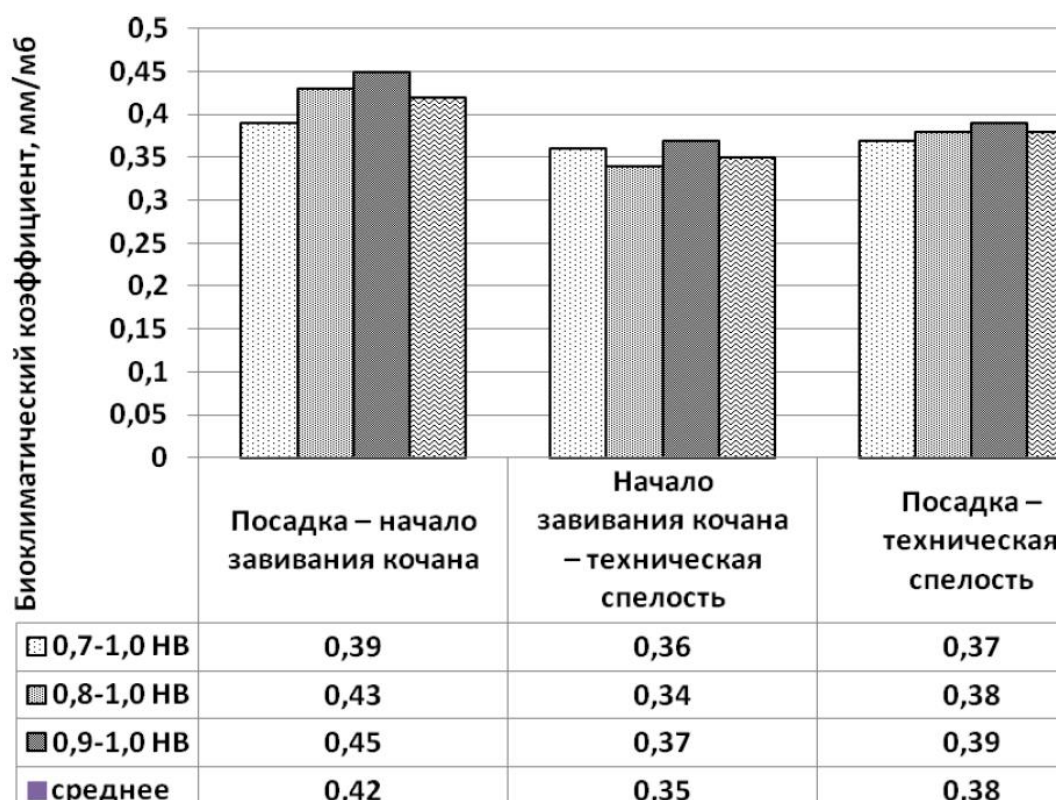


Рисунок 3 – Биоклиматические коэффициенты капусты белокочанной при разных режимах влажности при капельном поливе в условиях черноземной степи Саратовском Правобережье по методу А.М. Алпатьева

В среднем за вегетационный период по всем изученным режимам полива биоклиматические коэффициенты поздней капусты белокочанной равны 0,38 мм/мб.

У гибрида Колобок F1 повышение нижней границы влажности почвы с 0,7 до 0,8 и далее до 0,9 НВ, а также более интенсивное применение удобрений способствовало более эффективному расходованию влаги и поливной воды на формирование кочанов. Наиболее эффективно влага и поливная вода использовались при сочетании влажности 0,9-1,0 НВ и нормы удобрений N190P80K70: коэффициент водопотребления был 80,6, а использования поливной воды 33,4 м³/т. У сорта Амагер 611 повышение нижней границы влажности почвы приводило к увеличению затрат влаги и

поливной воды на формирование единицы товарной продукции, а применение удобрений, напротив, способствовало более экономному их использованию. Наиболее эффективно влага и оросительная вода использовались при сочетании влажности 0,7 – 1,0 НВ и нормы удобрения N190P80K70 (коэффициенты водопотребления и использования оросительной воды 63,3 и 29,3 м³/т соответственно).

Четвертая глава «Влияние режимов капельного полива и норм удобрений на потребление и вынос элементов питания» содержит результаты изучения воздействия поддерживаемых границ увлажнения почвы и норм вносимых минеральных удобрений на потребление и вынос элементов питания растениями капусты белокочанной поздней.

Общее потребление азота сортом Амагер 611 колебалось от 103,26 до 186,71; фосфора от 31,66 до 57,41, калия от 138,98 до 252,72 кг на гектар, гибридом Колобок F1 соответственно от 52,51 до 117,57; от 16,24 до 36,10 и от 71,16 до 158,99 кг на гектар. При этом наибольшие значения потребления элементов питания капустой были отмечены при режиме орошения 0,9 – 1,0 НВ и норме удобрений N190P80K70. Общий вынос азота сортом Амагер 611 колебался от 99,35 до 171,87; фосфора от 30,40 до 52,88, калия от 133,66 до 232,84 кг на гектар, гибридом Колобок F1 соответственно от 47,30 до 99,02; от 14,56 до 30,43, от 64,07 до 134,14 кг на гектар.

Средний по всем вариантам опыта вынос на 1 т кочанов у сорта Амагер 611 составил: азота 1,76, фосфора 0,53, калия 2,40, у гибрида Колобок F1 соответственно 1,27; 0,39 и 1,74 кг действующего вещества. Интенсификация поливного режима капусты белокочанной поздней не оказывала заметного влияния на данный показатель. В то же время внесение минеральных удобрений и увеличение их норм приводили к увеличению выноса элементов питания на единицу товарной и соответствующее количество побочной продукции (Таблица 4).

Таблица 4 – Вынос элементов питания на единицу продукции капусты белокочанной поздней (в среднем за 2014, 2016, 2017 гг.), кг/т кочанов

Вариант	Амагер 611			Колобок F1		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
A1B1	1,51	0,46	2,04	1,03	0,32	1,39
A1B2	1,80	0,53	2,50	1,38	0,40	1,91
A1B3	1,88	0,58	2,54	1,57	0,48	2,12
A2B1	1,49	0,46	2,01	0,93	0,29	1,26
A2B2	1,85	0,54	2,57	1,29	0,38	1,80
A2B3	1,86	0,57	2,52	1,49	0,46	2,02
A3B1	1,48	0,45	1,99	1,01	0,31	1,35
A3B2	1,93	0,57	2,67	1,33	0,39	1,84
A3B3	2,01	0,62	2,72	1,42	0,44	1,93

Пятая глава «Влияние режимов капельного полива и норм удобрений на продуктивность и качество капусты белокочанной поздней» включает результаты исследований воздействия режимов орошения и норм удобрений

на урожайность и качество изучавшихся сортов и гибридов культуры (Таблица 5).

Таблица 5 – Урожайность капусты белокочанной поздней при разных режимах капельного орошения и нормах удобрений (средняя за 2014, 2016, 2017 гг.)

Вариант	Сорт Амагер 611			Гибрид Колобок F1		
	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га, от		Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га, от	
		А	В		А	В
A1B1	65,68	–	–	46,07	–	–
A1B2	72,94	–	7,27	51,71	–	5,64
A1B3	80,13	–	14,46	60,78	–	14,71
Средняя по А1	72,92	–		52,85	–	
A2B1	68,63	2,95	–	51,00	4,93	–
A2B2	76,03	3,08	7,40	56,99	5,28	5,99
A2B3	83,76	3,63	15,13	65,50	4,72	14,50
Средняя по А2	76,14	3,22		57,83	4,98	
A3B1	71,12	5,44	–	55,61	9,54	–
A3B2	76,24	3,30	5,13	60,60	8,89	4,9
A3B3	85,59	5,45	14,47	69,58	8,80	13,97
Средняя по А3	77,65	4,73		61,93	9,08	
Средняя по	B1	68,48	–	50,89		
	B2	75,07	6,59	56,43		5,54
	B3	83,16	14,68	65,29		14,4
НСР05А	2,45			2,00		
НСР05В	1,65			2,20		
НСР05АВ	8,55			8,80		

Более отзывчив к улучшению водного питания гибрид Колобок F1, у которого достоверная прибавка урожая при повышении нижней границы диапазона влажности почвы с 0,7 до 0,8, и с 0,8 до 0,9 НВ равнялась 4,98 и 4,10 т/га. Для сорта Амагер 611 достоверный рост урожайности на 3,22 т/га отмечен только при повышении влажности перед поливом с 0,7 до 0,8 НВ.

С помощью программного комплекса STATISTIKA 5.5, были разработаны модели нелинейной регрессионной зависимости урожайности капусты сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 от норм внесенных удобрений и оросительной нормы (Рисунок 4).

Эти нелинейные регрессионные модели описываются следующими полиномами второй степени.

Для сорта Амагер 611:

$$Y = -131,56 + 0,151 \cdot M - 0,027 \cdot D - 3,08 \cdot 10^{-5} \cdot M^2 + 1,80 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot D + 5,65 \cdot 10^{-5} \cdot D^2$$

Для гибрида Колобок F1:

$$Y = -100,05 + 0,107 \cdot M - 0,064 \cdot D - 1,81 \cdot 10^{-5} \cdot M^2 - 5,28 \cdot 10^{-6} \cdot M \cdot D - 1,124 \cdot 10^{-4} \cdot D^2$$

где Y – урожайность, т/га; D – суммарные нормы удобрений; кг д.в./га; M – оросительная норма, м³/га.

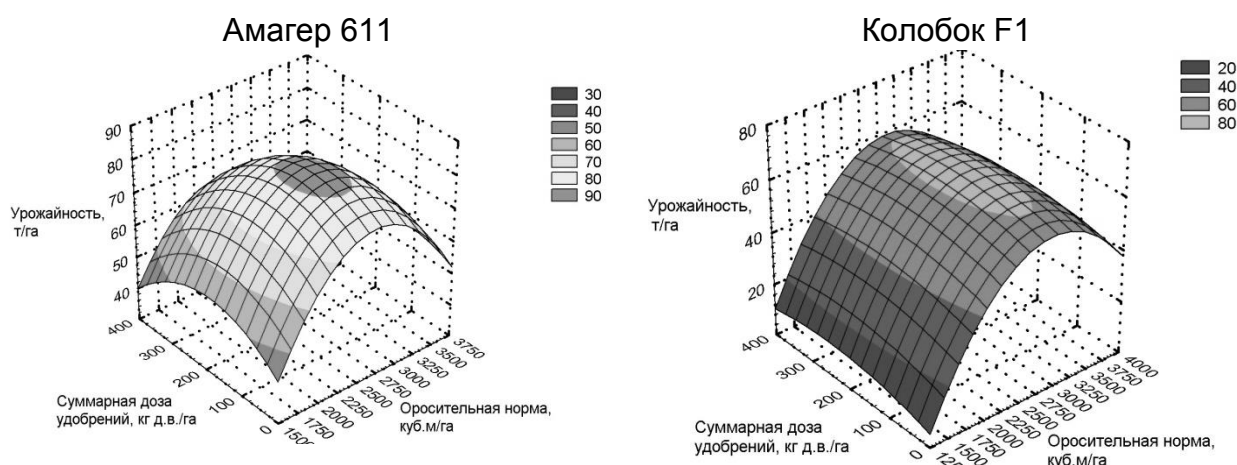


Рисунок 4 – Зависимости урожайности капусты от оросительной нормы и суммарной нормы удобрений

Оценки достоверности данных моделей, полученные методом перекрестной проверки с использованием критерия Нэша-Сатклиффа E (E = 99,35% Амагер 611 и E = 73,73% Колобок F1), показали – их можно использовать для прогнозирования урожайности капусты белокочанной поздней в зависимости от норм удобрений и эвапотранспирации в пределах, изученных в опыте.

Биохимические показатели качества полученных кочанов капусты белокочанной поздней представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели качества кочанов капусты белокочанной поздней по вариантам опыта (средние за 2014, 2016, 2017 гг.)

Вариант	Содержание							
	сухих веществ, %		сахаров, %		витамина С, мг/кг		NO ₃ , мг/кг сырой массы	
	Амагер 611	Колобок F1	Амагер 611	Колобок F1	Амагер 611	Колобок F1	Амагер 611	Колобок F1
A1B1	6,9	8,6	4,1	3,2	42,1	35,0	198	151
A1B2	7,2	8,9	4,2	3,3	44,0	33,0	225	169
A1B3	7,3	9,2	4,6	3,3	45,0	33,0	330	182
A2B1	6,5	8,0	4,1	2,9	42,0	32,0	196	108
A2B2	6,9	8,4	4,1	3,0	42,8	32,0	232	121
A2B3	7,0	8,4	4,3	3,2	44,3	31,0	305	132
A3B1	6,2	7,1	3,9	2,8	40,0	29,0	189	109
A3B2	6,5	8,0	4,0	3,0	40,7	31,0	238	117
A3B3	7,3	8,2	4,3	3,0	44,0	29,0	321	133

Улучшение водного питания за счет повышения нижней границы влажности почвы с 0,7 до 0,8 и 0,9 НВ приводило к уменьшению содержания в кочанах капусты белокочанной поздней сухих веществ, сахаров и витамина «С» соответственно на 10,0, 7,5 и 7,9%. Напротив, улучшение минерального питания за счет внесения удобрений и повышения их норм в основном оказывало положительное влияние на биохимические показатели качества урожая культуры. При этом использование изучаемых норм удобрений не

приводило к превышению предельно допустимой концентрации нитратов в кочанах капусты (ПДК для капусты белокочанной поздней по нитратам 500 мг/кг сырой массы).

Шестая глава «Оценка экономической эффективности изучаемых приемов выращивания капусты белокочанной поздней при капельном поливе на черноземе южном» содержит расчеты затрат и показателей экономической эффективности изученных режимов капельного орошения и норм минеральных удобрений капусты белокочанной в условиях черноземной степи Саратовского Правобережья. Эти расчеты показали высокую рентабельность и дисконтированную доходность данной культуры при изучаемом способе полива (Таблицы 7, 8).

Таблица 7 – Показатели экономической эффективности выращивания капусты белокочанной поздней сорта Амагер 611 на капельном поливе

Вариант	Рентабельность, %	Чистый дисконтированный доход, тыс.р./га	Индексированный индекс доходности	Чистый дисконтированный доход, тыс.р./га	Индексированный индекс доходности
		1 год эксплуатации		2 год эксплуатации	
A1B1	121,5	-8,28	0,96	100,06	1,32
A1B2	158,9	37,16	1,16	186,62	1,57
A1B3	188,2	74,76	1,32	258,25	1,77
A2B1	142,1	13,29	1,06	141,14	1,44
A2B2	181,1	61,95	1,27	233,84	1,71
A2B3	207,8	97,62	1,41	301,79	1,90
A3B1	173,5	48,13	1,21	207,51	1,65
A3B2	191,3	76,33	1,33	261,23	1,80
A3B3	221,7	116,79	1,49	338,31	2,01

Таблица 8 – Показатели экономической эффективности выращивания капусты белокочанной поздней гибрида Колобок F1 на капельном поливе

Вариант	Рентабельность, %	Чистый дисконтированный доход, тыс.р./га	Индексированный индекс доходности	Чистый дисконтированный доход, тыс.р./га	Индексированный индекс доходности
		1 год эксплуатации		2 год эксплуатации	
A1B1	51,9	-76,94	0,66	-30,74	0,90
A1B2	65,7	-59,80	0,74	1,92	1,01
A1B3	99,5	-21,18	0,91	75,48	1,23
A2B1	71,4	-57,22	0,75	6,84	1,02
A2B2	92,0	-31,69	0,86	55,47	1,17
A2B3	121,6	3,80	1,02	123,06	1,37
A3B1	95,1	-31,32	0,86	56,17	1,18
A3B2	112,6	-7,72	0,97	101,11	1,31
A3B3	146,0	33,29	1,14	179,24	1,54

Наибольшие рентабельность, чистый дисконтированный доход и дисконтированный индекс доходности на 2-ой год эксплуатации системы капельного орошения составили для сорта Амагер 611: 221,7%; 338,31 тыс.р./га и 2,01; гибрида Колобок F1: 146%; 179,24 тыс.р./га и 1,54.

На всех вариантах опыта (кроме жесткого режима орошения без внесения удобрений) произведенные капитальные вложения и затраты на выращивание капусты белокочанной поздней сорта Амагер 611 окупались за 1-ый год, на большинстве остальных вариантов агротехнологии возделывания гибрида Колобок F1 – во 2-ой год, что показывает превышение значений дисконтированного индекса доходности уровня 1,0.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Водно-балансовые исследования плантаций капусты белокочанной поздней при капельном способе полива показали, что в природно-климатических условиях черноземно-степной зоны Правобережья Саратовской области суммарное водопотребление изучаемой культуры в среднем за три года исследований составило: при поддержании влажности расчетного слоя почвы 0,7-1,0 от НВ – 5070 м³/га, 0,8-1,0 от НВ – 5416 м³/га, 0,9-1,0 от НВ – 5611 м³/га; при среднесуточном водопотреблении за вегетацию в целом 42,49 м³/га, 44,87 м³/га и 47,42 м³/га для режимов влажности соответственно.

2. Основной приходной статьей эвапотранспирации было поступление влаги с поливной водой (46,2% при 0,7-1,0 НВ; 50,7% при 0,8-1,0 НВ и 52,6% при 0,9-1,0 НВ, а также с осадками (48,8%, 45,7% и 44,1% соответственно). Рост засушливости вегетационного периода капусты приводил к увеличению доли поливной воды в водопотреблении культуры с 39,3% в 2017 г. (влажный) до 57,0% в 2014 г. (засушливый).

3. Основная часть влаги (от 83,9 до 87,4% суммарного водопотребления) потреблялась капустой белокочанной поздней в период начала завивания кочанов до технической спелости культуры. В этот же период наблюдалось максимальное среднесуточное водопотребление 50,51 м³/га, 53,68 м³/га и 56,56 м³/га для режимов 0,7-1,0 НВ, 0,8-1,0 НВ и 0,9-1,0 НВ.

4. Биоклиматические коэффициенты капусты белокочанной поздней при ее возделывании в черноземно-степной зоне правобережных районов Саратовской области в среднем за период вегетации культуры были равны 0,38 мм/мб и 0,19 мм/°С. Максимальные значения наблюдались в период «Начало завивания кочана – техническая спелость».

5. Режим орошения с поддержанием влажности расчетного слоя почвы в диапазоне 0,7-1,0 от НВ реализуется с помощью проведения 7 вегетационных поливов при суммарной продолжительности работы системы 19,3 часа; режим влажности 0,8-1,0 НВ – 11 поливов продолжительностью 22,3 часа; режим орошения 0,9-1,0 НВ – 23 полива продолжительностью 23,3 часа в среднем за три года исследований. При этом в режиме капельного полива с поддержанием влажности почвы в диапазоне 0,7-1,0 НВ наиболее

эффективно использовалась как влага (коэффициент водопотребления 63,3 м³/т), так и оросительная вода (коэффициент использования оросительной воды 29,3 м³/т).

6. Общее потребление и вынос элементов питания капустой белокочанной поздней при капельном поливе на черноземе южном, с хорошей гумусированностью и высоким содержанием доступного фосфора и обменного калия достигают соответственно: азота 186,71 и 171,87 кг/га, фосфора 57,4 и 52,88 кг/га, калия 252,72 и 232,84 кг/га. Увеличение числа поливов и норм минеральных удобрений приводили к росту общего выноса элементов питания.

7. Однако интенсификация водного режима почвы не оказывала существенного влияния на вынос элементов питания на 1 т товарной продукции капусты белокочанной поздней, которые составили для сорта Амагер 611 1,76, 0,53, 2,4 кг д.в. азота, фосфора и калия соответственно; для гибрида Колобок F1– 1,27, 0,39 и 1,74; увеличиваясь с повышением норм минеральных удобрений.

8. Оптимальным сочетанием основных элементов агротехнологии возделывания капусты белокочанной поздней при ее выращивании на капельном поливе в черноземно-степной зоне Саратовского Правобережья было: поддержание влажности расчетного почвенного слоя от 0,9 до 1,0 НВ и норма минеральных удобрений, рассчитанная на планируемую урожайность 70 т/га. При этом была достигнута максимальная урожайность 85,59 т/га и 69,58 т/га кочанов сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 соответственно, которая, однако, приводила к уменьшению содержания в кочанах сухих веществ на 10%, сахаров на 7,5% и аскорбиновой кислоты на 7,9%. В то же время, улучшение минерального питания повышало содержание сахаров, сухих веществ и витамина С, а также нитратов на 15,8-47,5%. При этом содержание нитратов было ниже ПДК.

9. Сочетание данных элементов агротехнологии возделывания капусты белокочанной поздней при ее выращивании на капельном поливе в черноземно-степной зоне Саратовского Правобережья было оптимальным и по совокупности экономических показателей для сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 соответственно: наименьшей себестоимости 264,2 и 173,8 тыс. руб./га; наибольшей рентабельности 221,7 и 146,0%; и дисконтированного индекса доходности – 2,01 и 1,54.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях черноземной степи Саратовского Правобережья для получения до 85 т/га кочанов капусты белокочанной поздней с обеспечением уровня рентабельности свыше 200% и минимальном расходе оросительной воды (35 м³/т) рекомендуется: применять капельное орошение, выращивать сорт Амагер 611; вносить минеральные удобрения, рассчитанные на планируемую урожай с учетом содержания в почве элементов питания и поддерживать влажность в диапазоне 0,9-1,0 НВ в почвенном слое 0-0,3 м до

начала завивания кочанов и 0-0,5 м в дальнейшем с помощью проведения 19 поливов во влажный год и 26 поливов, в засушливый год поливной нормой 84 и 142 м³/га. При разработке для систем капельного полива эксплуатационных режимов орошения, а также расчета норм минеральных удобрений по выносу элементов питания с планируемым урожаем применять биоклиматические коэффициенты капусты белокочанной поздней и вынос питательных элементов НРК на 1 т кочанов и сопутствующей продукции.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Изучение особенностей эвапотранспирации расширенного списка районированных сортов и гибридов капусты белокочанной поздней; разработка режимов капельного орошения, дифференцированных по диапазону влажности расчетного слоя почвы в зависимости от фазы роста и развития культуры, уточнение доли увлажняемой площади от общей площади поля при поливе капусты капельным способом на черноземе южном при разных поливных нормах.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ

1. **Рябцева, Т.Г.** Влияние режимов капельного орошения капусты белокочанной / Т.Г. Рябцева, // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 4-1 (35). – С. 118-120.

2. **Рябцева, Т.Г.** Коэффициент водопотребления капусты белокочанной поздней сорта Амагер 611 / Т.Г. Рябцева // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 5-6 (47). – С. 57-59.

3. **Рябцева, Т.Г.** Выращивание капусты белокочанной и баклажан при капельном поливе в Саратовском Правобережье / Т.Г. Рябцева, К.С. Голик Н.А. Пронько // Аграрный научный журнал. – 2017. – №12. – С. 45-48.

4. Пронько, Н.А. Водопотребление капусты белокочанной при капельном орошении в Саратовском Правобережье / Н.А. Пронько, **Т.Г. Рябцева** // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 1.– С. 27-30.

Статьи в научных сборниках и журналах:

5. Пронько, Н.А. Рекомендации по эксплуатации систем капельного полива овощных культур в условиях Саратовской области / Н.А. Пронько, Е.И. Бикбулатов, **Т.Г. Рябцева**, Ю.С. Шушков, Д.А. Степанченко, К.С. Голик, О.Ю. Холуденева // Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова», 2014. – 40 с.

6. Пронько, Н.А. Рекомендации по режимам капельного орошения овощных культур в условиях Саратовской области / Н.А. Пронько, Е.И. Бикбулатов, **Т.Г. Рябцева**, Ю.С. Шушков, Д.А. Степанченко, Голик К.С // Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова», 2014. – 26 с.

7. Пронько, Н.А. Урожайность капусты белокочанной при разных режимах капельного орошения в черноземной степи Саратовской области /

Н.А. Пронько, **Т.Г. Рябцева** // Вавиловские чтения: сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 127-й годовщине со дня рождения Н.И. Вавилова. – Саратов, 2014. – С. 70-72.

8. Пронько, Н.А. Влияние удобрений на урожайность капусты белокочанной при капельном орошении в Саратовской области / Н.А. Пронько, **Т.Г. Рябцева** // Экологическая стабилизация аграрного производства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов: НИИСХ Ю-В, 2015. – С. 58-60.

9. **Рябцева, Т.Г.** Использование питательных веществ капустой белокочанной / **Т.Г. Рябцева** // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: материалы Межд. науч.-практ. конф. – Саратов: Амирит, 2016. – С.101-103.

10. Пронько, Н.А. Выращивание капусты белокочанной при капельном орошении на черноземе южном нижнего Поволжья / Н.А. Пронько, **Т.Г. Рябцева** // Основы рационального природопользования: сборник материалов V Межд. науч.-практ. конф. – Саратов, 2016. – С. 138-142.

11. Пронько, Н.А. Капельное орошение капусты белокочанной на черноземе южном нижнего Поволжья / Н.А. Пронько, **Т.Г. Рябцева** // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: сб. статей Межд. науч.-практ. конф. – Волгоград: ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ», 2017. – С. 138-142.

12. Пронько, Н.А. Влияние минеральных удобрений на урожайность капусты и моркови при капельном поливе в черноземной степи Саратовского Правобережья / Н.А. Пронько, **Т.Г. Рябцева**, Е.И. Бороздина // «АГРОХИМИКАТЫ в XXI веке: теория и практика применения»: сб. ст. Межд. научно-практ. конф. – Нижний Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 112-115.

13. Пронько, Н.А. Повышение урожайности овощей при капельном поливе на черноземе южном в Саратовском Правобережье / Н.А. Пронько, К.С. Голик, **Т.Г. Рябцева** // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: Сборник докладов Межд. науч.-практ. конф. – Курск, 2017. – С. 265-268.

14. **Рябцева Т.Г.** Оптимальные режимы капельного орошения капусты белокочанной на черноземе южном Нижнего Поволжья / **Т.Г. Рябцева** // Актуальные проблемы и перспективы инновационной агроэкономики: сборник статей Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, ООО «ЦеСАин», 2020. – С. 407

15. **Рябцева, Т.Г.** Агромелиоративные приемы повышения эффективности возделывания овощных культур в Нижнем Поволжье // **Т.Г. Рябцева, Н.А. Пронько, Д.А. Степанченко** // сборник научных статей Международного научного форума наука и инновации – современные концепции. 2020. г. Москва. Том. 2. С.102-109.