

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

**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

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

**Научный руководитель:**

доктор сельскохозяйственных наук  
профессор Н.А. Пронько

Саратов – 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1 ИЗУЧЕННОСТЬ ВОПРОСА И ОБОСНОВАНИЕ ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	10
1.1 Потребительские свойства, особенности биологии и агротехника возделывания капусты белокочанной поздней .....	10
1.2 Водно-балансовые исследования поливной капусты белокочанной поздней .....	15
1.3 Исследования минерального питания при выращивании капусты белокочанной поздней при орошении.....	23
1.4 Заключение.....	29
ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, МЕТОДИКА И СХЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	30
2.1 Почвенно-климатические условия места проведения полевого эксперимента.....	30
2.1.1 Климат.....	30
2.1.2 Почвы .....	33
2.1.3 Погодные условия в годы проведения опытов .....	35
2.2 Схема опыта .....	42
2.3 Агротехнические условия и техника полива.....	44
2.4 Методики основных и сопутствующих исследований и наблюдений.....	51
Глава 3 ВОДНО-БАЛАНСОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	54
3.1 Параметры режимов капельного орошения капусты белокочанной поздней и водный режим почвы.....	54
3.2 Показатели суммарного водопотребления капусты белокочанной поздней .....	57
3.3 Динамика эвапотранспирации капусты белокочанной поздней по периодам роста и развития .....	61
3.4 Среднесуточное водопотребление и биоклиматические коэффициенты капусты белокочанной поздней при капельном орошении.....	63
3.5 Эффективность использования влаги и оросительной воды капустой белокочанной поздней при разных режимах капельного орошения и системах минеральных удобрений .....	66
Глава 4 ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА И НОРМ УДОБРЕНИЙ НА ПОТРЕБЛЕНИЕ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ .....	73

4.1 Потребление элементов питания.....	73
4.1.1 Потребление азота.....	73
4.1.2 Потребление фосфора.....	77
4.1.3 Потребление калия.....	80
4.2 Общий вынос элементов питания.....	82
4.3 Вынос элементов питания на единицу товарной продукции и соответствующее количество побочной продукции.....	91
Глава 5 ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА И НОРМ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ ПОЗДНЕЙ.....	98
5.1 Урожайность и качество продукции .....	98
5.2 Закономерности влияния на урожайность режимов капельного полива и норм минеральных удобрений.....	105
5.3 Влияние режимов влагообеспечения и минерального питания на качество урожая капусты белокочанной поздней.....	109
Глава 6 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗУЧАЕМЫХ ПРИЕМОМ ВЫРАЩИВАНИЯ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ ПОЗДНЕЙ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ЮЖНОМ.....	118
6.1 Затраты .....	118
6.2 Показатели экономической эффективности .....	123
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	129
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ.....	131
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.....	131
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	133
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	152

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** Капуста белокочанная, как ранняя, так и, особенно, поздняя издревле является важнейшей для большей части населения нашей страны 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. Несмотря на внедрение в последние годы в практику овощеводства многих нетрадиционных для нашей страны культурных растений, в том числе семейства капустных, наибольшие посевные площади среди овощей занимает именно белокочанная капуста. По данным Росстата посевная площадь капусты ранней, среднеранней и поздней в хозяйствах всех категорий в 2020 г. составила 76,8 тыс. га, что на 1,39% (на 1,0 тыс. га) выше, чем в 2019 г., и на 8,11% (на 6,8 тыс. га) ниже значений пятилетней давности (2015 г.). В крупных сельскохозяйственных организациях площадь капусты была на отметках в 46,6 тыс. га (61,0% в общем размере), по отношению к 2019 г., по расчетам АБ-Центр, были сокращены на 0,9 тыс. га (к 2015 г. - на 9,5 тыс. га). В сельхозорганизациях и крестьянско-фермерских хозяйствах, площадь посевная за 2020 г. составила 30,3 тыс. га (39,5% в общих размерах). В период годичных данных они, по расчетам АБ-Центр, возросли на 6,8% (на 1,9 тыс. га), за пятилетку лет - на 9,4 % (на 2,6 тыс. га). В возделывании капусты белокочанной происходит переход от крупных, рассчитанных в основном на полив дождеванием, плантаций, к небольшим севооборотным участкам, на которых гораздо более эффективно капельное орошение, активно развивающееся в хозяйствах аграрного комплекса аридных и субаридных регионов России. Возделывание капусты по России все чаще опирается на технологии капельного орошения. Применение капельного полива позволяет снизить затраты на единицу площади (экономия воды и удобрений) и получение повышенной урожайности. Это

особенно актуально в условиях растущей конкуренции на рынке овощей. Широкое и бурное распространение систем капельного полива обуславливается как экологичностью данного способа орошения, так и его высокой экономической эффективностью, складывающейся из роста продуктивности возделываемых культур и снижения затрат оросительной воды и энергии на ее подачу (в условиях Поволжья приобретение и монтаж системы капельного орошения овощей окупается за 1-2, максимум 3 года).

Однако темпы внедрения капельного способа полива в овощеводстве Саратовской области отстают от темпов внедрения его в других поволжских областях, прежде всего 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, причем, прежде всего для почвенно-климатических условий черноземной степи Правобережья Саратовской области, находящейся в непосредственной близости от крупнейшего рынка овощей – города Саратова с его почти миллионным населением.

**Степень разработанности темы.** Воднобалансовые исследования на посевах капусты белокочанной поздней с целью разработки режимов ее орошения, в том числе капельного проводились в разных аридных регионах нашей страны. Изучалось также влияние на продуктивность данной культуры при капельном поливе норм минеральных удобрений. В засушливом Поволжье можно выделить работы М.С. и С.М. Григоровых, М.А. Лихоманова (2000), В.В. Бородычев и С.В. Умецкого (2003), М.В. Глистина (2006), В.В. Бородычева 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 агротехнологии выращивания капусты белокочанной поздней при капельном способе полива, как режимы орошения и нормы минеральных удобрений не разработаны. В связи с этим и было выбрано направление моих исследований.

**Цель исследований** – обосновать элементы ресурсосберегающей технологии возделывания капусты белокочанной поздней при капельном поливе в черноземно-степной зоне Саратовского Правобережья, применение которых позволяет получить 85 т товарных кочанов с 1 гектара.

**Задачи исследований:**

– 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, использования оросительной воды, биоклиматические коэффициенты, вынос элементов питания на 1 т 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. Определены необходимые для разработки эксплуатационных режимов капельного полива и расчета норм внесения минеральных удобрений в почвенно-климатических условиях черноземно-степной зоны Саратовского Правобережья биоклиматические коэффициенты капусты белокочанной поздней и вынос питательных элементов на 1 т кочанов, применение которых в овощеводческих хозяйствах позволяет 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 экспериментов, как полевых, так и лабораторных.

**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 обуславливается 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 доложены на международных научно-практических конференциях: «Вавиловские чтения» (Саратов, 2014); «Экологическая стабилизация аграрного производства» (Саратов, 2015), «Основы рационального природопользования» (Саратов, 2016), «Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации» (Волгоград, 2016), «Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования» (Волгоград, 2017), «Агрохимикаты в 21 веке: теория и практика применения» (Нижний Новгород, 2017), «Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия» (Курск, 2017); национальных научно-практических конференциях: «Актуальные проблемы и перспективы инновационной агроэкономики» (Саратов, 2020), «Аграрная наука и образование: проблемы и перспективы» (Саратов, 2021); 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 журналах, входящих в список изданий, 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 производству. Изложена на 173 страницах и включает 28 таблиц, 45 рисунков и 3-х приложений. Список использованной литературы представлен 208 наименованиями, из них 6 на иностранных языках.

**Личный вклад автора** состоит из обоснования темы исследования, разработки схем эксперимента, определения методов исследования, создания и выполнения экспериментальных работ, сбора и анализа данных, написания научных статей, диссертации и автореферата.

## Глава 1 ИЗУЧЕННОСТЬ ВОПРОСА И ОБОСНОВАНИЕ ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 1.1 Потребительские свойства, особенности биологии и агротехника возделывания капусты белокочанной поздней

Капуста кочанная относится к трибе капустных (*Brassiceae*) семейства капустных или, по старой классификации, крестоцветных, соответственно *Brassicaceae* или *Cruciferae*, порядка каперсовых (*Capparales*). Это семейство насчитывает около 3200 видов растений, входящих в 380 родов произрастающих в основном в умеренной зоне северного полушария. Среди них имеется большое количество культурных растений, возделываемых в качестве овощных, масличных, кормовых и медоносных, однако наиболее широко известна именно капуста различных сортов, первые сведения о выращивании которой восходят к неолитической эпохе [73]. Белокочанная капуста согласно ботанической классификации причисляется к роду *Brassica capitata* или *Brássica olerácea* [28, 140]. Это двухлетняя, светолюбивая овощная культура, кочан которой представляет собой разросшуюся почку, сформированную за счёт увеличения размеров и количества плотно завернутых вовнутрь листьев [142].

Выращивают белокочанную капусту для производства кочанов, которые являются сильно разросшимися почками растений [45, 46] и бывают по форме округлыми, плоскими, округло-плоскими, конусовидными, овальными [34].

Пищевая ценность кочанов капусты белокочанной определяется во первых наличием в ней основных питательных веществ: белков – 18 г/кг, углеводов – 54 г/кг, жиров – 2 г/кг. Также, кочаны капусты содержат другие вещества, полезные для человека, среди которых можно отметить лизин, способный растворять чужеродные для человеческого организма белки [31, 173].

Существенное повышение у кочанов капусты, ценность при наличии в них различных витаминов. Богата капуста аскорбиновой кислотой (С витамин), содержание в среднем в кочане 4,1 мг/кг, при колебаниях в пределах от 1,2 до 7,0 мг/кг [68, 74, 112, 113, 114, 119, 118, 144, 158].

Помимо аскорбиновой кислоты, белокочанная капуста богата следующими витаминами: каротин (провитамин А – 0,3 мг/кг), тиамин (В1), рибофлавин (В2), пантотеновая кислота (В3), пиридоксин (1,2 мг/кг), инозит (950 мг/кг), фолиевая кислота (0,9...1,9 мг/кг), провитамин D, токоферол (15-25 мг/кг), филлохинон (К1), биотин (0,024 мг/кг); Р (до 300 мг/кг), никотиновая кислота (РР), фолиевая кислота (0,18-0,41 мг/кг) [138, 140].

В условиях северо-запада европейской части России содержание сухого вещества в кочанах белокочанной капусты составляет в среднем 8,5% при колебаниях в разные годы 4,9...15,2%. среднее по ряду сортов сахара 4,2%, колебания в разные годы 2,6...6,7%; сахарозы среднее 0,5% при колебаниях в разные годы 0,0...2,5% [34]. По данным других авторов, сухого вещества в кочанах капусты содержится от 5 до 15%, различных сахаров от 3 до 7%, белка около 3%, растительных масел (горчичное масло) до 5% [125, 126]. Помимо сахарозы, глюкозы и фруктозы, имеющих наибольшее значение для питания человека, Г.А. Луковникова (1961) в капусте обнаружила в небольших количествах ксилозу, мальтозу и рафинозу [176, 177]. Богата капуста белокочанная и минеральными солями (содержание 0,64%). Среди них много полезных солей калия, железа, кальция, марганца, фосфора, серы [174, 175, 172].

Величина растений капусты белокочанной очень изменчива. Их принято разделять на очень мелкие (менее 0,3 м в диаметре), мелкие (0,3...0,5 м), средние (от 0,5 до 0,7 м), крупные (0,7...0,9 м) и очень крупные (более 0,9 см). Мелкими размерами обычно отличаются ранние и скороспелые сорта, крупными – поздние [140].

Капуста является растением длинного светового дня, солнечный свет ускоряет прорастание семян и стимулирует образование и рост кочанов, повышая их качество. Она характеризуется высокой пластичностью и большим разнообразием строения вегетативных частей (кочана, листьев и

стебля). Возделывают капусту белокочанную в виде однолетней (товарное производство) или двулетней (семеноводство) культуры [107].

Листья капусты бывают разных типов – цельные, неясно лировидные, лировидные. Они делятся на длинные (свыше 0,15 м), средние (от 0,1 до 0,15 м) и короткие (менее 0,1 м) сидячие с черешком. Расположение нижних и частично средних листьев может быть горизонтальным, полуприподнятым, сильно приподнятым и направленным кверху. Оно, в зависимости от районов выращивания, обычно несколько изменяется. Листья в большей степени направлены кверху в более холодных и влажных районах, например северных и горных, чем в сухих и теплых (южных). Также приподнятое расположение листьев наблюдается при густой посадке растений капусты [126]. Окраска листьев меняется от темно-зеленой до красно-фиолетовой. Она зависит от условий внешней среды и сорта [69].

Корневая система капусты белокочанной характеризуется хорошим развитием и усваивающей способностью. Основная масса корней располагается на глубине до 0,5 м [18]. Суммарная протяженность корневой системы спелого растения капусты согласно данным В.Я. Борисова, составляет порядка 12-13 км. По прошествии 25-30 суток от высадки капустной рассады, корни растений перекрывают 60 сантиметровые междурядья полностью, разветвления их располагаются на поверхности [31, 32, 33].

Стебель белокочанной капусты короткий, густо покрытый черешковыми листьями. Часть стебля, которая входит в кочан, называется внутренней кочерыгой, расположенная ниже кочана – наружной кочерыгой. Раннеспелые сорта имеют в розетке (на наружной кочерыге) от 10 до 15 черешковых листьев, среднеспелые – 20-25, а позднеспелые 25-30 [30].

В самом начале завязывания кочана рост его происходит параллельно с развитием ассимиляционного аппарата. По окончании роста листьев развитие кочана усиливается [34, 41].

В формировании кочана различают две основные фазы:

1. Увеличение объема кочана за счет роста наружных листьев, которые вырастают до максимальных размеров первыми. Более молодые

внутренние листья, относящиеся морфологически к листьям верхней части стебля, сначала развиваются медленнее, чем наружные. Затем рост наружных листьев приостанавливается, а внутренних – продолжается все интенсивнее. Продолжительность фазы 15-18 суток у раннеспелых сортов.

2. Быстрое нарастание кочана. Оставаясь деятельной, верхушечная почка капусты белокочанной образует новые листья, спрессовывающие постепенно расположенные рыхло внешние слои кочанных листьев. Давление быстро развивающихся внутренних листьев кочана приводит к тому, что наружные листья натягиваются и туго облегают кочан. Длительность фазы 10-12 суток у раннеспелых сортов, причем, несмотря на то, что вторая фаза короче первой, 50-70% массы кочана нарастает именно в этот период.

По плотности выделяют кочаны очень рыхлые, рыхлые, среднеплотные, плотные и очень плотные. В годы с небольшим количеством осадков и хорошей солнечной инсоляцией плотность кочанов возрастает, во влажные годы уменьшается. Кроме того, плотность кочанов зависит от степени вызревания и содержания элементов питания в почве [195].

Морфологические признаки белокочанной капусты существенно меняются под влиянием факторов внешней среды, таких как температура, влажность почвы и воздуха, питание растений [71, 72, 75, 108].

Температура. Капуста белокочанная – растение малотребовательное к теплу. Потребность этой культуры в тепле не остается постоянным в разные фазы роста и развития. Семена белокочанной капусты могут всходить даже при температуре 2–3°C, однако в данных условиях этот процесс очень замедлен. При повышении температуры до +11°C всходы появляются на 10–12 день, до 18–20°C – уже на 3–4 день. Ростки капусты хорошо выдерживают понижение температуры воздуха до 5-9°C [32, 33], однако оптимальная для роста рассады капусты дневная температура находится в диапазоне 12-15°C [107, 43]. Лучшая температура воздуха для взрослого растения согласно разным авторам лежит в диапазоне от +15 до +18°C. Отрицательно сказывается температура свыше +25°C на развитии и росте растений, приводя также к усилению растрескивания кочанов. Таким

образом, только в период от посадки до начала образования кочанов повышенные температуры благоприятно воздействуют на растения капусты белокочанной. В остальные фазы роста и развития воздействие воздуха с повышенной температурой приводит к замедлению роста кочанов капусты белокочанной, удлинению периода созревания кочанов, увеличению числа растений, которые не образуют кочанов. Взрослые растения капусты в период до формирования кочанов являются наиболее холодостойкими. Отмечается, однако, меньшая стойкость кочанов хозяйственной спелости к температурам  $-2...-3^{\circ}\text{C}$  при наличии данных об их способности переносить кратковременные понижения температуры до  $-5^{\circ}\text{C}$  и даже  $-8^{\circ}\text{C}$  [34].

Требования к свету. Белокочанная поздняя капуста – светолюбивое растение длинного светового дня, который ускоряет рост рассады и формирование кочанов. С самых первых дней после появления всходов растения активно реагируют на светообеспеченность, в случае недостатка которого всходы вытягиваются, ослабевают, становятся уязвимыми для различных грибковых заболеваний. Необходимо создавать хорошие условия по освещенности взрослым растениям. Для этого следует не высаживать капусту вблизи деревьев или в междурядьях сада, не загущать растения капусты при высадке рассады, уничтожать сорняки, затеняющие капусту [20].

Длинный световой день благоприятно сказывается на цветении растений второго года жизни (семенных).

Почвы. Также, как и другие овощи, капуста белокочанная отзывчива к повышенному плодородию почв. При этом поздние сорта капусты белокочанной более требовательны к почвенному плодородию по сравнению с ранними и средними. Эта культура успешно выращивается и отличается высокой продуктивностью на почвах различного гранулометрического состава, кроме супесчаных и песчаных. Суглинистые почвы, которые хорошо удерживают влагу, благоприятны для ее возделывания, что наиболее характерно для позднеспелых сортов. Кроме потенциального плодородия почвы, при возделывании белокочанной капусты необходимо учитывать и эффективное, так как влияние разных питательных элементов на рост и

развитие растений капусты различно. Это необходимо учитывать при определении видов удобрений, норм, норм и сроков их внесения.

Требования к влаге. Капуста белокочанная является очень влаголюбивой культурой. В ее кочерыжке, листьях и других органах содержится от 90 до 94% воды, поэтому оно нуждается в бесперебойном обеспечении влагой [61]. Необходимая обеспеченность капусты белокочанной водой меняется в зависимости от возраста, места возделывания, почвы, климата. Сухие семена в период прорастания потребляют воды до 50% от их веса. В период нарастания листовой розетки потребность капусты в воде снижается, а затем вновь возрастает при формировании кочана. Однако, избыток влаги в период технической спелости капусты часто приводит к растрескиванию кочанов, в результате чего их качество снижается. Очень плохо реагирует капуста на переувлажнение и подтопление. Затопление растений продолжительностью 6-12 часов приводит к отмиранию корневой системы. Маточные растения капусты белокочанной при посадке в переувлажненную землю (выше влажности при наименьшей влагоемкости – НВ) не укореняются и загнивают [29, 116, 139].

## **1.2 Водно-балансовые исследования поливной капусты белокочанной поздней**

Суммарное водопотребление капусты белокочанной позднеспелой в аридных условиях Среднего и Нижнего Поволжья изучали многие ученые, среди которых следует отметить С.С. Литвинова [3, 120], В.В. Бородычева [35, 36], В.В. Бородычева и С.В. Умецкого [37], И.П. Кружилина и А.И. Болдыря [37, 54], С.М. Григорова и М.А. Лихоманову [147].

Опыты, проведенные М.М. Гаврой в 1999-2002 гг. в Волго-Донском междуречье, показали, что суммарное водопотребление поздней белокочанной капусты изменялось по годам от 5727 до 6126 м<sup>3</sup>/га [48]. Суммарное водопотребление этой же культуры в условиях Волго-Ахтубинской поймы 6000...6220 м<sup>3</sup>/га [119]. По данным А.И. Болдыря на

светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья с увеличением порога предполивной влажности расчетного слоя почвы значения суммарного водопотребления ранней капусты увеличивалось от 2700 до 3950 м<sup>3</sup>/га [37]. Суммарное водопотребление капусты белокочанной, в среднем по Волгоградской области может колебаться в пределах 4487...4883 м<sup>3</sup>/га [35, 36].

По данным полевых исследований В.В. Бородычева и С.В. Умецкого, проведенным на плантациях капусты белокочанной поздней в Волго-Донском междуречье, в структуре суммарного водопотребления культуры доля оросительной воды по годам исследований разная и составляет 37,5 % во влажные годы, 69,5...81,5 % в сухие при влажности поддержания расчетного слоя почвы в диапазоне от 1,0 до 0,7 НВ [36].

Доля оросительной воды при поддержании влажности активного слоя с диапазоном от 1,0 - 0,9 - 0,8 НВ менялась в пределах 85,2...48,2% суммарного водопотребления [178, 179].

Как следует из приведенных выше исследований, растения капусты белокочанной поздней в процессе вегетации потребляют и тратят значительное количество воды, которое следует правильно распределить по вегетационному периоду.

Основные параметры, определяющие режим орошения: предполивная влажность и глубина активного слоя почвы, число поливов за вегетацию, поливная норма и оросительная норма.

Как установлено С.М. Алпатьевым [5,6,7], для поддержания благоприятного водного режима плантаций капусты белокочанной поздней поливы следует давать поливной нормой по 400 м<sup>3</sup>/га через каждые 8...12 дней. В условиях Нечерноземной зоны поливы капусты белокочанной при отсутствии осадков проводят через каждые 10...12 дней, при норме полива в 1 период вегетации от 150 до 200 м<sup>3</sup>/га, а во 2 и 3 периоды – 200...350 м<sup>3</sup>/га. В южных районах норму полива повышают до 200...250 м<sup>3</sup>/га в первый период вегетации и до 350...400 м<sup>3</sup>/га в остальные периоды [59]. В Нечерноземной зоне в течение вегетационного периода наблюдаются засушливые периоды. Если они совпадают с критическими периодами в



жизни растений белокочанной капусты (образование кочанов), то 2...3 добавочных полива обеспечат существенное повышение урожая [168].

В результате исследований [53, 54] М.С. Григоров, С.М.Григоров, М.А. Лихоманова и Р.Ю. Попов установили, что для получения большого урожая белокочанной капусты необходимо влажность расчетного почвенного слоя поддерживалась в период роста розетки почве на уровне 0,6...0,7 от НВ, а в период формирования кочана – 0,8...0,9 от НВ, для чего необходимо подавать от 200 до 300 м<sup>3</sup>/га воды за 1 полив.

В режимах орошения капусты ранней в Центральной черноземной полосе рекомендуется проводить 5 поливов [88, 89]. М.Ф. Куликова в своих исследованиях показала, 83 т/га урожая был получен влажном году на фоне 4...5 полива с влажностью слоя в почве не ниже 0,8 НВ [126].

Рекомендациями [134, 136, 137] определено, что в условиях Ростовской области, близких к условиям степного Поволжья, для капусты белокочанной поздней требуется от 11 до 9 полива с нормой от 500 до 450 м<sup>3</sup>/га, при этом влажность в метровом слое обеспечивается в пределах 0,7-0,8 НВ, что соответствует поддержанию оптимума этого показателя в почве. Интенсивным периодом является июль месяц, в котором на плантациях капусты проводится не менее 3 поливов. При проведении 13 поливов на полях Брилевской опытной станции (Херсонская область Республики Украина, Цюрупинский район, село Приветное) был получен большой урожай капусты ранней (41 т/га) [87]. Аналогичные рекомендации даются и для южного Заволжья [88], где на Валуйской опытной станции (Старополтавского района Волгоградской области) был получен большой урожай капусты при проведении 8 поливов.

По рекомендациям М.Н. Багрова [13, 14, 15] в Нижнем Поволжье следует поливать капусту 9...12 раз в зависимости от погодных условий, но не реже чем через 8 дней.

В почвенно-климатических условиях Волго-Донского междуречья при умеренном водном режиме почвы (поддержание влажности расчетного слоя в диапазоне от 0,7 до 1,0 НВ) на посевах ранней белокочанной капусты с капельной системой орошения проводилось 9...14 поливов. При этом норма

(оросительная) разнилась от 1480 до 2380 м<sup>3</sup>/га. При диапазоне влажности слоя расчетного 0,8...1,0 НВ и таких же условиях для восполнения дефицита влаги проведено 20...27 поливов. Норма оросительная составила 2262...3102 м<sup>3</sup>/га [37].

На почве светло-каштановых разновидностей в Нижнем Поволжье поддержание диапазона влажности расчетного слоя почвы от 1,0 до 0,8..0,7 НВ в период «высадка рассады – завивание кочана» потребовало от 5 до 15 поливов капельных при норме 140 м<sup>3</sup>/га и в период «завивание кочана – техническая спелость» - от 4 до 9 при норме 200 м<sup>3</sup>/га [178, 119]

В условиях Волго-Ахтубинской поймы при поддержании предполивного порога влажности почвы на уровне 0,8...0,9 НВ провели от 12 до 32 вегетационных поливов с нормой семьдесят м<sup>3</sup>/га в период от высаживания рассады в открытый грунт до начала завивания кочана, а также от девяти до четырнадцати поливов нормой сто сорок м<sup>3</sup>/га в период от начала завивания кочана до технической спелости. При этом восемнадцать поливов было в острозасушливый год а во влажном было двенадцать капельных поливов [119].

В лесостепных агроландшафтах, плантация капусты белокочанной поздней (Новосибирская область, среднесухой год) требует проведения 7 поливов с нормой орошения 2,6 тыс. м<sup>3</sup>/га, для среднего по влажности года достаточно 6 поливов нормой орошения 2,0 тыс. м<sup>3</sup>/га, и 4 полива во средневлажный год нормой орошения 1,6 тыс. м<sup>3</sup>/га. При том, и снизилась на 20% и 40% норма оросительная, что привело к понижению урожайности белокочанной капусты по средним данным от 9% до 19%, а суммарного водопотребления – на 7% и 14%. Причем, в среднесухой год урожайность снижалась на 12% при снижении оросительных норм от расчетной на 20% и на 25% при 40% снижения. В средний год – на 9 % и 18%, в средневлажный - на 7% и 15% соответственно [51, 47].

Основная характеристика эффективности орошения и потребления воды культурой – это коэффициент водопотребления, которым называется расход воды на урожай единицу. Чем агротехника выше при выращивании культуры, тем ниже коэффициент водопотребления. Однако, у капусты

белокочанной коэффициент водопотребления зависит также от географического положения местности и, соответственно, климатических условий [198]. По данным Г.Г. Васенина такой коэффициент для капусты поздней более высок на юге, нежели в средней полосе, его величина составляет обычно от 100 до 150 м<sup>3</sup>/га [42].

На опытной станции Краснодарского края в пойме реки Кубани были получены опытным путем очень высокие урожаи белокочанной капусты при различных режимах полива [139]. Самый лучший вариант был при поддержании в почве влаги в расчетном слое 0,8...1,0 НВ даже при удвоении оросительных норм урожай был выше в разы, причем расход воды то есть коэффициент водопотребления почти остался одинаковым, на всех опытных вариантах.

Исследования режимов орошения поздней белокочанной капусты, проведенные в Волго-Ахтубинской пойме, показали, что наименьший коэффициент водопотребления – 130 м<sup>3</sup>/т был получен при оросительной норме 4900 м<sup>3</sup>/га [50, 54].

В исследованиях В.М. Болдыря, которые были проведены в Волго-Донском междуречье, при поддержании порога предполивной влажности почвы на уровне 70 % НВ и высадке 60 тыс. раст./га было достигнуто значение коэффициента водопотребления ранней капусты равное 57 м<sup>3</sup>/т. При снижении плотности высадки рассады до 70 тыс. шт./га увеличивается потребление воды на формирование одной тонны товарной продукции до 58,4 м<sup>3</sup> [37].

Существенно повысить эффективность искусственного увлажнения плантаций капусты позволяет применение дифференцированных по фазам роста и развития режимов орошения, в которых с изменением возраста растений изменяется глубина расчетного слоя почвы и предполивной порог ее влажности [150]. Согласно исследованиям М.А. Лихомановой, применение дифференцированного режима орошения по фазам развития капусты белокочанной в Волго-Ахтубинской пойме позволяет реализовать потенциал

продуктивности растений при экономии оросительной воды до 1000 м<sup>3</sup>/га и более [54].

А.М. Алпатьев и другие исследователи отмечали, что расход воды среднесуточный белокочанной капустой во время периода нарастания розетки на одну треть меньше, чем при образовании кочанов [6].

А вот В.М. Болдырь в исследованиях, проведенных в Волго-Донском междуречье, определил, что суточный расход ранней капусты белокочанной в зависимости от диапазона влажности активного слоя был в пределах от 29,7...34,9 м<sup>3</sup>/га для влажности в диапазоне 0,7-1,0 НВ; 38,2 м<sup>3</sup>/га при 0,8...1,0 НВ; 44,4 м<sup>3</sup>/га для диапазона 0,9-1,0 НВ. В фазу «высадка рассады - формирование розетки» величина этого показателя менялась от 12,5 до 16,7 м<sup>3</sup>/га, а в период начала технической спелости от 41,0 до 55,1 м<sup>3</sup>/га.

Согласно данным В.В. Бородычева и Н.А. Щепотько [35], среднесуточное водопотребление капусты белокочанной меняется в течение всего вегетационного периода. Диапазон изменений составляет от 21,3 до 49,3 м<sup>3</sup>/га.

Согласно результатам исследований С.В. Умецкого [36, 177], средний за сутки расход влаги в разные периоды роста и развития капусты белокочанной меняется в пределах от 15...20 до 50...55 м<sup>3</sup> на гектар. При этом максимум суточного расхода влаги отмечается в период завивания кочана и его интенсивного роста.

Среднесуточный расход воды по 3 годам исследований М.А. Лихомановой [119], составил по разным вариантам от 49 м<sup>3</sup>/га до 51 м<sup>3</sup>/га. С конца июня по конец августа, было максимальное среднесуточное водопотребление, что объясняется соответствием этого периода фазам интенсивного нарастания розетки и нарастания роста кочана.

По данным М.М. Гавра [48], среднесуточный расход воды плантации капусты белокочанной в среднем за 3 года колебался от 37,0 до 52,4 м<sup>3</sup>/га, достигая максимального значения (52,4 м<sup>3</sup>/га) в фазу от начала образования кочанов до начала их созревания.

Исследования Ф.Т. Моргуна [132] показали, что поддержание влажности почвы в диапазоне 0,8-1,0 НВ обеспечило в среднем за 3 года урожайность 58,7 т/га, а в диапазоне 0,65...1,0 НВ – только 50,4 т/га.

С.М. Алпатьев, В.А. Брызгалов и С.А. Соболев приводят данные многолетних опытов на Каменско-Днепровской опытно-мелиоративной станции (УССР, Запорожская область). Согласно им среднесуточный суммарный расход влаги белокочанной капустой в период от посадки до образования розетки – 22 м<sup>3</sup>/га, от образования розетки до формирования кочана – 36 и в период роста и созревания кочана – 55 м<sup>3</sup>/га. В отдельные годы расход влаги в последний период вегетации может достигать 80 м<sup>3</sup>/га в сутки [4, 39].

А.С. Кружилин (1983), В.М. Марков (1974), В.И. Эдельштейн (1972) и другие [99, 100, 101, 127, 196] отмечали, что белокочанная поздняя капуста является культурой высокотребовательной по отношению к влажности почвы почти в течение всего периода вегитации, прежде всего в период кочанообразования, который может продолжаться в течение 40 суток и более.

В опытах М.Н. Багрова при возделывании капусты белокочанной среднеспелой сорта «Слава» на варианте с диапазоном влажности почвенного расчетного слоя 1,0...0,8-0,9 НВ было проведено 12 поливов, и получен урожай кочанов 46,7 т/га. На варианте с диапазоном влажности почвенного расчетного слоя 1,0...0,7-0,65 НВ – 6 поливов и урожай 18,6 т кочанов с гектара [13, 14, 16, 15].

Д.А. Моисеенко (Алтайский край, пригородная зона города Барнаул) по результатам проведенных полевых экспериментов отметил, что поддержанием на плантации капусты белокочанной в расчетном слое почвы уровня влажности от 0,8 до 1,0 НВ обеспечивается продуктивность более 45 т кочанов на 1 га. При этом без полива урожайность была менее 20 т кочанов на 1 гектар [99].

Исследованиями С.А. Соболева, В.А. Брызгалова, Д.Б. Циприса [170, 39, 182] доказана эффективность орошения белокочанной капусты в Нечерноземной зоне Европейской части России (Северно-Западный регион).

В результате исследований С.А. Соболева, В.А. Брызгалова, Д.Б. Циприса было доказана необходимость проведения первого полива сразу после высадки рассады, а в последующие дни без осадков промежуток должен быть 5...7 дней, при поливной норме, которая равна 300...500 м<sup>3</sup>/га.

В последние десятилетия XX и в начале XXI века во многих странах мира для орошения большинства овощных и некоторых технических культур стали применяться системы капельного полива. Это вызвано существенными преимуществами данного способа орошения перед дождеванием и поверхностным поливом. Среди них: снижение затрат, прежде всего водных, энергетических и трудовых, а также возможность применения на землях, которые невозможно поливать другими способами (на территориях с крутыми склонами или высоким уровне грунтовых вод, на легких песчаных, супесчаных и легкосуглинистых почвах). Кроме того, капельное орошение позволяет повысить эффективность использования воды и улучшить условия роста орошаемых растений; обеспечить точную и локализованную подачу воды и минимизацию потерь от испарения; снизить заболеваемость грибковыми болезнями листьев; избежать ожогов листьев [36, 37, 53, 54, 149, 151, 152].

По мнению В.Н. Щедрина использование капельного полива позволяет снизить затраты оросительной воды более чем на пятьдесят процентов по сравнению с традиционными способами [35].

По многочисленным результатам полевых опытов показано, что капельный поливной режим позволил снизить нормы оросительные от 47...41% в сравнении с дождеванием а с поверхностными способами полива на 52...60,5% [17, 27, 26, 54, 53, 60, 99, 98, 96].

Анализ литературных данных показал, что при возделывании белокочанной капусты необходимо поддерживать оптимальную влажность почвы, при котором достигается наибольшая урожайность. Оптимальная влажность активного слоя почвы и глубина ее увлажнения не являются константами, а зависят от зональных условий и почвенно-климатических особенностей. В тоже время, существуют разные мнения и суждения о

лучшем поливном режиме белокочанной капусты поздней, особенно при использовании капельного способа полива.

### **1.3 Исследования минерального питания при выращивании капусты белокочанной поздней при орошении**

При возделывании капусты белокочанной в полях севооборота необходимо принимать во внимание ее высокую требовательность к содержанию элементов питания растений, особенно к содержанию азота. Во всех случаях необходимо внесение минеральных удобрений, на которые она эффективно реагирует [160, 161].

Самым главным строительным материалом белковых соединений и важнейшим элементом, определяющим, общую урожайность культуры капусты белокочанной является азот. Она практически всегда требует внесения высоких норм этого элемента питания. Однако, избыток азотных удобрений приводит к избыточному росту листьев, которые делаются хрупкими, удлиняется период вегетации, снижается содержание ценных питательных веществ, ухудшается лежкость и снижается плотность кочана, повышается содержание нитратов. Кроме того, увеличивается чувствительность капусты к поражению заболеваниями и вредителями.

Фосфор участвует в энергетическом и информационном обмене (содержится в РНК и ДНК). Он оказывает положительное влияние на развитие мощной корневой системы. Так как капуста белокочанная неплохо забирает фосфор из почвы и удобрений, вносить его следует в основном до посева.

Калий скапливается в молодых клетках растений, принимает участие в синтезе сахаров, в дыхании, однако главная его роль заключается в обеспечении водного обмена растений, в связи с чем его достаточное содержание повышает их засухоустойчивость и морозостойкость. Капуста белокочанная достаточно требовательна к содержанию калия, ее урожайность во многом зависит от его наличия в почве в доступной форме.

Недостаток калия может привести к затягиванию сроков созревания и снижению качественных характеристик кочанов. Повышенные нормы калийных удобрений увеличивают лежкость кочанов, повышают урожайность капусты, ее устойчивость к болезням и стрессам, а также снижают растрескивание плода.

Для определения потребностей растений в питательных веществах применяются балансовые методы, которые включают в себя [79;186;58]: определение норм удобрений в расчете на прибавку урожая; определение норм удобрений с применением коэффициентов использования питательных элементов; определение норм удобрений в расчете на возмещение выноса элементов питания с урожаем с учетом их содержания в почве.

Рядом отечественных и зарубежных авторов изучалась динамика потребления питательных элементов капусты белокочанной, связанная с ходом нарастания массы растения и развитием продуктивных органов, являющихся одновременно органами резерва питательных веществ. Этими исследованиями доказано, что различные сорта капусты белокочанной имеют разное реагирование на условия минерального внесения [1, 2, 5, 19, 22, 76, 77, 87, 88, 89].

По данным А.П. Примака и М.В. Литвиненко [144] капуста белокочанная позднеспелого срока созревания очень требовательна к элементам питания. При этом на кислых почвах особенно рекомендуется внесение кальция в нормах 50...100 кг/га. На песчаных почвах рекомендуется внесение магния в такой же норме как и на кислых почвах. Общая норма внесения азота должна составлять 150...250 кг действующего вещества на 1 га. При этом 40% от общей нормы внесения удобрения следует вносить весной перед посадкой рассады, 60% – в течение вегетационного периода в подкормки. Некоторые исследователи в своих работах доказали высокую эффективность применения увеличенных норм азотных удобрений (135...180 кг д.в./га) под раннеспелые сорта белокочанной капусты в условиях орошения на Украине и в Азербайджане. [2, 1, 67, 8, 153, 154].



В Московской области на оторфованных почвах в опытах И.Н. Чередниченко и А. Фролова (1976) внесение N590P840K30 обеспечило получение наивысшей урожайности поздней капусты сорта Амагер 611 [183].

Значительные нормы азотных удобрений советуют вносить под капусту зарубежные авторы. Так, Singh J. [202] в Индии получили наибольшие урожаи капусты белокочанной при внесении от 500 до 750 кг минерального азота на гектар. При этом, высокие нормы азота не оказали негативного воздействия на лежкость капусты белокочанной поздней сорта Амагер 611. Однако болгарские исследователи Г. Димитров и В. Ранков (1972) доказывают в своих работах существенное снижение урожайности капусты белокочанной при внесении минеральных удобрений в норме N480P480K380 по сравнению с вариантами, где вносились 50% нормой N240P 240K190.

По результатам своих исследований Т.В. Лизгунова [104, 116], делает вывод, что все формы азотных удобрений, вносимых под белокочанную капусту, дают ощутимые прибавки урожая. Исследования В.В. Бородычева и Н.А. Щепотько [37], показали, что на светло-каштановых почвах получение урожайности белокочанной ранней капусты на уровне 40 т/га обеспечивается при внесении минеральных удобрений в норме N40P20K205 и поддержании уровня влагосодержания увлажняемой зоны почвогрунта в диапазоне 0,7...1,0 НВ. Уровень продуктивности 60 и более т кочанов с 1 гектара в аналогичных почвенно-климатических условиях может быть достигнут возможно только при сочетании нормы внесения минеральных удобрений N100P45K90 с поддержанием порога предполивной влажности почвы не ниже 0,8 НВ.

Максимальная урожайность в полевых экспериментах В.В. Бородычев и С.В. Умецкого [36] – от 125,5- 131,5 тонн кочанов с гектара, была на варианте с сочетанием с поливным режимом (1,0-0,8 НВ) и полного минерального режима с нормой N200P105K200. Продуктивность капусты белокочанной по сравнению с контролем (без внесения удобрений при интенсивном поливном режиме) больше почти в два раза, относительная прибавка урожая кочанов в сравнении с контролем составила 195%. В тоже

время, на варианте с поддержанием режима 1,0-0,7 НВ и без удобрений урожайность составила всего от 32,3 до 43,2 т/га кочанов.

Согласно рекомендациям С.В. Умецкого [178] при запланированной урожайности капусты 80 т/га при капельном поливе, рекомендуемый внос 120 кг нормы действующего вещества на гектар азота, 75 кг нормы действующего вещества на гектар фосфора, 100 кг нормы действующего вещества на гектар калия. При плановой урожайности в 120 т/га капусты поздней белокочанной норму удобрения минерального рекомендуется повышать до N160P90K150.

Для получения 40 т/га кочанов ранней капусты при жестком режиме орошения (0,7-1,0НВ) В.М. Болдырь [27] рекомендует применение N40P20K20 минеральных удобрений. Для обеспечения продуктивности белокочанной капусты на уровне 50 т кочанов /га при идентичном режиме орошения, по данным М.М. Гавра [48] необходимо внесение минеральных удобрений нормой N130P70K40. Наиболее высокие экономические показатели были получены в опытах с капустой белокочанной в Волгоградском Заволжье М.С. Григоровым, С.М. Григоровым и М.А. Лихомановой [54] на варианте с поливным режимом 0,75-1,0 НВ и нормой удобрения N120P45K145. Хорошее влияние на лежкость кочанов по данным Е.И. Китаевой и В.И. Орловой [86] оказывает проводимая в конце августа, после дождя или полива, подкормка смесью суперфосфата и хлористого калия в соотношении 2:1 по 20...30 грамм на одно растение.

В научной литературе встречаются очень двойственные данные по результатам внесения фосфорных удобрений под капусту позднюю.

Так, в опытах Т.В. Лизгуновой [115], обосновано, то что, несмотря на довольно маленький вынос фосфора (40-120 кг д.в./га), недостаток этого элемента питания, особенно в начале вегетационного периода, возможно сильно замедлит рост корней, то есть развитие в общем, следовательно, значительно понизит продуктивность растения. Совместное внесение под капусту фосфорных и калийных удобрений повысило ее урожайность на 6,31 т/га, а при добавлении азотных – на 12,97 т/га. Рекомендуемая норма

внесения фосфора под капусту белокочанную согласно В.М. Маркову [127] составляет около 80...120 кг д.в./га.

Прочем, на супесях и суглинках большое воздействие на продуктивность капусты оказывает внесение калийных удобрений. На более тяжелых суглинистых почвах влияние их меньше [34].

По рекомендациям В.М. Маркова [127] общая норма внесения калия под белокочанную капусту составляет 150...300 кг д.в./га, 60% из которых вносятся весной, а остальные 40% – в подкормки в течение вегетации. В тоже время, исследованиями М.С. Малаховой [125, 126] установлено, что на почвенных разностях поймы р. Москва под белокочанную капусту в сочетании с другими элементами минерального питания требуется вносить 100...120 кг/га д.в. обменного калия.

В производственных опытах Т.В. Лизгуновой [117] в Ленинградском отделении ВИУА (ныне ВНИИ Агрохимии) на легкосуглинистых и супесчаных почвах при урожайности белокочанной поздней капусты на варианте без удобрений 19,87 т/га, внесение калийных удобрений обеспечило среднюю прибавку в 4,88 т/га, а суперфосфата – 3,1 т/га.

Эксперименты М.П. Чмелева, М.И. Анисимова и З.М. Чмелевой [8, 177] показали, что увеличение норм внесения удобрений калийных с 90 до 180 кг действующего вещества на гектар, на фоне максимальных норм внесения азота обеспечивало повышение урожайности капусты поздней белокочанной только на 5,3 т/га. При последующем увеличении нормы калия обменного до 270 кг д.в./га было отмечено достоверное снижение продуктивности культуры до уровня, характерного для внесения калия в норме 90 кг д. в. на 1 гектар. Подобные же результаты были получены также М.З. Умаровой (1973) [177].

По мнению Е.И. Тукаловой (1963), капуста белокочанная является одним из лидеров по выносу элементов питания растений из почвы среди всех сельскохозяйственных культур [174]. По ее данным 1 тонна кочанов капусты выносит в действующем веществе: азота – 3,1 кг, фосфора – 0,9 кг, калия – 3,5 кг. С учетом высоких значений урожайности капусты общий

вынос питательных элементов весьма высок. Поэтому нормы минеральных удобрений варьируют в широких пределах в зависимости от содержания элементов питания в почве, планируемой урожайности, а также от уровня влагообеспеченности плантаций капусты белокочанной.

На основании результатов своих исследований М.В. Глистин [51] утверждает, что совместное применение орошения и минеральных удобрений при возделывании капусты более эффективно, чем раздельное. Прибавка урожайности капусты от совместного действия этих факторов составила 275%, в тоже время прибавка только от орошения – 150%, только от удобрений – 130%.

По многолетним данным НИИОХ, эффективность минеральных удобрений, вносимых под капусту, в нечерноземной полосе выше, чем на юге. Так, при внесении минеральных удобрений дозой N90P90K90 прибавка урожая белокочанной капусты по сравнению с контролем (без удобрений) составила: на подзолистых почвах нечерноземной полосы 21,8 т/га, на выщелоченных черноземах Западной Сибири – 16,8 т/га, на плавневых среднесуглинистых почвах Северного Кавказа – 14,1 т/га. По мнению ученых НИИОХ, это связано с температурными условиями и условиями влажности в разных природно-климатических зонах. Эти условия для белокочанной капусты более благоприятны в нечерноземной полосе [34]. В каждом случае, как считают Б.С. Ангел, И.М. Гамаюн, В.С. Бородулина, П.М. Казанцев, А.Г. Сибилева, Я.С. Константинов, Е.И. Тукалова, С.А. Чобану, Г.А. Филиппов, Н.А. Филиппов, А.Г. Скуртул, нормы внесения минеральных удобрений под капусту необходимо уточнять в зависимости от почвенной разности, содержания в почве питательных элементов, количества, вида, формы и качества удобрений, внесенных под предшествующие культуры, предшественника, времени и техники внесения удобрений, применяемой агротехники (полив и др.) и намеченной урожайности [34, 83, 93, 94, 169].

## 1.4 Заключение

Анализ литературных источников показал, что капуста белокочанная поздняя является ценной овощной культурой, которая в Российской Федерации давно возделывается на больших площадях. Ее кочаны обладают высокими потребительскими качествами, содержат большое количество углеводов, витаминов, провитаминов, минеральных солей и других, полезных для человека веществ. При этом в засушливом Поволжье Саратовского Правобережья, оно возможно только при орошении, наиболее перспективным способом ведения является полив капельный. В почвенно-климатических условиях правобережных Саратовских районов не разрабатывались режимы капельного полива капусты белокочанной поздней и не изучены особенности ее водопотребления. Не изучены также нормы удобрений для этой, весьма отзывчивой на вынесение минеральных удобрений, культуры на зональных черноземах южных при капельном орошении. Все это подтверждает актуальность выбранного направления исследований.

## **ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, МЕТОДИКА И СХЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **2.1 Почвенно-климатические условия места проведения полевого эксперимента**

#### **2.1.1 Климат**

Район проведения эксперимента расположен в зоне чернозёмных степей в Правобережье Саратовской области. По сельскохозяйственному зонированию Саратовской области он относится к IV (южной правобережной) микрозоне. Климат микрозоны характеризуется как умеренно жаркий и умеренно засушливый.

Исследования проводились в 2013-2017 гг. в Агроцентре Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова, расположенном в Заводском районе города Саратова (рис.2.1, 2.2).

Температура по среднегодовым данным воздуха от 4,3–5,3°C, составляет 2500–2800°C от сумм температур за период с температурой выше +10°C, продолжительность безморозного периода 140–162 дня. В отдельные годы в конце мая-начале июня наблюдаются последние весенние заморозки, а в середине сентября-начале октября отмечаются первые осенние заморозки.

Сумма осадков в среднем за год колеблется от 420 до 450 мм, при этом в теплый период года, продолжающийся с апреля по октябрь месяц включительно выпадает от 270 до 290 мм. Среднегодовой гидротермический коэффициент, характеризующий степень увлажнения территории, 0,8–0,9. Относительная влажность воздуха в среднем за год составляет около 70%, летом – 59%, а зимой – 81...84%.

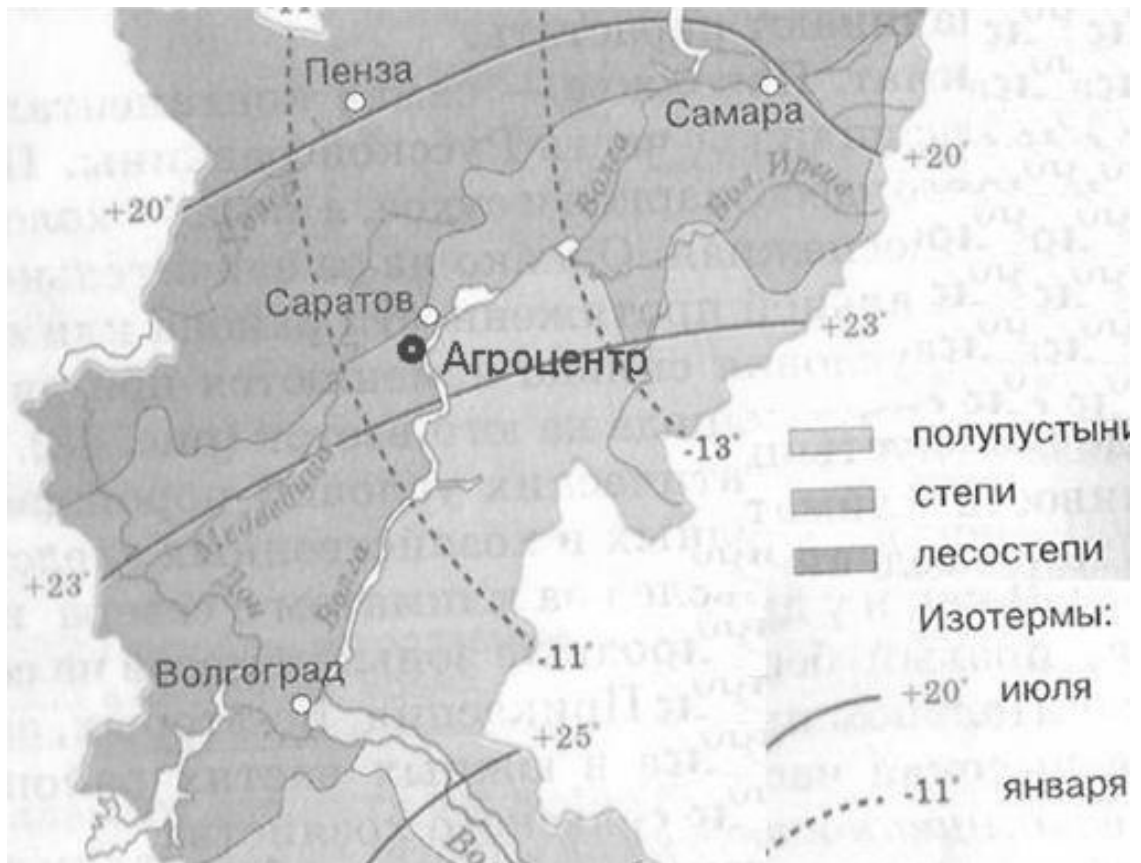


Рисунок 2.1 – Регион проведения исследований

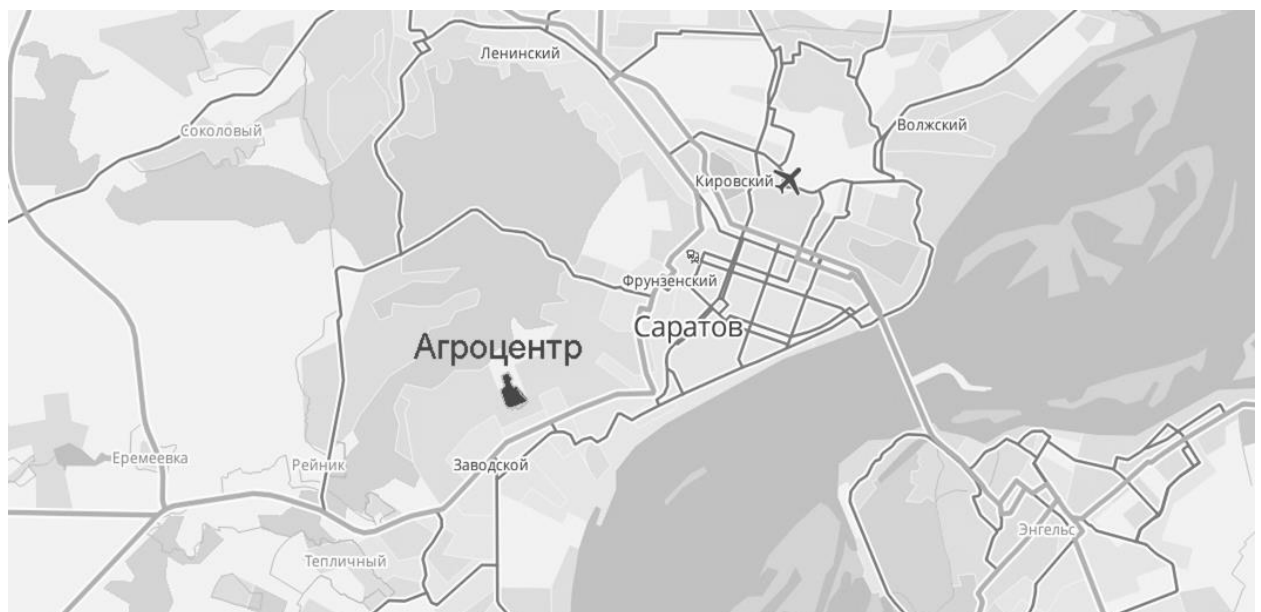


Рисунок 2.2 – Место проведения исследований

Особенностью климата Правобережья, является преобладание в течение года ясных и безоблачных дней, с короткой весной и жарким сухим летом и малоснежной зимой. Лето тёплое, со среднемесячной температурой

воздуха июля  $+22^{\circ}$  –  $+25^{\circ}\text{C}$ ; зима довольно холодная, среднемесячная температура воздуха января и февраля  $-10^{\circ}$  –  $-15^{\circ}\text{C}$ .

На глубину промерзания зональных почвенных разностей существенно влияют складывающиеся погодные условия, структура почвы и её гранулометрический состав. Даже в относительно теплые и снежные зимы глубина промерзания почв достигает 20 см и более, максимальная глубина составляет 1,45 м.

Первый снегопад и неустойчивый снежный покров наблюдаются иногда в первой половине октября, устойчивый снежный покров в первой и в последней декаде декабря. В среднем за одну зиму устойчивый снежный покров залегает от 130 до 139 суток, его средняя высота равняется 40...60 см. Среднегодовое количество осадков в регионе исследований составляют от 65 до 85 мм.

Весной нередко отмечается резкий подъем температур, приводящий к интенсивному снеготаянию, что в условиях выраженного рельефа сопровождается большой потерей накопленных за зимний период запасов снеговой воды на поверхностный сток. В среднем начало снеготаяния отмечается в третьей декаде марта – начале апреля и продолжается 16-20 дней.

Весенние запасы почвенной влаги к моменту сева ранних яровых культур в метровом слое составляют 120–150 мм. Дефицит влаги только за май — июнь достигает 250 мм. Корнеобитаемый слой почвы при этом иссушается на глубину – до 50 см.

Для Поволжья характерны скорости ветра более 5-7 м/с. В летний период преобладают ветра юго-восточного направления. Наблюдаются частые суховеи (80–85 дней в году и 25–40% лет с вероятностью повреждения зерновых суховеями) и периоды с очень низкой относительной влажностью воздуха – от 15 до 20%. Каждые 2-3 года повторяются засухи, а иногда следуют друг за другом несколько лет подряд.



Подводя итог, можно отметить, что, за исключением недостатка естественного увлажнения, в зоне проведения полевых исследований основные параметры климатических условий благоприятны для выращивания овощей, в том числе капусты белокочанной поздней.

### 2.1.2 Почвы

Преобладающими почвами района проведения исследований являются черноземы южные (Гришин П.Н., 2011) [55].

В условиях черноземных степей был сформирован подтип южный черноземов. Большую половину всех площадей черноземов южных относятся к маломощным и малогумусным (мощность гумусового горизонта от 32 до 47 см, содержание гумуса в нем 5,4-4,4% от веса почвы) [58, 66, 90, 91]. Южные черноземы характеризуются как небольшой мощностью гумусового горизонта, так и отчетливым переходом от одного горизонта к другому. Запасы валового азота коррелируют с содержанием гумусовых веществ. Для черноземов южных маломощных и малогумусных характерна хорошая обеспеченность микроэлементами: цинком и медью, а горизонты верхние очень богаты марганцем и подвижными бором.

По гранулометрическому составу южные черноземы обычно относятся к тяжелосуглинистым разновидностям: по содержанию физической глины в пахотном слое согласно Н.А. Качинскому (в среднем 64,4%), а собственно глинистая фракция по Ферре в гранулометрическом составе обычно меняется в диапазоне 45,4...50,7%. Из фракций преобладает крупная пыль – % 21,7...39,1 и ил – % 21,4...41,1. Данное соотношение фракций элементарных почвенных частиц обуславливает достаточно благоприятные свойства южных черноземов.

Водно-физические свойства почвы (табл. 2.1) опытного участка соответствуют свойствам зонального тяжелосуглинистого южного чернозема.

Данный участок по почвах можно охарактеризовать по плотности сложения горизонта пахотного как невысокой (1,08–1,1 г/см<sup>3</sup>); плотность почвы глубже по профилю изменяется: растет от 1,19 до 1,28 г/см<sup>3</sup> в слоях подпахотных (30–60 см); падает до 1,2 г/см<sup>3</sup> в глубине 70-80 см; снова растет до 1,3 г/см<sup>3</sup> на глубине одного метра. Плотность твердой фазы почвы меняется в пределах 2,56-2,61 г/см<sup>3</sup> постепенно увеличиваясь с глубиной.

Общая пористость (порозность) почвы опытного участка в пахотном горизонте от 0 до 30 см колеблется в пределах 57,8...57,04%, в подпахотном слое (30-50 см) – от 53,7 до 50,0% и глубже по профилю снижается до 50,04%.

Таблица 2.1

## Основные водно-физические свойства почвы экспериментального участка

Слой почвы, см	Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	Плотность твердой фазы, г/см <sup>3</sup>	Общая пористость, %	Наименьшая влагоемкость, % от абсолютно сухой почвы
0-10	1,08	2,56	57,8	27,78
10-20	1,09	2,56	57,4	27,59
20-30	1,1	2,56	57,04	25,81
30-40	1,19	2,57	53,7	25,93
40-50	1,27	2,58	50,8	23,50
50-60	1,28	2,58	50,6	22,58
60-70	1,26	2,60	51,5	22,59
70-80	1,2	2,60	53,8	22,50
80-90	1,29	2,62	50,8	21,43
90-100	1,3	2,62	50,04	19,51
0-30	1,09	2,56	57,04	27,06
0-50	1,12	2,57	56,4	25,42
0-100	1,21	2,61	53,6	23,17

В слое 0...50 см влажность почвы опытного участка при наименьшей влагоемкости колеблется от 27,78 до 25,81% от абсолютно сухой почвы. Для слоя 50–100 см этот показатель равен 25,93...19,51 %. Почва на опытном участке по содержанию гумуса в пахотном горизонте характеризуется как высокообеспеченная (этот показатель равен 5,62%). Обеспеченность

обменным калием и доступным фосфором очень высокая (содержание 193,94 и 12,50 мг на 100 г абсолютно сухой почвы соответственно). При этом нитрификационная способность почвы низкая и составляет 4,86 мг/100 г почвы (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Содержание гумуса и питательных веществ в почве опытного участка

Слой почвы, см	Содержание гумуса, %	Содержание основных элементов питания растений, мг на 100 г почвы		
		Нитрификационная способность	доступный фосфор	обменный калий
0–10	5,74	4,80	12,75	200,00
10–20	5,80	4,48	12,75	200,00
20–30	5,32	4,48	12,00	181,82
0-30	5,62	4,86	12,50	193,94

Агрохимические свойства почв участка опытного, как и водно-физические являются благоприятными для возделывания овощей, в частности капусты белокочанной поздней.

### 2.1.3 Погодные условия в годы проведения опытов

Погодные условия вегетационного периода капусты белокочанной поздней в годы проведения исследований (2014, 2016 и 2017 гг.) были различными. По гидротермическому коэффициенту (ГТК) вегетационный период 2014 г. характеризуется как засушливый (ГТК = 0,8); 2017 г. – влажный (ГТК = 1,22); 2016 г. – слабо засушливый (ГТК = 1,0).

Вегетационный период 2014 г., в котором характеристики агроклиматических условий существенно отличались от среднегодовых значений, был благоприятным для возделывания исследуемой культуры на орошении (табл. 2.3, 2.4, рис. 2.3).

Таблица 2.3

Среднегодовыи характеристики агроклиматических условий места  
проведения исследований

	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Среднесуточная температура воздуха, °С	21,8	22,3	20,6	15,3
Относительная влажность воздуха, %	58,0	60,0	64,0	67,0
Осадки, мм	122,5	52,8	34,5	48,3
Всего осадков за вегетационный период: 258,1 мм				

Таблица 2.4

Агроклиматические условия 2014 г.

	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Среднесуточная температура воздуха, °С				
1 декада	26,3	23,6	23,3	18,8
2 декада	18,3	24,8	28,5	15,0
3 декада	19,1	23,9	22,9	14,2
За месяц	21,2	24,1	24,9	16,0
Относительная влажность воздуха, %				
1 декада	77,7	52,9	47,6	56,8
2 декада	78,5	41,2	42,7	55,0
3 декада	67,6	48,6	63,2	68,3
За месяц	74,6	47,6	51,2	60,0
Осадки, мм				
1 декада	16,6	66,0	6,0	17,4
2 декада	4,0	2,0	49,0	6,4
3 декада	12,7	0,0	20,0	10,2
За месяц	33,3	68,0	75,0	34,0
Всего осадков за вегетационный период: 210,3 мм				

Практически на протяжении всего периода вегетации капусты температура воздуха была выше среднегодовой. Только в июне ощущался небольшой недостаток тепла – на 2,8%, однако в дальнейшем среднесуточные температуры держались выше среднегодовых значений – на 8,1%, 20,9%, 4,6% в июле, августе, сентябре соответственно.

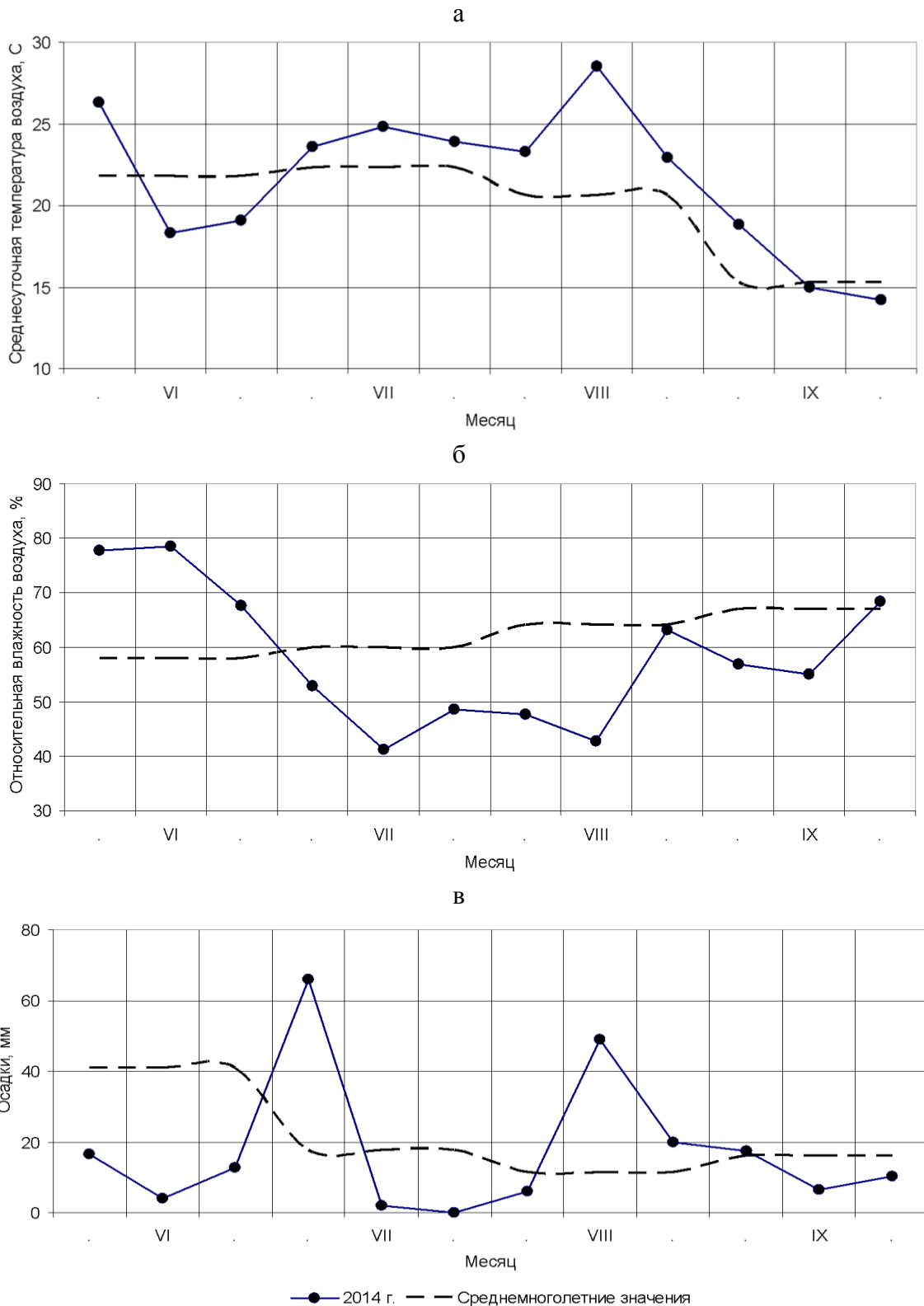


Рисунок 2.3 – Отклонения температуры воздуха, °C (а); относительной влажности воздуха, % (б); количества осадков, мм (в) за вегетационный период капусты белокочанной поздней 2014 г. от среднеголетних значений

Относительная влажность воздуха в июне была намного больше среднемноголетней – в среднем на 16,6%, а вот в июле, августе и сентябре она была существенно ниже среднемноголетних значений: на 12,4%, 12,8% и 7% соответственно.

За вегетацию выпало 210,3 мм за вегетацию, это меньше среднемноголетней значений на 47,8 мм. При этом в начале и конце вегетации (июнь и сентябрь) суммы осадков были намного ниже среднемноголетних значений (на 72,8 и 29,6% соответственно), а в середине (июль, август) – уже значительно выше среднемноголетних (на 28,8 и 117,4% соответственно).

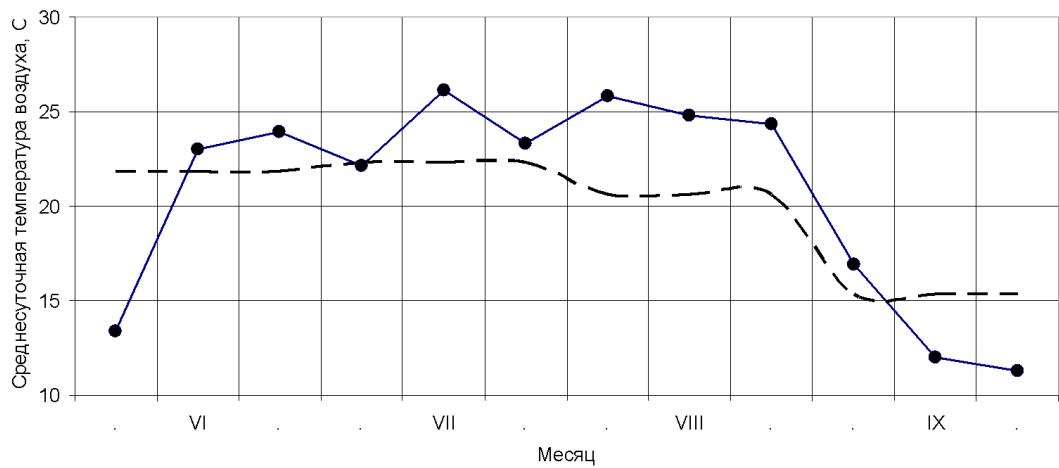
В 2016 г. вегетационный период капусты белокочанной поздней был менее засушливым, чем в 2014 г. Сумма осадков в этом периоде составила 248,5 мм, что было меньше на 9,65 мм, чем среднемноголетний показатель (рис. 2.4, табл. 2.5).

Таблица 2.5

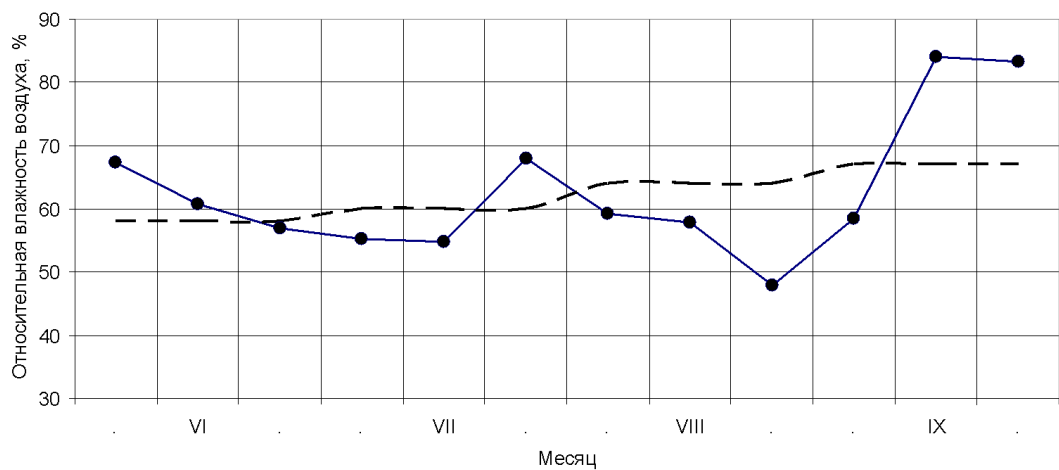
## Агроклиматические условия 2016 г.

	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
	Среднесуточная температура воздуха, °С			
1 декада	13,4	22,1	25,8	16,9
2 декада	23,0	26,1	24,8	12,0
3 декада	23,9	23,3	24,3	11,3
За месяц	20,1	23,8	25,0	13,4
	Относительная влажность воздуха, %			
1 декада	67,3	55,2	59,3	58,4
2 декада	60,8	54,8	57,9	84,0
3 декада	56,9	67,9	47,9	83,3
За месяц	61,6	59,3	55,0	75,2
	Осадки, мм			
1 декада	12,3	35,5	11,6	9,5
2 декада	23,1	8,8	17,2	22,3
3 декада	14,6	30,3	18,3	45,0
За месяц	50,0	74,6	47,1	76,8
Всего осадков за вегетационный период: 248,5 мм				

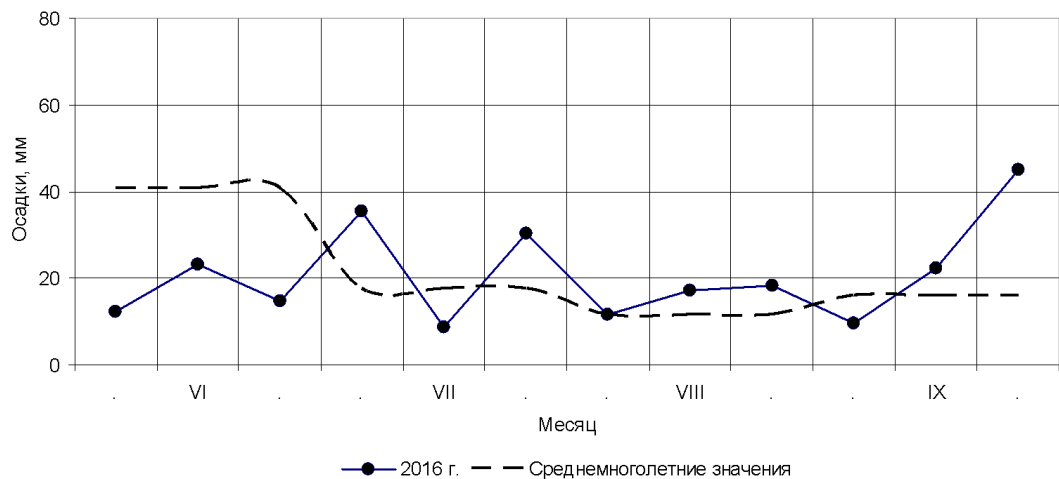
а



б



в



—●— 2016 г. — — Среднеголетние значения

Рисунок 2.4 – Отклонения температуры воздуха, °С (а); относительной влажности воздуха, % (б); количества осадков, мм (в) за вегетационный период капусты белокочанной поздней 2016 г. от среднеголетних значений

Осадки в течение вегетационного периода капусты белокочанной поздней 2016 г. выпадали неравномерно. В июне сумма осадков была более чем в 2 раза (59,2%) меньше среднегодовой. В июле, августе и сентябре этот показатель был значительно выше среднегодовых значений: в июле – на 41,3%, августе – на 36,5%, в сентябре – на 59%.

Отклонения температурного режима в течение вегетационного периода капусты 2016 г. от среднегодовых характеристик были существенно ниже. Среднесуточные температуры в начале и конце вегетации были ниже среднегодовых – на 7,8% и 12,4% в июне и сентябре соответственно, а в середине выше – на 6,7% в июле и 21,4% в августе. Небольшими были отклонения от среднегодовых значений относительной влажности воздуха. Однако она была меньше в начале и конце вегетационного периода белокочанной капусты – на 8,2% в сентябре и 3,6% в июне, а в конце больше – в июле на 0,7%; в августе на 9% [82].

Вегетационный период белокочанной поздней капусты в 2017 г. был еще менее засушливым по сравнению с 2016 г. Сумма осадков была значительно больше среднегодовой и составила 283,9 мм (табл. 2.6, рис. 2.5).

В первой половине вегетации капусты в 2017 г. месячные суммы осадков были больше среднегодовых: в июне на 19,8%, в июле на 77,6%. Во второй половине, напротив, осадков выпало меньше: в августе их не было совсем, в сентябре выпало на 10,4% меньше среднегодового значения.

Температуры атмосферного воздуха в течение вегетационного периода капусты белокочанной поздней в 2017 г. намного меньше отличались от среднегодовых по сравнению с тем же периодом 2016 г.. Среднесуточные температуры атмосферного воздуха в июле и сентябре были незначительно ниже среднегодовых значений (соответственно на 3,8% и 1,8%). В июне этот показатель был существенно, на 19,2%, ниже среднегодового значения, а в августе, наоборот, на 11,3% выше.



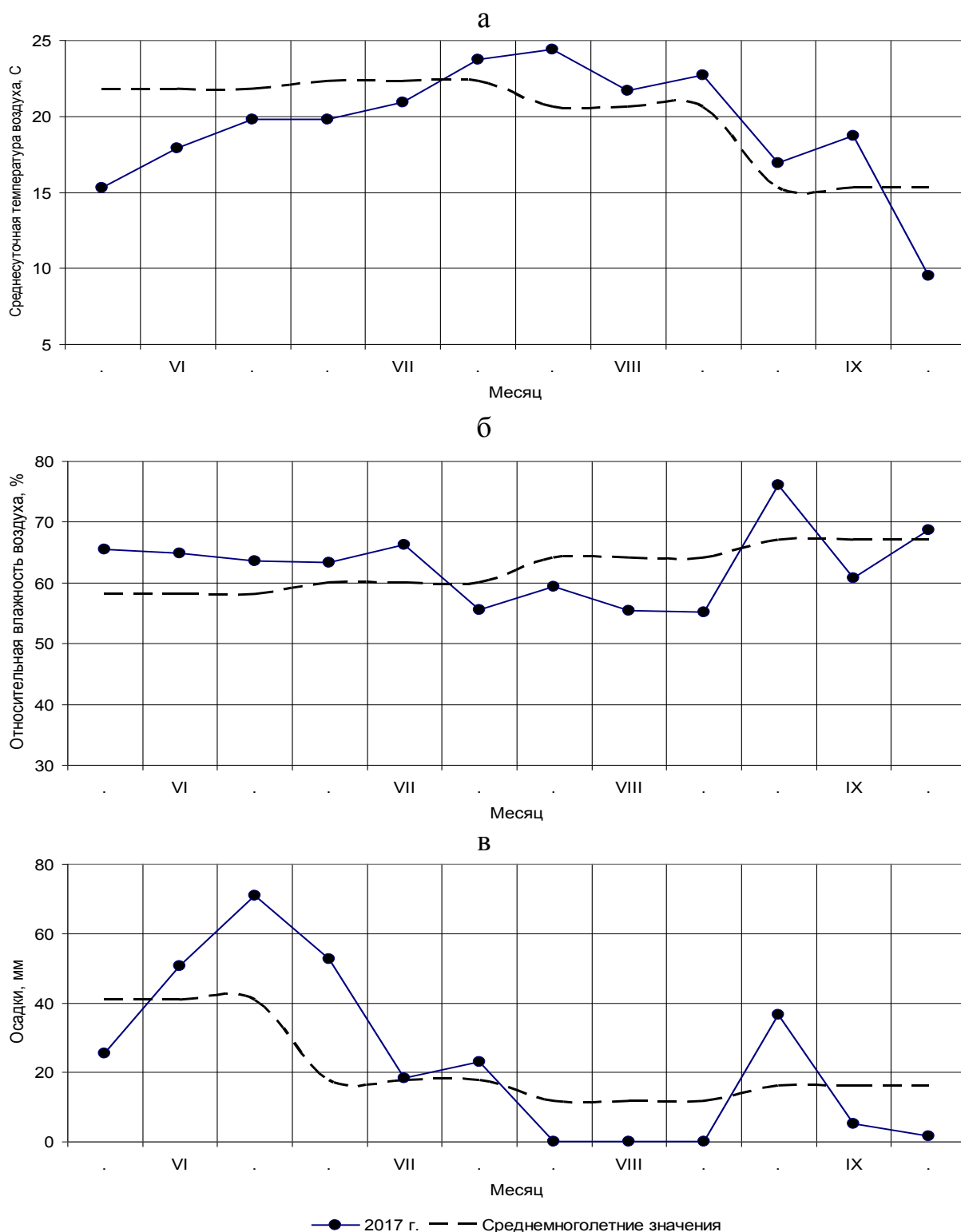


Рисунок 2.5 – Отклонения температуры воздуха, °С (а); относительной влажности воздуха, % (б); количества осадков, мм (в) за вегетационный период капусты белокочанной поздней 2017 г. от среднеголетних

## Агроклиматические условия 2017 г.

	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
	Среднесуточная температура воздуха, °С			
1 декада	15,3	19,8	24,4	16,9
2 декада	17,9	20,9	21,7	18,7
3 декада	19,8	23,7	22,7	9,5
За месяц	17,6	21,5	22,9	15,0
	Относительная влажность воздуха, %			
1 декада	65,4	63,3	59,3	76,1
2 декада	64,8	66,2	55,4	60,3
3 декада	63,5	55,4	55,1	68,6
За месяц	64,6	61,6	56,6	68,3
	Осадки, мм			
1 декада	25,4	52,7	-	36,5
2 декада	50,6	18,2	-	5,2
3 декада	70,8	22,9	-	1,6
За месяц	146,8	93,8	-	43,3
Всего осадков за вегетационный период: 283,9 мм				

Значения относительной влажности воздуха были выше среднеемноголетних: в июне на 6,6%, июле на 1,6%, сентябре на 1,3%, а в августе ниже – на 7,4%.

Таким образом, вегетационные периоды поздней белокочанной капусты в 2014, 2016 и 2017 гг. существенно отличались друг от друга, причем изменения были разнонаправленными.

## 2.2 Схема опыта

Полевые исследования проводились путем закладки двух двухфакторных опытов, схема включала в себя 3 режима орошения капельного и нормы удобрений.

Опыты проводились с сортом поздней белокочанной капусты Амагер 611 и с гибридом Колобок F1.

Методом расщепленных делянок были заложены опыты, в 3-кратной повторности. Учетная площадь делянки составила 30 м<sup>2</sup> (рис. 2.6).

Были изучены нормы внесения удобрений, которые рассчитывались на средний (40 т кочанов с 1 га) и высокий (70 т кочанов с 1 га) уровень планируемой урожайности, которые составили соответственно N100P50K40 и N190P80K70. При расчете норм удобрений использовался балансовый метод с применением ротационных коэффициентов возмещения выноса обменного калия и доступного фосфора, учитывающих обеспеченность (уровень содержания) фосфором и калием почвы опытного участка.

Предполивная влажность почвы поддерживалась на уровне 07, 0,8 и 0,9% влажности от наименьшей влагоемкости (НВ). Расчетный слой почвы составлял 0,3 м в период «посадка – начало образования кочана»; 0,5 м – в период «начало образования кочана - техническая спелость».

	70%НВ	80%НВ	90 %НВ
III повторность I повторность	Без удобрений	Без удобрений	Без удобрений
	N100P50K40	N100P50K40	N100P50K40
	N190P80K70	N190P80K70	N190P80K70
	Без удобрений	Без удобрений	Без удобрений
	N100P50K40	N100P50K40	N100P50K40
	N190P80K70	N190P80K70	N190P80K70
	Без удобрений	Без удобрений	Без удобрений
	N100P50K40	N100P50K40	N100P50K40
	N190P80K70	N190P80K70	N190P80K70

Рисунок. 2.6 – Схема двухфакторных опытов, реализованная на сорте Амагер 611 и гибриде Колобок F1

Расчетный (активный) слой почвы принимался равным 30 см в период «высаживание рассады – начало завивания кочанов»; 50 см – в последующие фазы («начало завивания кочанов - техническая спелость»).

### **2.3 Агротехнические условия и техника полива**

Вопросами улучшения технологий возделывания белокочанной поздней капусты занималось значительное число отечественных ученых-аграриев. В процессе закладки полевых экспериментов и далее при их проведении нами учитывались разработки сотрудников ВНИИООБ (Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства), а также И. П. Кружилина (1983), С. Ф. Ващенко (1984), М. В. Алексеева (1987), М.С Григорова (1990) [38, 52, 53, 100, 101, 186].

Результаты многочисленных полевых экспериментов, проведенных в разных природно-климатических зонах показывают, поздняя белокочанная капуста характеризуется повышенной требовательностью к среде обитания своей корневой системы, то есть почве, особенно к ее водному и воздушному режимам почвы. Это приводит к необходимости проведения особо тщательной обработки почвы, которая должна предотвращать как ее уплотнение, так и запыление. При возделывании капусты белокочанной в условиях производства эксплуатационная планировка поверхности участка является обязательным элементом агротехнологии. Это связано с тем, что данная культура очень негативно реагирует на переувлажнение почвы и застой воды на ее поверхности. Другим обязательным элементом агротехнологии возделывания капусты белокочанной поздней является послеполивное рыхление междурядий, что обуславливается высокой чувствительностью корней капусты к достаточному содержанию воздуха в корнеобитаемом слое почвы. Согласно А. Н. Костякову (1960) оптимум содержания почвенного воздуха составляет 30-35% от объема почвы [96].

При выполнении полевых опытов для измельчения растительных остатков предшественника, непосредственно после его уборки делали двукратное дискование (лушение) глубиной до 8-10 см.

Сразу после дискования вносилась большая часть минеральных удобрений, далее осуществлялась вспашка зяби с оборотом пласта (глубина 25-27 см).

После такой обработки почва в период весенних полевых работ не требовала существенных дополнительных мероприятий по ее подготовке к высадке рассады белокочанной капусты, так как оставалась достаточно рыхлой.

Поэтому весной при достижении физической спелости почвы проводились только покровное боронование с целью закрытия влаги (в 2 следа средними зубовыми боронами); а также, за неделю до высадки капустной рассады, рыхление (культивация) поперек направления вспашки совместно с боронованием, проводимое для избавления от проростков сорных растений и образования разрыхленного верхнего почвенного слоя, структура которого способствовала углублению корневой системы капусты.

В соответствии со схемой опыта была внесены удобрения. При этом применялся карбамид (мочевина), который содержит 46% азота, двойной суперфосфат, содержащий 42% фосфора, а также хлорид калия (62%  $K_2O$ ). Существенная доля, три пятых, суперфосфата и калия хлористого (60%), было внесено осенью под зяблевую вспашку. Карбамид вносили под весеннюю культивацию, а также в подкормку (одна треть).

В теплицах выращивали рассаду по общепринятой методике. Она высевалась из расчета 5...7 грамм семян на метр квадратный в начале апреля (1 декада). Поэтому, в период высадки рассады капусты в открытый грунт она была в возрасте 54...60 суток. Такая рассада имела 5 и более настоящих листьев, а так же развитую, мощную и мочковатую корневую систему.

Рассаду высаживали первого качества семенами, прошедшими апробацию в Государственном унитарном предприятии

«Саратовсортсемовощ» (сорность 0 шт./кг, всхожесть 95%, сортность 100%, влажность 13%). Семена перед высадкой обрабатывали раствором медного купороса (0,2...0,3%), дезинфицировали 1%-м раствором марганцовокислого калия и замачивали для более дружного появления всходов.

Для проведения опытов были выбраны сорт белокочанной капусты Амагер 611 и гибрид белокочанной капусты Колобок F1.

Сорт Амагер 611 выведен в Российском НИИ селекции и семеноводства овощных культур (рис. 2.7). Амагер 611 – это традиционный и популярный в нашей стране сорт поздней белокочанной капусты. Вегетационный период данного сорта продолжается более 130 суток.



Рисунок 2.7 – Амагер 611  
Амагер 611 отличается повышенной выносливостью к морозам и

продуктивностью. Он имеет раскидистую розетку средних размеров (диаметр от 70 до 90 см). Листья с выраженными черешками, которые обрастают достаточно часто пластинкой. Ткани листьев характеризуются плотностью, грубостью и гладкостью. Края листьев гладкие, они имеют выраженный восковой налет и голубовато-зеленую окраску, с отчетливой фиолетовой пигментацией на центральных жилках, а также листьях, кроющих кочан.

Кочаны среднего размера (вес 3...4 кг), округло-плоской и круглой формы.

Амагер 611 может достаточно долго, до конца весны (более 200 суток после срезки кочанов) храниться, сохраняя к этому времени сочность, свежесть и упругость. При этом вкус его листьев, которые сразу после уборки отличаются грубостью и горьковатым привкусом, в период хранения значительно улучшается. Химический состав кочанов сорта Амагер 611 включает в себя сухого вещества 7,9 процентов; сахара общего 4,4 процента, сахарозы 0,44 процента, 29,3 миллиграмм/процентов витамина С (аскорбиновой кислоты).

Колобок F1 – гибрид капусты поздней белокочанной, выведен на селекционной станции им. Н.Н.Тимофеева (г. Москва) (рис. 2.8).

Гибрид внесен в Гос реестр достижений РФ селекционных в 1994 году — гибрид позднеспелый для долгого хранения. Спелость кочанов техническая настаёт на 144-150 день после всходов полных. Листья у розетки полуприподнятые, количество листьев колеблется от 16 до 20. Они имеют диаметры от 45 до 55 см и высоту от 30 до 34 см. Пластинка листовая имеет выраженный восковой налет, темно-зеленого цвета. Кочан округлый, веса 4-5 кг и высотой 20-26 см. Его внешняя окраска зеленого цвета, в разрезе белая. Так же как и сорт Амагер 611 отличается большим содержанием сахаров, а также аскорбиновой кислоты (витамина С). Горечь отсутствует.



Рисунок 2.8 – Колобок F1

Колобок F1 характеризуется дружным формированием урожая, имеет очень плотный кочан и неплохую лежкоспособность, устойчив к растрескиванию, качества вкусовые и в свежем и в квашеном виде на высоком уровне.

В обогреваемых теплицах выращивали рассаду, с междурядьями без пикировки от 6-7 сантиметров. Температура в почве до появления всходов поддерживалась в пределах от 25 до 27°C, днем – 19-22°C и ночью – 14-17°C в дальнейшем.

После появления всходов капусты белокочанной температура воздуха в теплице в 1 неделю поддерживалась на уровне 9-10°C ночью и 13-16°C днем. За 2 недели до высадки рассады проводили ее закалку. В это время соблюдался следующий температурный режим: день – 24-26°C (солнечные дни) и 17-21°C (пасмурные дни); ночь – 12-15°C.

Высадку рассады поздней капусты белокочанной в открытый грунт производилась согласно рекомендациям в тот период, когда температура



воздуха среднесуточная держится стабильно выше 13-15°C.

В проведенных нами полевых опытах в агрометеорологических условиях Саратовского Правобережья рассада капусты поздней белокочанной сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 вручную высаживалась в открытый грунт по схеме 65X65 см в самом начале июня. Согласно схеме опыта проводились поливы.

В главе 3 приведены характеристики поливов на разных режимах орошения в разные годы исследований. Для удаления сорных растений и обеспечения оптимального воздушного режима верхнего слоя почвы проводилось рыхление как в междурядьях, так и в рядках после каждого полива. Эта агротехническая операция осуществлялась на 3-й день после полива или раньше. Убирались кочаны вручную по мере их созревания (в фазу технической спелости), по каждой опытной делянке отдельно.

Для проведения поливов белокочанной капусты в полевом эксперименте применялась система капельного орошения, схема которой приводится на рисунке 2.9.

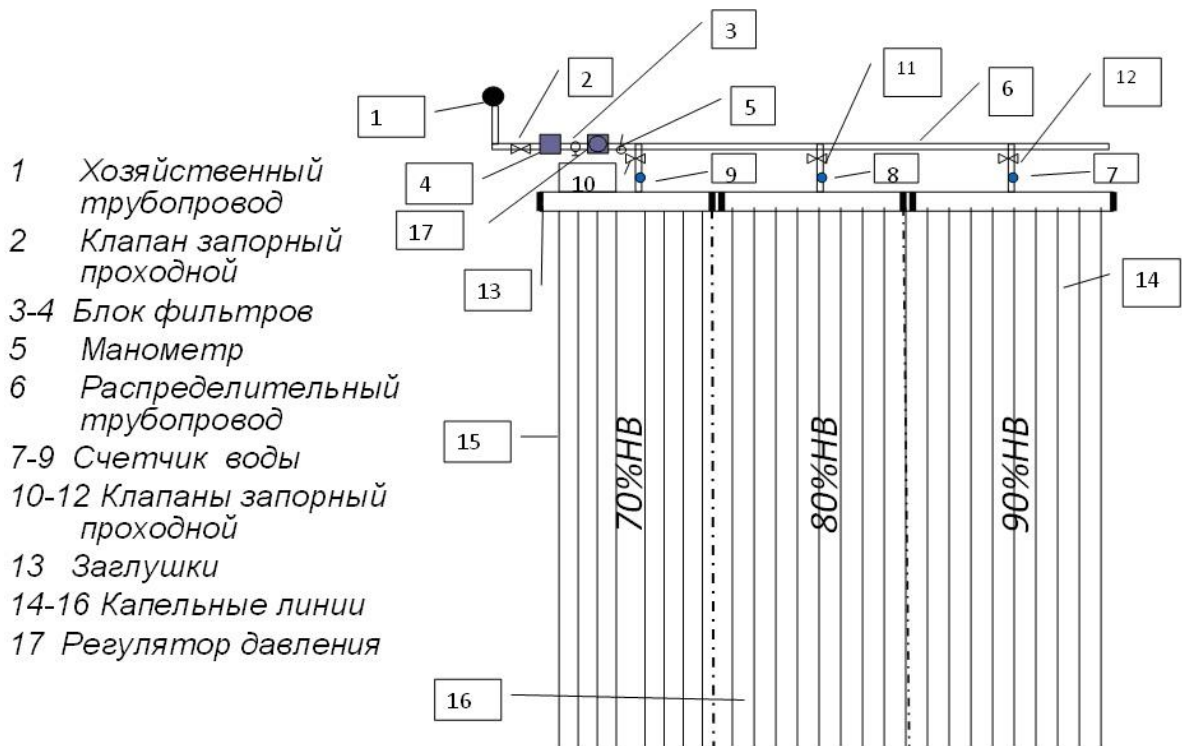


Рисунок 2.9 – Схема системы капельного орошения

В ней были использованы капельные линии фирмы «Golddrip» со встроенными полукompенсированными капельницами с расходом 2,0 л/ч при давлении 0,08 – 0,2 МПа (рис. 2.10).

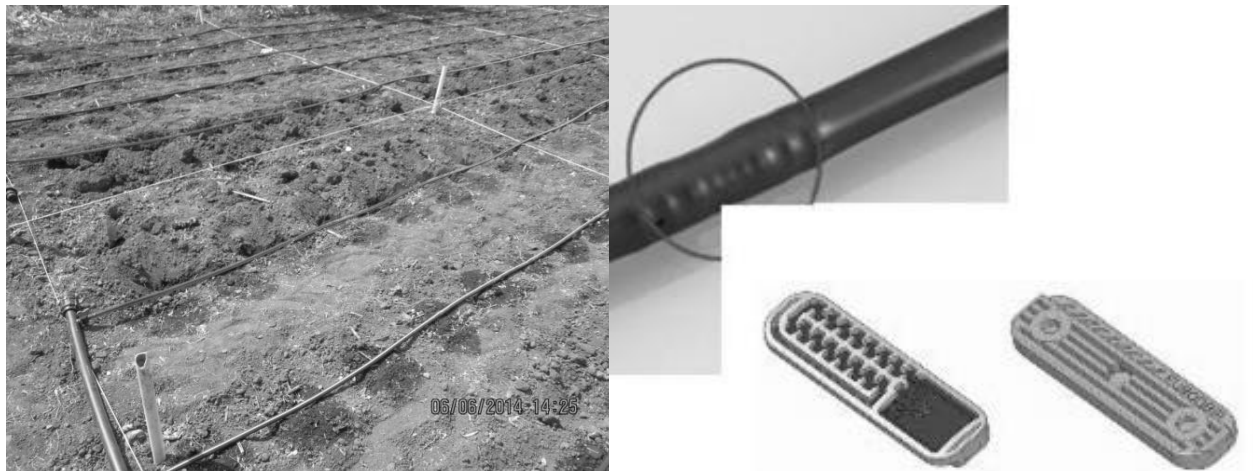


Рисунок 2.10 – Капельные линии на поле (а); полукompессионная встроенная капельница фирмы «Golddrip» (б)

В оросительной сети использовались пластиковые магистральный и распределительные трубопроводы (рис. 2.11).

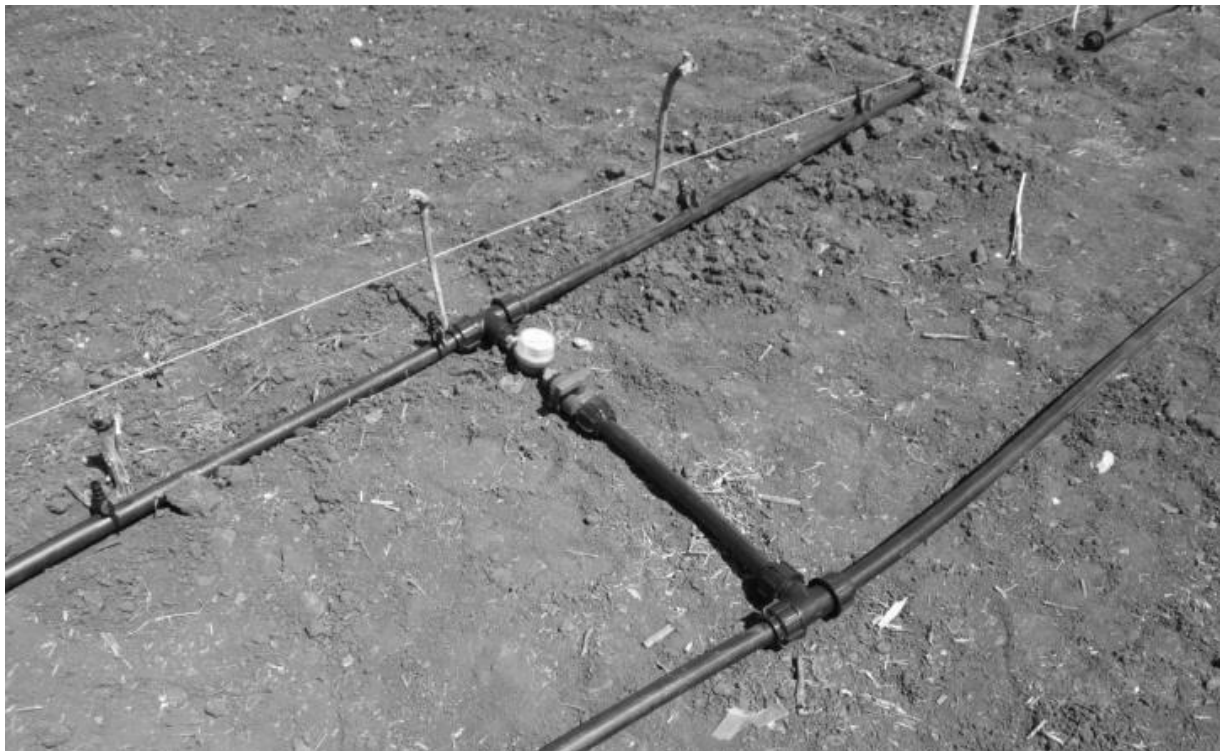


Рисунок 2.11 – Магистральный и распределительный трубопровод

Для внесения минеральных удобрений в подкормки с поливной водой применялся инжектор для фертигации (рис. 2.12).



Рисунок 2.12 – Инжектор для внесения удобрений (фертигации)

#### 2.4 Методики основных и сопутствующих исследований и наблюдений

Сопутствующие наблюдения и исследования Нами были проведены наблюдения в соответствии с действующими методиками и ГОСТами (табл. 2.7). При проведение исследований использовались следующие нормативные документы

Таблица 2.7

Нормативные документы, использованные при проведении исследований

Наблюдение, показатель	Методика (ГОСТ)
Отбор почвенных проб	ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб.
Содержание гумуса	ГОСТ 26213-84. Метод мокрого сжигания по Тюрину
Нитрификационная способность	ГОСТ 26107-84. Метод Кравкова
Содержание подвижного фосфора и обменного калия	ГОСТ 26205-84 ЦИНАО. Метод Мачигина
Водная вытяжки (плотный остаток, CO <sub>3</sub> , HCO <sub>3</sub> , Cl, SO <sub>4</sub> , Ca, Mg, Na)	ГОСТ 26424-85; ГОСТ 26426-85; ГОСТ 26427-85; ГОСТ 26428-85

## Продолжение таблицы 2.7

Содержание обменных оснований в почвенном поглощающем комплексе	ГОСТ 26487-85; ГОСТ 26950-86; ГОСТ 27821-88
Гранулометрический состав	ГОСТ 12536-79. Грунты. Методика Качинского
Плотность сложения почвы	ГОСТ 12536-79. Грунты. Метод режущих колец Качинского
Плотность твердой фазы почвы	ГОСТ 27395-87 Почвы. Пикнометрический метод.
Структура почвы	ГОСТ 26212-84. Почвы. Метод Савинова.
Наименьшая влагоемкость	Почвы. Метод заливаемых площадок.
Влажность почвы	ГОСТ 20915-75, ГОСТ 28268-89. Термостатно-весовой метод.
Метеорологические наблюдения	Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 3, ч. 1. 1985 г.
Фенологические биометрические наблюдения	Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве под ред. Белика, 1992
Масса корневой системы	Метод Станкова, 1961
Содержание в плодах, ботве и корнях азота	ГОСТ Р 50466-93. Фотометрический индофенольный метод.
Содержание в плодах, ботве и корнях фосфора	ГОСТ 26657-85. С использованием молибденового аммония.
Содержание в плодах, ботве и корнях калия	ГОСТ 23862.6-79. Метод пламенной фотометрии.
Учет урожая плодов	Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве под ред. Белика, 1992
Качество плодов	ГОСТ Р 51809-2001. Капуста белокочанная свежая, реализуемая в розничной торговой сети
Экономическая эффективность	РД-АПК 3.00.01.003-03 «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель» Прямой расчет по технологическим картам с использованием действующих нормативов, расценок и цен.
Математическая обработка опытных данных	«Методика полевого опыта» Доспехова, М., 1985, программы STATISTIKA 5.5 и Microsoft Excel 2003

По методу Кравкова была определена нитрификационная способность, по методу Мачигина – содержание подвижного фосфора и обменного калия, по методу режущих колец Качинского – плотность сложения почвы, методом залива площадок – наименьшая влагоемкость, методом Станкова – масса

корневой системы, содержание в растениях азота – фотометрическим индо-фенольным методом, фосфора – с молибденовым аммонием, калия – методом пламенной фотометрии. По методике Доспехова, математическая обработка опытных данных проведена с помощью программы STATISTIKA5.5 и процессора электронных таблиц Microsoft Excel 2007. Прямым расчетом по технологическим картам с использованием действующих нормативов, расценок и цен с применением «Методических указаний по оценке инвестиционных проектов» была определена экономическая эффективность.

## Глава 3 ВОДНО-БАЛАНСОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 3.1 Параметры режимов капельного орошения капусты белокочанной поздней и водный режим почвы

Орошение является важнейшим фактором, определяющим продуктивность поздней белокочанной капусты в агроклиматических условиях лесостепной и степной зон Саратовского Правобережья. На жизнедеятельность растений капусты влияет, прежде всего, непосредственно водный режим почвы. Главной задачей изучения режима полива любой орошаемой культуры является определение оптимального диапазона влажности почвы в активном (корнеобитаемом) слое или нахождение такого нижнего (предполивного) порога влажности, при поддержании которого обеспечивается получение как экономически оправданного уровня урожайности, так и наименьших затрат воды оросительной при получении 1 ц продукции [110, 81].

Понятие «режим орошения», который является сочетанием количества, сроков и норм поливов, зависящем прежде всего от почвенных условий местности, агроклиматических параметров территории и специфики биологии выращивания поливных культур, впервые сформулировано основоположником мелиорации А.Н. Костяковым [96].

На всей территории Саратовского области, согласно данным многолетних агрометеорологических наблюдений, в условиях нестабильного и недостаточного увлажнения пополнение почвенных запасов влаги за счет осадков обычно бывает недостаточно не только для стабильных и больших урожаев капусты белокочанной, но и для самой ее жизнедеятельности. Поэтому условием обеспечения высокой продуктивности плантаций важнейшей для нашей страны овощной культуры – капусты белокочанной поздней, является регулирование водного режима почвы с помощью поливов. Разработка оптимальных режимов увлажнения почвы для каждого

конкретного уровня планируемого урожая капусты в условиях черноземной степи Саратовской области и при применении капельного способа полива – важная задача мелиоративной науки, имеющая большое практическое значение.

В засушливых (аридных) условиях фактором номер один, определяющим интенсивность роста и продуктивность выращиваемых культур, является не само присутствие почвенной влаги, но её подвижность и доступность. По данным многих исследователей, отечественных и зарубежных, максимальной доступностью для растений обладает почвенная влага, содержащаяся при влажности, соответствующей наименьшей влагоемкости почвы [122]. Эта же влага, не удаляющаяся из верхних горизонтов почв под воздействием гравитационных сил, обладает и свойством постоянства сохранения в виде определенных влагозапасов, расходуемых на водопотребление растений. В этой связи, большинство ученых-мелиораторов считают влажности при наименьшей влагоемкости (НВ) верхней границей диапазона регулирования влажности активного (расчетного или корнеобитаемого слоя почвы) [11, 43, 96, 102].

В соответствии с установленными задачами по исследованию, в полевом эксперименте изучались три контрастных режима полива капельного:

1. Влажность перед поливом в расчетном слое 0,7 НВ.
2. Влажность перед поливом в расчетном слое 0,8 НВ.
3. Влажность перед поливом в расчетном слое 0,9 НВ.

При этом использовался дифференцированный по глубине расчетного слоя почвы режим орошения. В период от высадки рассады капусты до начала образования кочанов влажность регулировалась в расчетном слое почвы 0,3 м, в период от начала образования кочанов до их технической спелости – 0,5 м.

При поддержании в почве влаги слой 0 – 30 см при диапазоне регулирования влажности 0,7-1,0 НВ был равен 237; 0,8-1,0 НВ – 168 и 0,9-

1,0 НВ – 84 м<sup>3</sup>/га, в слое 0-50 см соответственно 426, 284 и 142 м<sup>3</sup>/га (табл. 3.1).

Таблица 3.1 – Параметры режимов работы системы капельного орошения капусты белокочанной поздней (среднее за 2014, 2016, 2017 гг.)

№ пп	Параметр	Уровень предполивной влажности почвы		
		0,7-1,0 НВ	0,8-1,0 НВ	0,9-1,0 НВ
1	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	2344	2743	2951
2	Общая продолжительность работы системы, ч	19,3	22,3	23,3
3	Припосевная поливная норма, м <sup>3</sup> /га	40	40	40
4	Минимальная поливная норма, м <sup>3</sup> /га	237	168	84
5	Максимальная поливная норма, м <sup>3</sup> /га	426	284	142
6	Количество поливов	7	11,33	23

Так же в 2014, 2016 - 2017 гг. мы проводили припосадочные поливы для лучшего приживания рассады нормой 40 м<sup>3</sup>/га.

Для поддержания влажности перед поливом на уровне 0,7 НВ в сухом 2014 г. пришлось провести 8 капельных поливов: 1 припосадочный полив (40 м<sup>3</sup>/га); 1 капельный полив в период до начала образования кочана нормой (237 м<sup>3</sup>/га); 6 капельных поливов в период от начала образования кочана до их технической спелости (427 м<sup>3</sup>/га).

Для поддержания влажности перед поливом почвы 0,8 НВ было тринадцать поливов: один припосадочный полив 40 м<sup>3</sup>/га; 2 с нормой полива 168 и 10 - 284 м<sup>3</sup>/га. На варианте влажности перед поливом на уровне 0,9 НВ в сухом 2014 г. понадобилось проведение 26 поливов (1 припосадочный полив 40 м<sup>3</sup>/га; четыре по 142 м<sup>3</sup>/га), а вот в 2016 г. на режиме с диапазоном влажности 0,7-1,0 НВ провели 8 поливов: 1 припосадочный полив 40 м<sup>3</sup>/га и два с нормой полива 237 и 5 – 426 м<sup>3</sup>/га. На варианте с поддержанием повышенного режима полива с диапазоном влажности 0,8-1,0 НВ было 12 поливов (1 припосадочный полив 40 м<sup>3</sup>/га; два раза увлажнения по 168 и



девять – по 284 м<sup>3</sup>/га); 0,9-1,0 НВ –так же один полив 40 м<sup>3</sup>/га, четыре раза увлажняли с нормой 84 и 19 поливов по 142 м<sup>3</sup>/га.

В 2017 г. режим с диапазоном влажности почвы 0,7-1,0 НВ провели: один припосадочный полив 40 м<sup>3</sup>/га; 1 полив нормой 237 и 3 – 426 м<sup>3</sup>/га. При повышенном режиме полива (диапазон 0,8-1,0 НВ) было девять поливов: один припосадочный полив 40 м<sup>3</sup>/га; 2 – с нормой полива 168 и 6 – 284 м<sup>3</sup>/га. Интенсивный режим 0,9-1,0 НВ потребовал проведения девятнадцати поливов: три с нормой полива 84 м<sup>3</sup>/га, и пятнадцать с нормой полива 142 м<sup>3</sup>/га и 1 припосадочный полив 40 м<sup>3</sup>/га.

По средним данным за годы полевого исследования в период вегетации белокочанной капусты при умеренном режиме орошения (диапазон влажности расчетного слоя почвы от 1,0-0,7 НВ) проведено 7, при среднем режиме (диапазон 1,0-0,8 НВ) – 11,33; интенсивном (1,0-0,9 НВ) – 23 полива. За все время работы системы полив капельный увлажнения был равен 19,3 часа; 22,3 часа и 23,3 часа. Экспериментальные режимы полива выдержаны (приложение 1).

### **3.2 Показатели суммарного водопотребления капусты белокочанной поздней**

Исследования по определению суммарного водопотребления или эвапотранспирации в различные периоды роста и развития и в целом за вегетацию белокочанной капусты, возделываемой на капельном поливе, являются важным элементом изучения режимов полива этой сельскохозяйственной культуры. Большую научную ценность имеет и установление структуры водопотребления суммарного в разные по влажности годы и при различных диапазонах регулирования влажности активного слоя почвы. Также, для практического применения существенную ценность имеет и установление зависимостей суммарного водопотребления от агроклиматических факторов, в том числе солнечной радиации, дефицита

влажности воздуха, суммы температур, испаряемости [184,185,198].

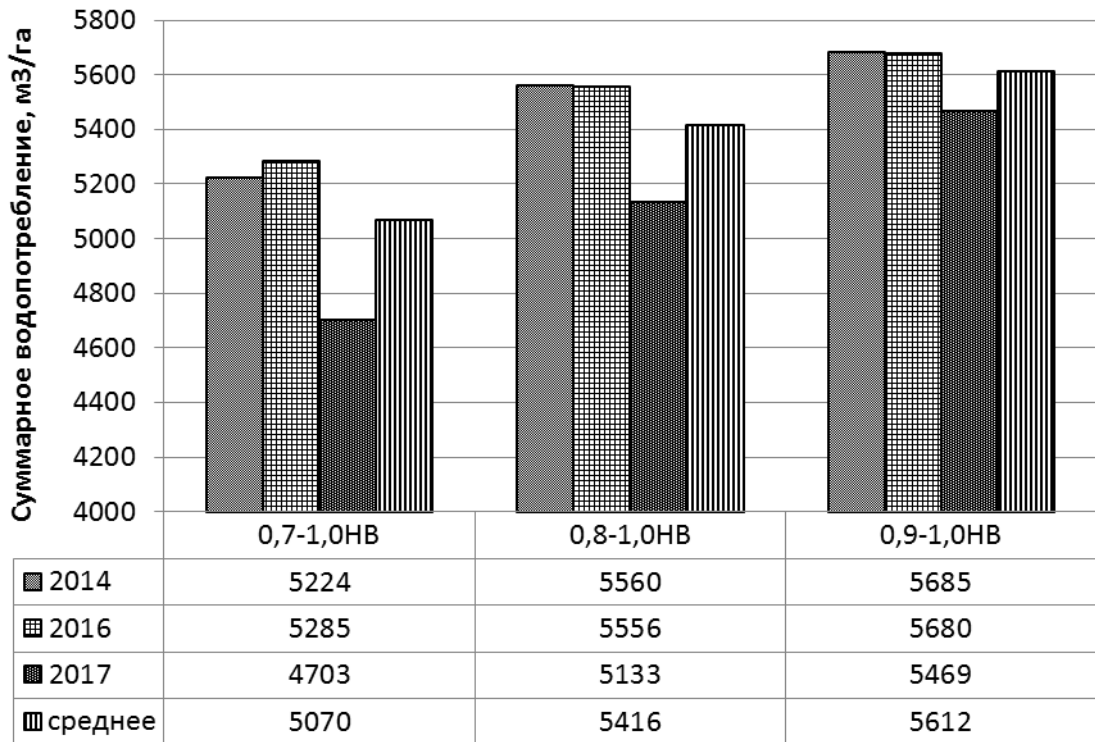


Рисунок 3.1 – Суммарное водопотребление за 2014, 2016 - 2017 гг.

Определяется эвапотранспирация водно-балансовым методом по результатам полевых исследований за 2014, 2016-2017 гг. (рисунки. 3.10-3.13).

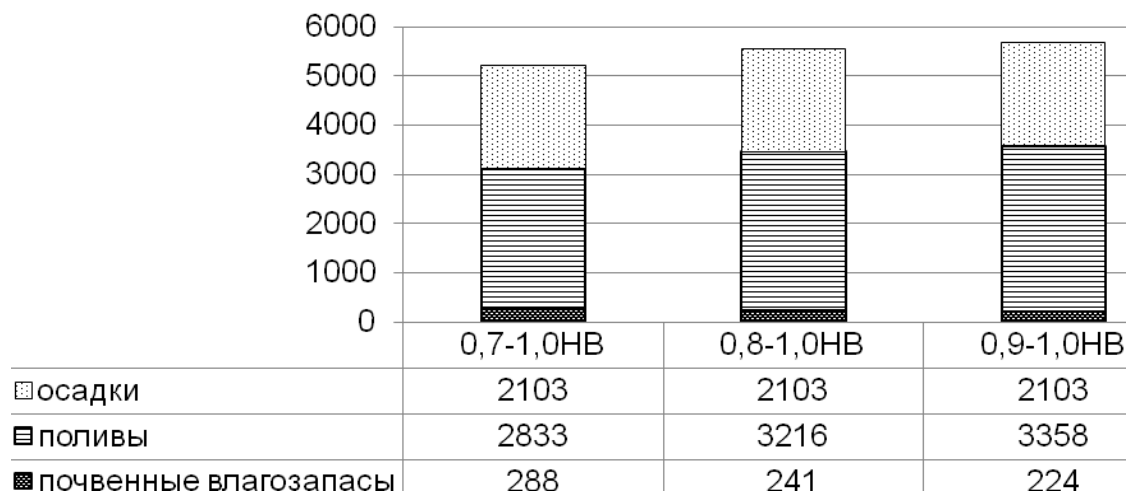


Рисунок 3.2 – Составляющие водопотребления капусты белокочанной поздней за 2014 г.

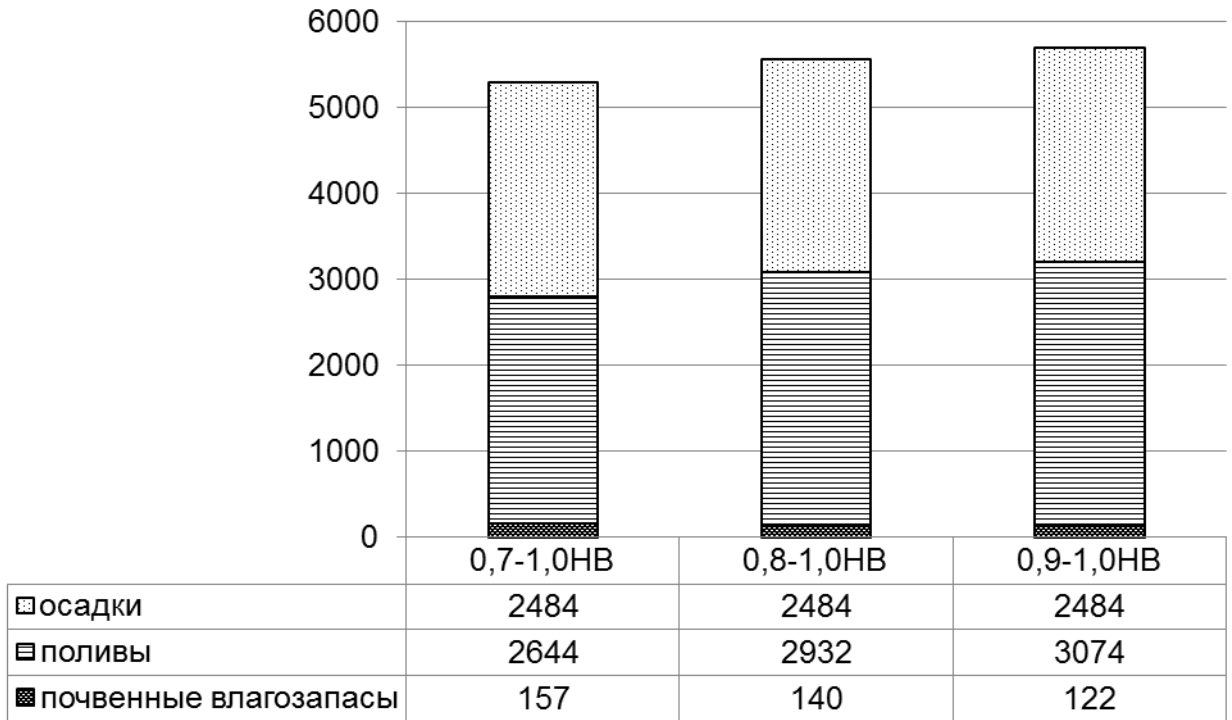


Рисунок 3.3 – Составляющие водопотребления  
капусты белокочанной поздней за 2016 г.

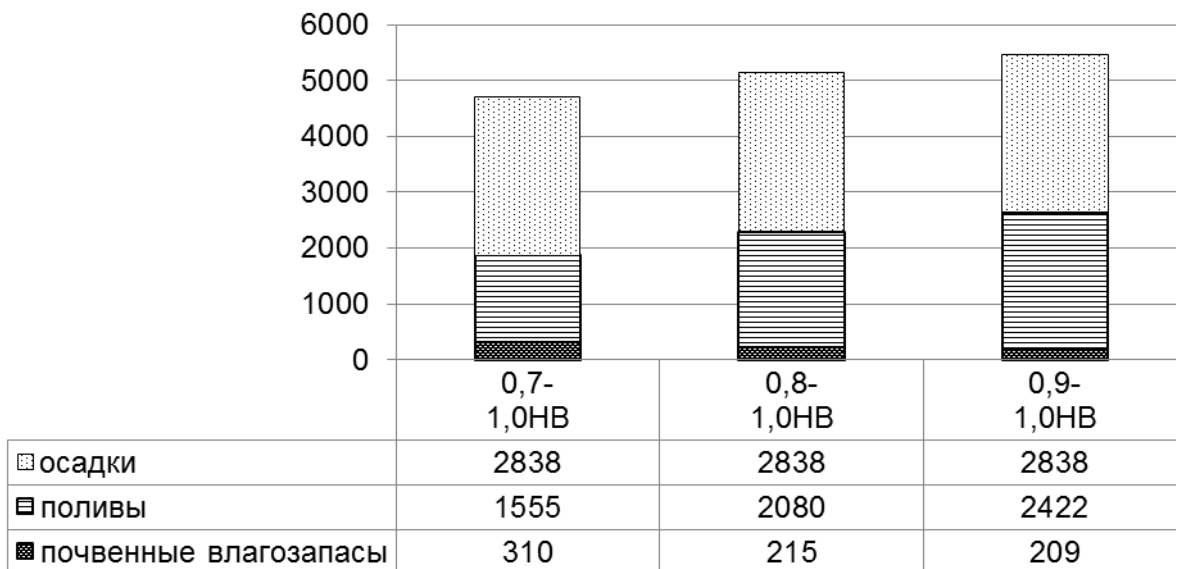


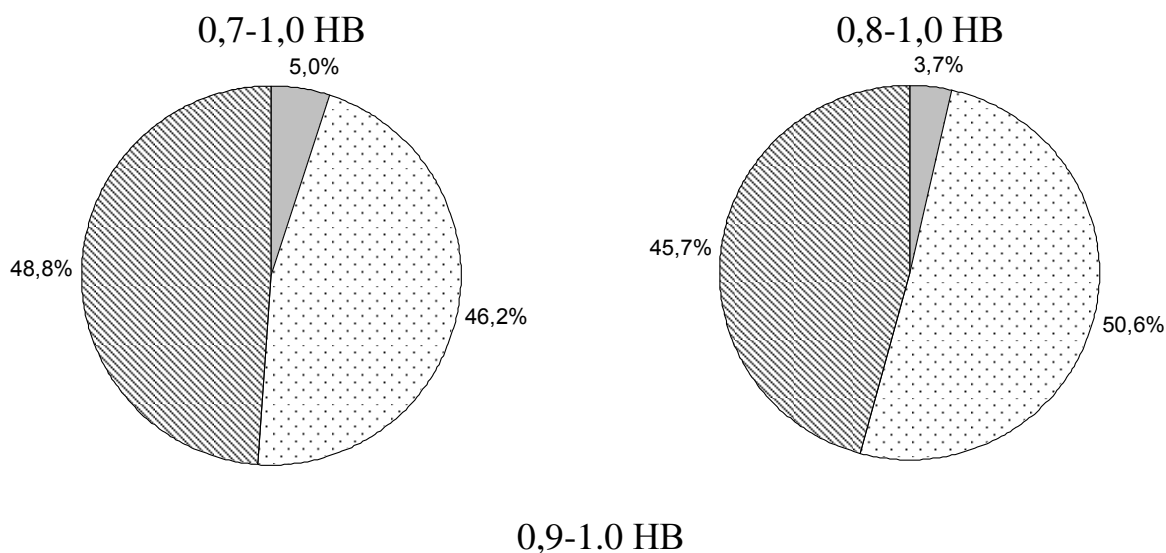
Рисунок 3.4 – Составляющие водопотребления  
капусты белокочанной поздней за 2017 г.

Водопотребление суммарное при умеренном поливном режиме 0,7-1,0 НВ по средним данным за годы исследования равно минимальным значениям 5070 м<sup>3</sup>/га. Самым маленьким оно было в 2017 г, так как был влажный год –

4703 м<sup>3</sup>/га, 2014 и 2016 гг наибольшим (были засушливые годы) – 5285 и 5224 м<sup>3</sup>/га. На повышенном режиме полива (диапазон увлажнения 0,8-1,0 НВ) средняя величина суммарной эвапотранспирации за годы исследований равнялась 5416 м<sup>3</sup>/га, при колебаниях от 5133 м<sup>3</sup>/га в 2017 г. до 5560 м<sup>3</sup>/га в 2014 г.. А вот при интенсивном режиме полива (диапазон увлажнения 0,9-1,0 НВ) по средним данным за три года суммарного водопотребления равно 5612 м<sup>3</sup>/га с разницей по годам от 5469 в 2017 г. до 5685 м<sup>3</sup>/га в 2014 г.

Оросительная вода составила большую долю (рисунок 3.14) в водопотреблении суммарном

По осредненным данным годы исследований в зависимости от режима увлажнения доля поливной воды менялась от 46,2% (0,7-1,0 НВ) до 50,7 – 52,6% (0,8-1,0 и 0,9-1,0 НВ). Доля осадков составляла 48,8; 45,7 и 44,1%. Вклад почвенных влагозапасов в суммарное водопотребление капусты белокочанной был малым (от 3,3 до 5,0%).



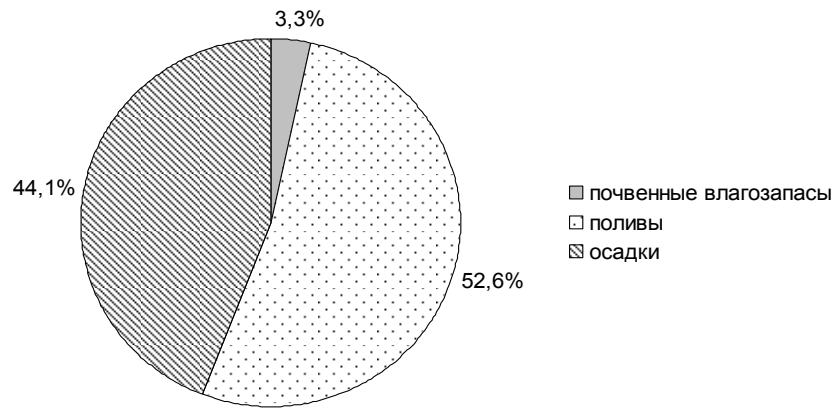


Рисунок 3.5 – Суммарное водопотребление структура при различных режимах орошения по осредненным данным за 2014, 2016 - 2017 гг.

### 3.3 Динамика эвапотранспирации капусты белокочанной поздней по периодам роста и развития

Согласно «Методике опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве» (под ред. Белика, 1992), а также с материалами по фенологии роста и развития капусты поздней белокочанной период вегетации культуры разбили на два подпериода:

1. «посадка – начало завивания кочана;
2. «начало завивания кочана – техническая спелость».

Водопотребление капусты белокочанной поздней по данным подпериодам сформировалось таким образом (табл. 3.2).

Максимальное водопотребление отмечено у капусты белокочанной в наиболее длительный период «Начало завивания кочана – техническая спелость», длившийся за годы исследований в среднем 84,3 – 86,67 дня. Оно составляло при режиме 0,7 НВ - 4258; 0,8 НВ - 4654; 0,9 НВ – 4904 м<sup>3</sup>/га. Доля водопотребления в этот период составила от суммарного водопотребления соответственно 83,9; 85,9 и 87,4 процентов.

Таблица 3.2

Водопотребление капусты белокочанной по периодам вегетации при разных режимах капельного орошения (среднее за 2014, 2016 - 2017 гг.)

Показатель	Значения по периодам роста и развития		
	Посадка – начало завивания кочана	Начало завивания кочана – техническая спелость	Посадка – техническая спелость
Вариант	0,7-1,0 НВ		
Продолжительность, дни	35,0	84,3	119,3
Водопотребление, м <sup>3</sup> /га	812	4258	5070
Водопотребление, % от суммы	16	84	100
Вариант	0,8-1,0 НВ		
Продолжительность, дни	34,0	86,7	120,7
Водопотребление, м <sup>3</sup> /га	762	4654	5416
Водопотребление, % от суммы	14	86	100
Вариант	0,9-1,0 долей НВ		
Продолжительность, дни	31,7	86,7	118,3
Водопотребление, м <sup>3</sup> /га	707	4904	5611
Водопотребление, % от суммы	13	87	100

Минимальное водопотребление наблюдалось в более короткий период «Посадка – начало завивания кочана» (31,7 - 35 дней). На диапазоне влажности 0,7-1,0 НВ то есть при умеренном поливе оно равнялось 812,33 м<sup>3</sup>/га, при диапазоне влажности 0,8-1,0 НВ – 762 м<sup>3</sup>/га, при диапазоне влажности 0,9-1,0 НВ – 707,33 м<sup>3</sup>/га или, в процентах, 16,02; 14,06 и 12,6 % от водопотребления суммарного за вегетацию.

### **3.4 Среднесуточное водопотребление и биоклиматические коэффициенты капусты белокочанной поздней при капельном орошении**

В процессе исследования закономерностей водопотребления поздней белокочанной капусты большой интерес заключается в нахождении количественных значений суточной потребности плантаций данной культуры во влаге.

Статистика среднесуточного водопотребления характеризует онтогенетические закономерности изменения потребности в воде растений капусты, а также позволяет обосновывать методику управления водным режимом почвы для получения планируемых урожаев капусты.

Показателем, характеризующим онтогенетические закономерности потребления воды посевами сельскохозяйственных культур, является водопотребление суточное. Находя ежедекадно составляющие водопотребления суммарного, мы определяли значения суточного водопотребления капусты за этот же период.

В результате по данным полевого эксперимента мы сделали следующие выводы: максимальное суточное водопотребление зафиксировано с начала июля по конец сентября, а период был «начало завивания кочана – техническая спелость», в этом период было усиленное нарастание розетки и наибольшая площадь листьев а так же рост и развитие кочана. Период «начало завивания кочана – техническая спелость» характерен высокой температурой и испаряемостью.

Значения среднесуточного водопотребления капусты белокочанной поздней, усредненные за годы исследования и в зависимости от фаз развития, нами приводятся в таблице 3.3.

По результатам полевого эксперимента критический период у капусты белокочанной поздней во влаги был «Начало завивания кочана – техническая спелость», и практически на всех режимах полива суточное водопотребление

было наибольшим и равно при 0,7-1,0 НВ – 50,51; 0,8-1,0 НВ – 53,68 и 0,9-1,0 НВ – 56,56 м<sup>3</sup>/га в сутки.

Таблица 3.3

Водопотребление капусты белокочанной суточное в разные вегетационные периоды, при различных режимах орошения капельного (среднее за 2014, 2016- 2017 гг.)

Вариант	Среднесуточное водопотребление, м <sup>3</sup> /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

В целом за вегетационный период водопотребление среднесуточное белокочанной поздней капусты было равно 42,49 м<sup>3</sup>/га при умеренном режиме полива (диапазон влажности расчетного слоя почвы от 0,7 - 1,0 НВ); 44,87 м<sup>3</sup>/га – при повышенном (диапазон 0,8-1,0 НВ); 47,2 м<sup>3</sup>/га – при интенсивном (диапазон 0,9-1,0 НВ)

По методам, предложенным А.М. и С.М. Алпатьевыми [4, 5, 6, 7], а также Н.К. Льговым [148], были рассчитаны биоклиматические коэффициенты для орошаемых плантаций поздней белокочанной капусты на капельном способе полива. Эти методы дают возможность учитывать зависимость величины среднесуточного водопотребления от агрометеорологических условий местности и рассчитывать прогнозное водопотребление при решении задач проектирования водных мелиораций, а также при эксплуатации оросительных систем. Биоклиматические коэффициенты рассчитывались по суммам дефицитов влажности воздуха и суммам температур воздуха по периодам роста и развития капусты.

Биоклиматические коэффициенты для капусты белокочанной на поливе капельном для природно-климатических условий Саратовского Правобережья приведены по методу А.М. Алпатьева на рисунке 3.15 и по методу Н.К. Льгова на рисунке 3.16.



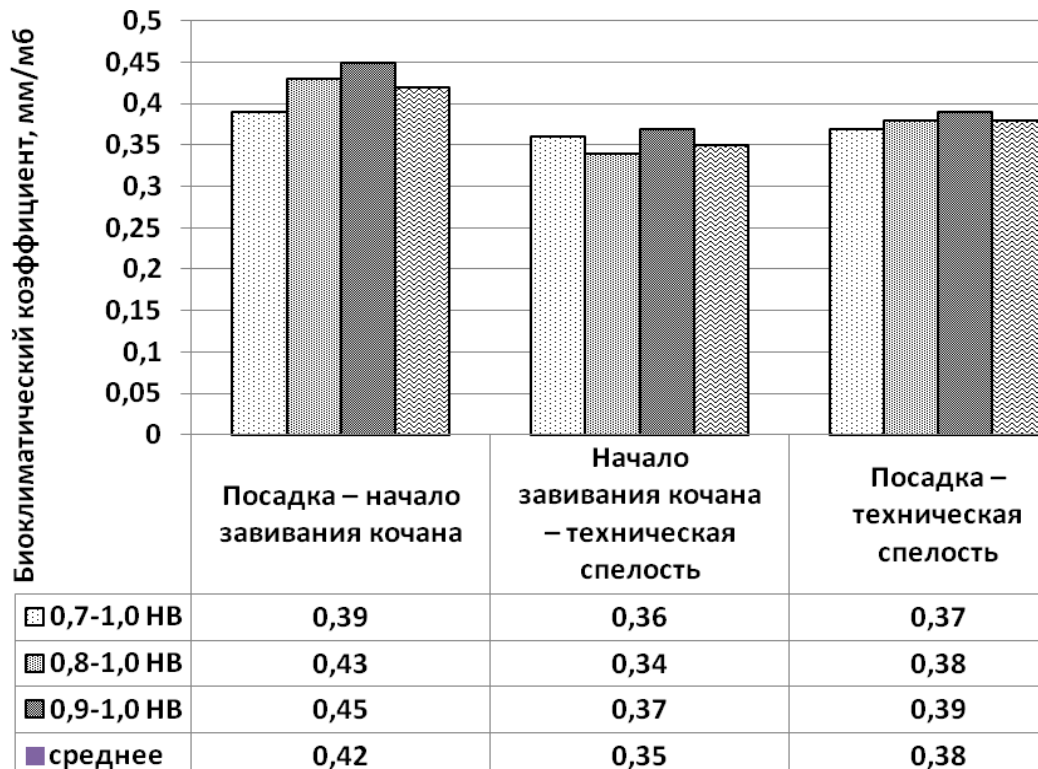


Рисунок 3.6 – Биоклиматические коэффициенты капусты белокочанной при разных режимах капельного полива в условиях черноземной степи Саратовском Правобережье по методу А.М. Алпатьева

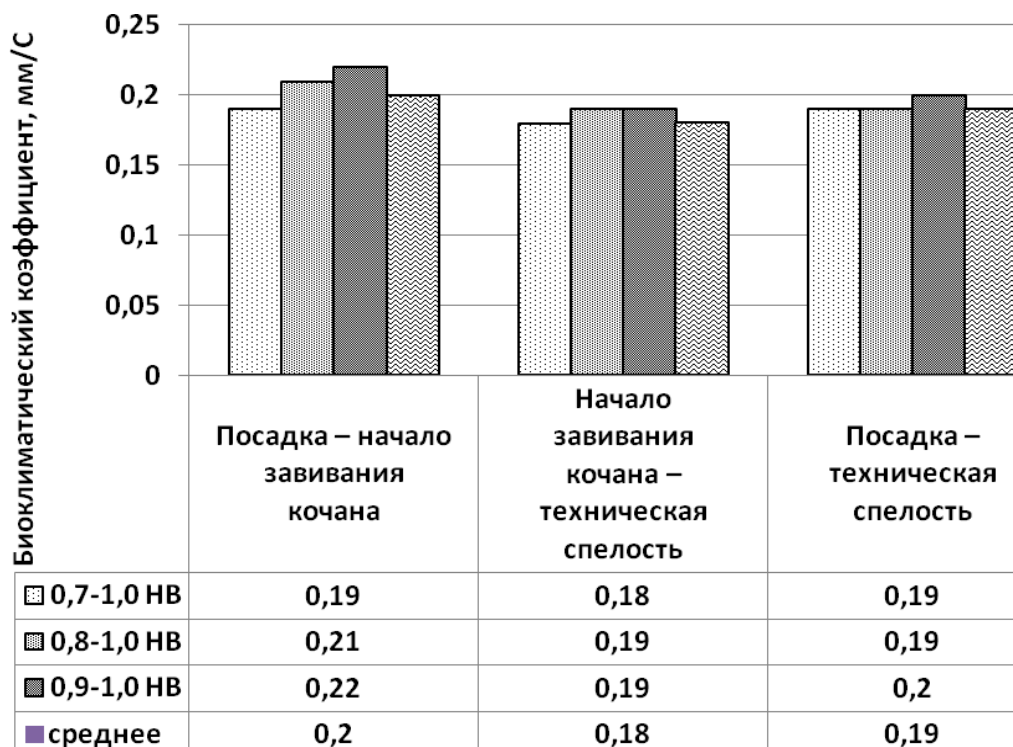


Рисунок 3.7 – Биоклиматические коэффициенты капусты белокочанной при разных режимах капельного полива в условиях черноземной степи Саратовском Правобережье по методу Н.К. Льгова

### 3.5 Эффективность использования влаги и оросительной воды капустой белокочанной поздней при разных режимах капельного орошения и системах минеральных удобрений

Для оценки эффективности использования влаги и оросительной воды посадками капусты белокочанной поздней сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 при разных режимах капельного орошения и системах минеральных удобрений нами были рассчитаны коэффициенты водопотребления и использования оросительной воды (рисунки 3.17, 3.18, 3.19, 3.20).

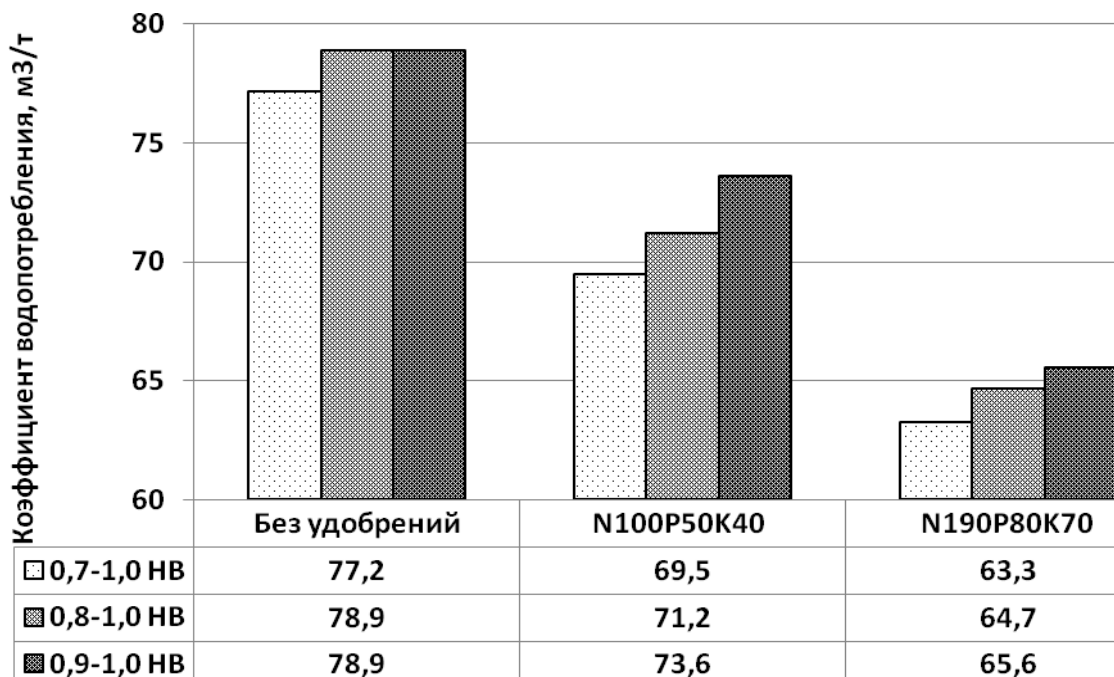


Рисунок 3.8 – Эффективность использования влаги (коэффициенты водопотребления) сортом Амагер 611 при различных режимах полива и нормах удобрений (среднее за 2014, 2016- 2017 гг.)

В соответствии с данными рисунка 3.17 орошения режимы не влияли сильно на расход влаги на формирование единицы товарной продукции капустой белокочанной сорта Амагер 611. Незначительно выше суммарные затраты влаги на создание тонны кочанов у данного сорта отмечены при вариантах поддержания влажности расчетного слоя почвы от 0,9-1,0 НВ. Коэффициенты водопотребления на этом поливном режиме составили: на контроле 78,9 м<sup>3</sup>/т, при внесении N100P50K40 и N190P80K70 соответственно 73,6 и 65,6 м<sup>3</sup>/т.

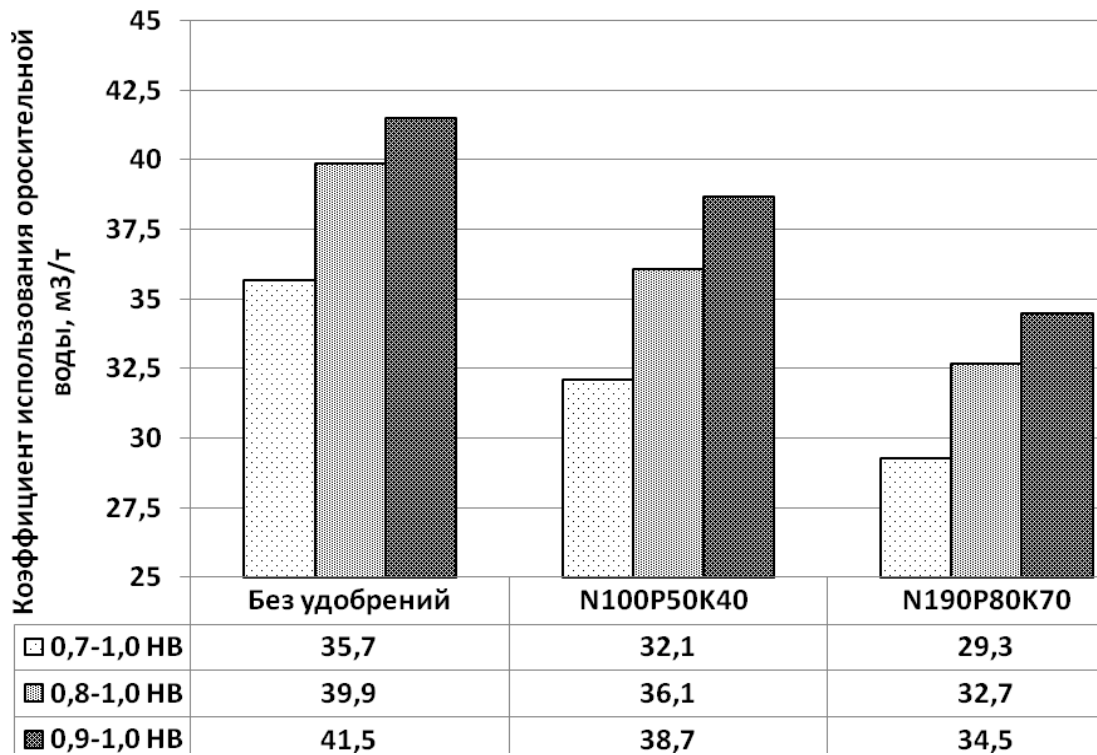


Рисунок 3.9 – Эффективность использования оросительной воды сортом Амагер 611 при различных режимах полива и норм удобрений (среднее за 2014, 2016- 2017 гг.)

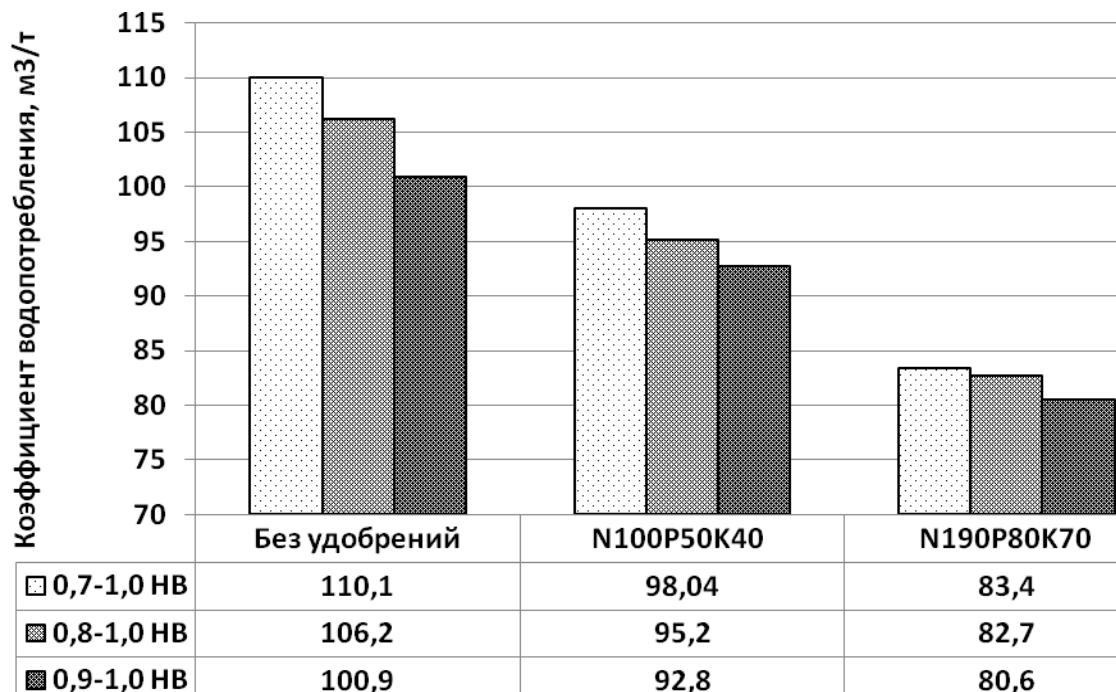


Рисунок 3.10 – Эффективность использования влаги (коэффициент водопотребления) гибридом Колобок F1 при различных режимах полива и норм удобрений (среднее за 2014, 2016- 2017 гг.)

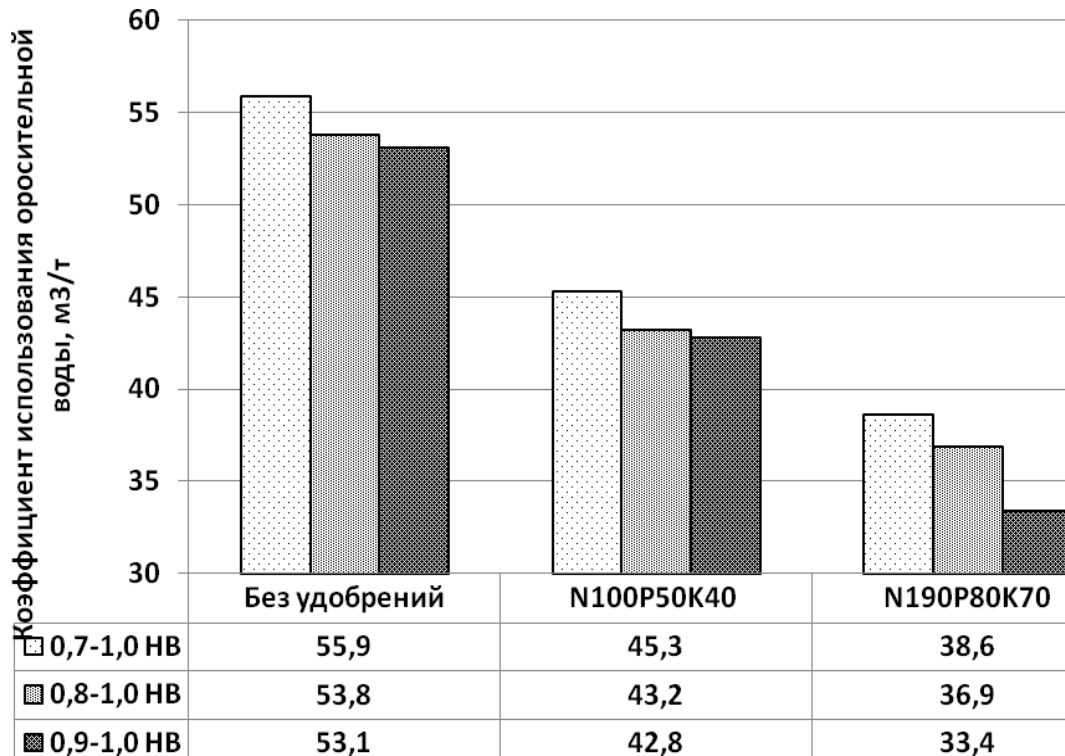


Рисунок 3.11 – Эффективность использования оросительной воды гибридом Колобок F1 при различных режимах полива и норм удобрений (среднее за 2014, 2016- 2017 гг.

На всех поливах капельных самое эффективное использование влаги отмечалось при внесении минеральных удобрений в нормах, рассчитанных на урожайность высокий уровень 70 т кочанов с 1 г. В данном случае водопотребления коэффициент при поливном режиме с диапазоном влажности 0,7-1,0 НВ составил 63,3 м<sup>3</sup>/т, при 0,8-1,0 НВ – 64,8 м<sup>3</sup>/т, 0,9-1,0 НВ – 65,6 м<sup>3</sup>/т.

У сорта Амагер 611 при умеренном режиме полива (0,7-1,0 НВ) и внесении рассчитанной на высокий уровень урожая (70 т/га) нормы минеральных удобрений наиболее эффективно использовалась влага на формирование одной тонны капусты поздней – 63,3 м<sup>3</sup>.

На контроле (без удобрений) повышение предполивной влажности с 0,7 до 0,8 и 0,9 НВ на плантациях сорта Амагер 611 способствовало снижению эффективности расходованию воды поливной при формировании

урожая – коэффициент использования нормы оросительной воды с 29,3 до 32,7 и до 34,5 м<sup>3</sup>/т.

Наиболее эффективно поливная вода использовалась сортом Амагер 611 при умеренном режиме полива (предполивной порог 0,7) НВ и внесении норм на высокий уровень урожайности 70 т/га, об этом свидетельствует 29,3 м<sup>3</sup>/т – наименьший из всех коэффициент использования воды для орошения.

Наибольшие по суммарным затратам влаги при создании тонны урожая у гибрида капусты Колобок F1 варианты были при соблюдении диапазона влажности почвы от 0,7 до 1,0 НВ. Коэффициенты водопотребления при данном умеренном режиме полива составили: на контроле без использования минеральных удобрений 110,1 м<sup>3</sup>/т, при внесении туков на средний уровень продуктивности N100P50K40 и на высокий уровень продуктивности N190P80K70: соответственно 98,04 и 83,4 м<sup>3</sup>/т.

Повышение влажности перед поливом в почве с 0,8 до 0,9 НВ способствовало более эффективному использованию влаги гибридом Колобок F1: коэффициент водопотребления снижался, соответственно, на 5,0-3,5 %, без удобрений, на 2,5-2,9 % при внесении N100P50K40 и на 0,8-2,5 % при N190P80K70.

Внесение расчетных доз минеральных удобрений привело к более эффективному использованию гибридом влаги при всех изученных режимах полива. При умеренном режиме орошения (предполивной порог 0,7 НВ) применение дозы N100P50K40 повысило эффективность использования влаги на 11%, N190P80K70 – на 24,3%; а при предполивном пороге 0,8 НВ – соответственно на 10,4-22,1%, 0,9 НВ – на 8,0-20,1%.

На всех режимах орошения наиболее экономное расходование влаги гибридом Колобок наблюдалось при внесении удобрений в расчете на урожай 70 т/га. При этом коэффициент водопотребления при режиме 0,7 НВ составил 83,4 м<sup>3</sup>/т, при 0,8 НВ – 82,7 м<sup>3</sup>/т, 0,9 НВ – 80,6 м<sup>3</sup>/т.

При формировании одной тонны кочанов капусты влага более эффективно использовалась при сочетании влажности в почве интенсивного режима 0,9 НВ и внесении на высокий уровень урожайности 70 т/га – 80,6 м<sup>3</sup>.

На контроле (без удобрений) с интенсификацией влажностного режима расчетного слоя почвы (диапазоны влажности 0,7-1,0 НВ; 0,8-1,0 НВ и 0,9-1,0 НВ) у гибрида Колобок F1 на формирование урожая кочанов капусты поливная вода тратилась все более эффективно: коэффициент ее использования уменьшался: 55,9 м<sup>3</sup>/т; 53,8 м<sup>3</sup>/т; 53,1 м<sup>3</sup>/т соответственно.

При внесении на средний уровень удобрений в расчетных нормах N100P50K40 и N190P80K70 практически на всех изученных нами поливных режимах капельного орошения капусты белокочанной поздней отмечалось снижение затрат водных ресурсов на формирование одной тонны кочанов: при поддержании диапазона влажности 0,7-1,0 НВ экономия равна 19,0-30,9%, 0,8 НВ -19,7-31,4,0%, 0,9 НВ – 19,4-37,1%.

Самый маленький расход поливной воды (33,4 м<sup>3</sup>/т) был на варианте, где сочетались интенсивный (диапазон влажности 0,9-1,0 НВ) режим поливов и рассчитанных на высокую продуктивность (70 тонн кочанов капусты на 1 га) норм внесения удобрений минеральных.

## **Выводы**

1. В почвенных и агроклиматических условиях правобережных районов Саратовской области, при выращивании на южном черноземе поздней белокочанной капусты с применением капельного способа орошения за годы исследований в среднем за вегетацию потребовалось провести на вариантах с диапазоном влажности расчетного слоя почвы от 0,7 до 1,0 НВ 7,0 поливов; вариантах с диапазоном влажности 0,8–1,0 НВ – 11,33 полива; вариантах с диапазоном 0,9–1,0 НВ – 23,0 полива. Суммарная длительность капельных поливов равнялась по вариантам 19,33 часа; 22,3 часа и 23,3 часа соответственно.

2. Средняя по годам проведения полевых экспериментов суммарная эвапотранспирация капусты поздней белокочанной возрасала от 5070 м<sup>3</sup>/га при поддержании диапазона влажности почвенного слоя 0,7-1,0 НВ, до 5416 м<sup>3</sup>/га при поддержании диапазона влажности слоя почвенного 0,8-1,0 НВ, а далее до 5612 м<sup>3</sup>/га при диапазоне 0,9-1,0 НВ.

3. Основные приходные статьи в структуре суммарного водопотребления капусты в среднем за годы исследований: атмосферные осадки (в пределах 44,1...48,8%) и оросительная вода (46,2...52,6,0%). В засушливом 2014 г. доля воды в водопотреблении суммарном уменьшилась от 54,23-59,1% г. до 33,1-44,3%.

4. Период «Начало завивания кочана – техническая спелость» был наибольшим по водопотреблению: 4258 – 4904 м<sup>3</sup>/га

5. В среднем суточное водопотребление в процессе вегетации составил 42,49...47,42 м<sup>3</sup>/га·сутки, а самым большим оно было в период от начала образования кочанов до их технической спелости и равнялось при разных режимах полива капельным способом 50,51...56,56 м<sup>3</sup>/га в·сутки.

6. В целом за вегетационный период по средним данным по всем изученным режимам полива коэффициенты биоклиматические поздней капусты белокочанной равны 0,35 мм/мб и 0,19 мм/°С.

7. У гибрида Колобок как повышение влажности предполивного порога с 0,7 - 0,8 - 0,9 НВ, так и применение удобрений способствовало более эффективному расходованию влаги и поливной воды на формирование 1 т продукции. Наиболее эффективно влага и вода оросительная использовались при сочетании предполивного порога влажности 0,9 НВ и расчетной нормы удобрений на высокий уровень урожайность (70 т/га): 80,6 м<sup>3</sup>/т коэффициент водопотребления, а расход поливной воды на т продукции 33,4 м<sup>3</sup>.

8. У сорта Амагер 611 повышение предполивной влажности почвы приводило к увеличению затрат влаги и поливной воды на формирование единицы товарной продукции, применение удобрений, напротив способствовало более экономному их использованию. Наиболее эффективно

влага и оросительная вода использовались при сочетании полива капельного орошения с диапазоном влажности 0,7-1,0 НВ и высокой нормы удобрения на урожай 70 т/га.



## **Глава 4 ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА И НОРМ УДОБРЕНИЙ НА ПОТРЕБЛЕНИЕ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ**

### **4.1 Потребление элементов питания**

В комплексе агротехнических приемов регулирования продуктивности белокочанной капусты поздней очень важно применение удобрений минеральных. Под потреблением подразумеваем расход элементов питания на создание биомассы растения – товарной, нетоварной продукции и корней. Исходя из содержания генеративной и вегетативной части растений, а также их массы, рассчитывалось потребление элементов питания. На всех вариантах опыта в период начало завивания кочана - техническая спелость, определялось содержание элементов питания. Анализировались кочаны, кочерыга а также корни [3, 9, 10, 12, 23, 25, 62, 63, 64, 70, 92, 104, 105].

#### **4.1.1 Потребление азота**

На рисунках 4.1 и 4.2 представлены значения общего потребления азота по годам исследований в среднем для капусты сорта Амагер и гибрида Колобок F1 по вариантам опыта. Потребление азота мы рассчитывали исходя из его содержания в кочерыге и массе вегетативного плода (кочана).

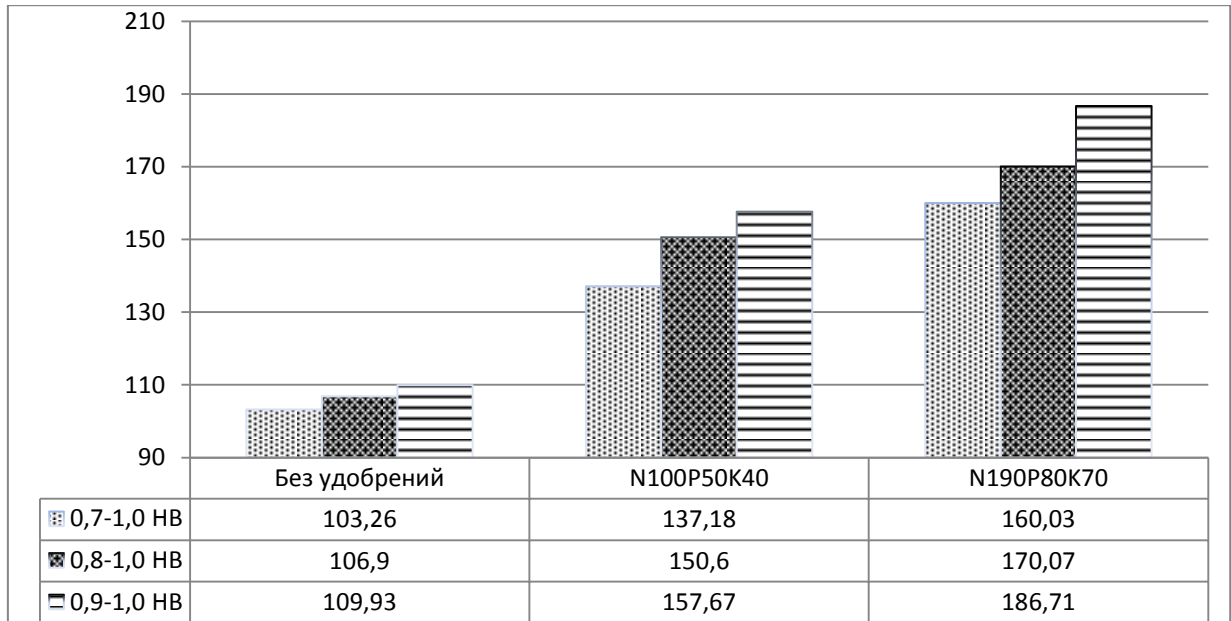


Рисунок 4.1 – Общее потребление азота урожаем капусты белокочанной капусты сорта Амагер в зависимости от фактора А и фактора В, среднее за 2014, 2016- 2017 гг.

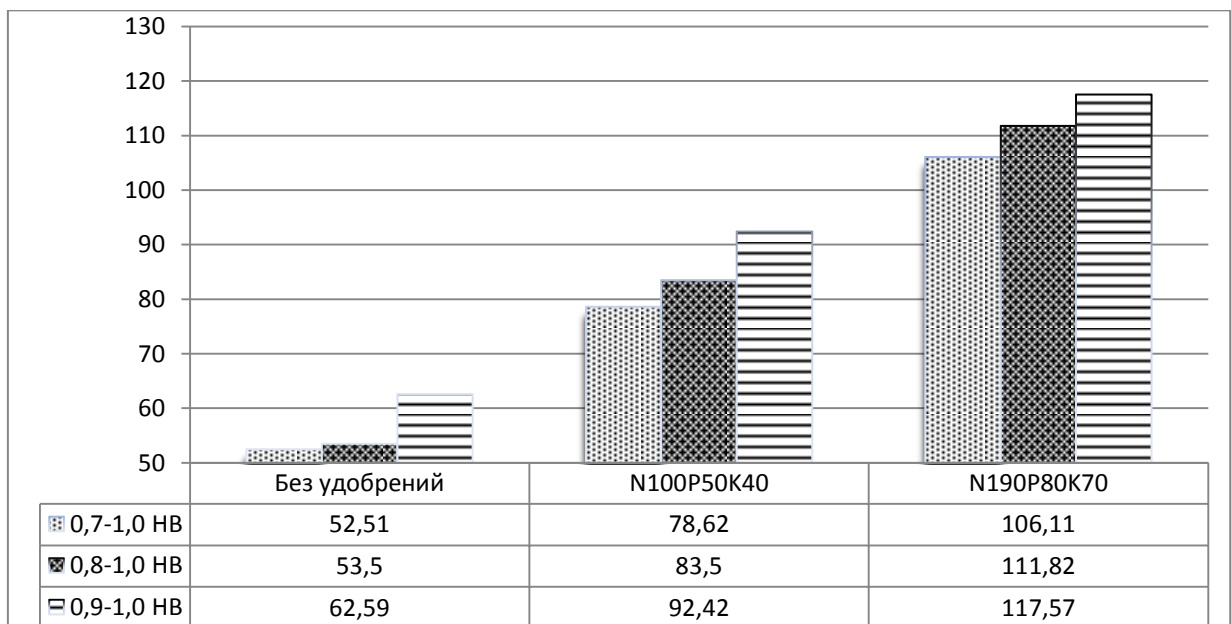


Рисунок 4.2 – Общее потребление азота урожаем белокочанной капусты гибрида Колобок F1 в зависимости от фактора А и фактора В, среднее за 2014, 2016- 2017 гг.

При умеренном поливе орошения (диапазоне влажности 0,7 – 1,0 HB) в результате эксперимента полевого и лабораторных исследований, на контрольном варианте потребление азота в общем по годам исследований в среднем равно 103,26 кг/га; на варианте с внесением удобрений на средний

уровень продуктивности в норме N100P50K40 – 137,18 кг/га, N190P80K70 – 160,03 кг/га. Если сравнить с контрольным для данного режима увлажнения вариантом, то есть без удобрений, с внесением удобрений увеличилось их потребление на 33 и 55% соответственно.

При повышении предполивного порога влажности до 0,8 НВ потребление общего азота увеличилось. Оно равнялось на контрольном варианте (без удобрений) – 106,9 кг/га, с нормами туков на уровень продуктивности 40 тонн кочанов на 1 га – 150,6 кг/га, на высокий уровень продуктивности 70 тонн кочанов на 1 га – 170,07 кг/га. Это было выше по сравнению с контрольным вариантом на соответственно 41 и 59 %.

По сравнению с жестким режимом орошения (поддержание влажности активного слоя почвы в диапазоне 0,7-1,0 НВ), на контрольном варианте потребление азота увеличилось на 4% , на варианте со средней дозой внесения удобрений (N100P50K40) – на 10%, и высокой (N190P80K70) – на 6%.

При увеличении предполивной влажности в почве в активном слое до 0,9 НВ еще больше увеличилось потребление азота. Оно выросло на контрольном варианте на 6,67 кг/га по сравнению с таким же вариантом на поливном режиме с порогом 0,8 НВ. В этом же варианте, при внесении удобрений в норме, посчитанной на средний уровень урожайности 40 т/га кочанов капусты, рост составил 20,49 кг/га, а 70 т/га – 26,68 кг/га.

Вынос азота на вариантах с влажностью перед поливом 0,9 НВ с расчетные на средний уровень удобрений в норме N100P50K40 и N190P80K70 превысил вынос на варианте без удобрения на 43% и 70%.

Вследствие увеличения предполивной влажности в почве до 0,9 НВ увеличило общее азота потребление в сравнении с более жестким поливным режимом (с диапазоном влажности 0,7-1,0 НВ) без удобрений на 6%, на варианте со средним уровнем урожайности (N100P50K40) – на 15%, и на высокий уровень (N190P80K70) – на 17%.

Потребление азота гибридом Колобок F1 (рисунок 4.2). при режиме капельного орошения с диапазоном влажности почвенного слоя 1,0-0,7 НВ на варианте без удобрений (контрольный) равнялось 52,51 кг действующего

вещества/га, с нормой внесения N100P50K40 (норма, рассчитанная на вынос с планируемым урожаем 40 т кочанов/га) – 78,62 кг д.в./га, N190P80K70 (норма, рассчитанная на вынос с планируемым урожаем 70 т кочанов/га) – 106,11 кг д.в./га. В процентах к контролю на каждом варианте потребление азота было увеличено на 50 и 102% соответственно.

Увеличение предполивной влажности до 0,8 НВ соответственно привело и к увеличению азотопотребления. На контрольном варианте выросло не сильно (на 0,99 кг д.в./га). При внесении удобрений рост был более существенным – для норм, на средний уровень продуктивности 40 т кочанов/га (N100P50K40) – на 4,88 кг д.в./га, а на высокий уровень продуктивности N190P80K70 (70 т кочанов/га) – на 5,71 кг действующего вещества на 1 га.

По сравнению режимами полива с влажностью почвы 0,7-1,0 НВ, биологический вынос азота на вариантах с влажностью в почве 0,8-1,0 НВ возрос: без удобрения – на 2%, на среднем уровне N100P50K40 – на 6%, и на высоком уровне N190P80K70 – на 5%.

Биологический вынос азота с влажностью в активном слое почвы с диапазоне 0,9-1,0 НВ составил: без удобрений – 62,59 кг д.в./га, с внесением расчетной нормы туков на средний уровень продуктивности белокочанной поздней капусты (40 т урожая кочанов капусты/га) – 92,42 кг д.в./га, высокий уровень (70 т кочанов на гектар) – 117,57 кг д.в./га. Внесение норм удобрений повышало этот показатель по сравнению с контролем соответственно на 48 процентов и 88 процентов.

Если сравнивать этот режим поливов с умеренным (диапазон влажности 0,7-1,0 НВ) увеличение выноса биологического азота при вариантах с 0,9 НВ, порогом предполивной влажности в процентном отношении был следующим: контроль – 19%, N100P50K40 – 18%, N190P80K70 – 11%.

Увеличение биологического выноса азота на варианте со средним уровнем урожайности и на высоком уровне урожайности связано с ростом урожайности на всех вариантах и повышением азота по содержанию в разных частях растений капусты.

#### 4.1.2 Потребление фосфора

По содержанию фосфора в кочанах, кочерыге и корнях капусты белокочанной поздней было рассчитано потребление этого элемента питания. На рисунке 4.3 представлено общее потребление фосфора урожаем капусты белокочанной сорта Амагер 611.

На умеренном уровне влажности (с диапазоном влажности 0,7-1,0 НВ, биологическое потребление фосфора с урожаем капусты сорта Амагер 611 на контрольном варианте равно 31,66 кг д.в./га, при расчетной норме N100P50K40 (средний уровень планируемой урожайности) – 40,48 кг д.в./га, а при N190P80K70 (высокий уровень планируемой урожайности) – 49,2 кг д.в./га. Увеличение норм минеральных удобрений соответственно увеличивалось потребление фосфора – на 28% и 55%.

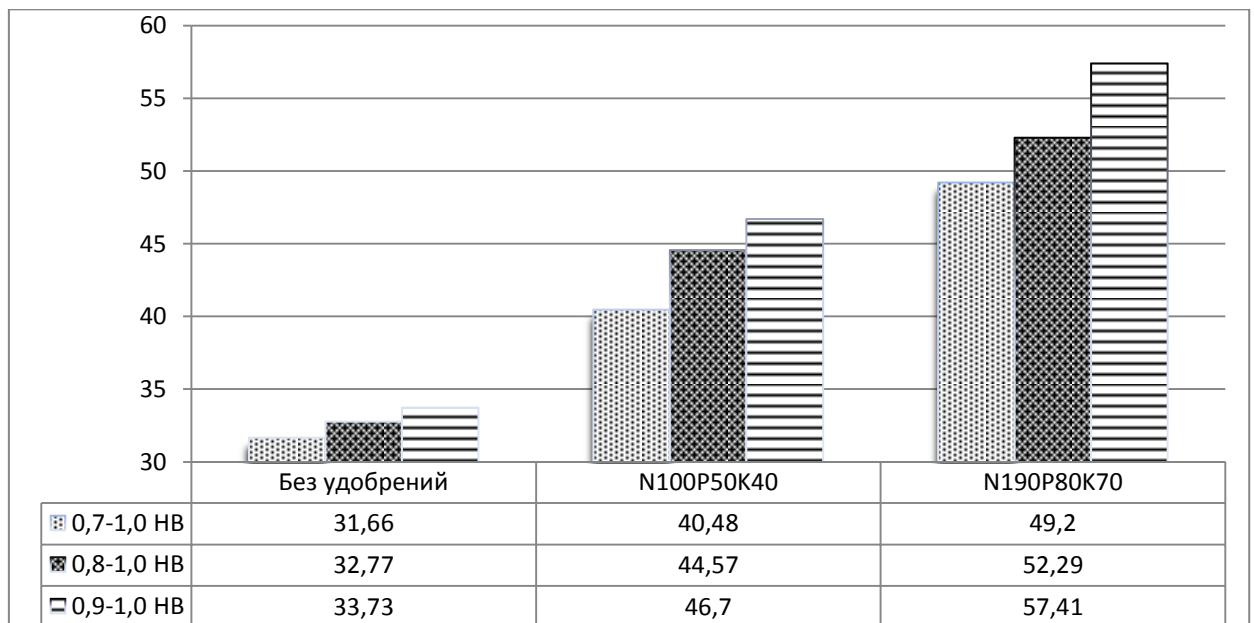


Рисунок 4.3 – Общее потребление фосфора урожаем капусты белокочанной сорта Амагер 611 в зависимости от фактора А и фактора В, среднее за 2014, 2016- 2017 гг.

Потребление фосфора на повышенном режиме полива (диапазон влажности 0,8-1,0 НВ) выросло, в сравнении с умеренном поливным режимом (диапазон влажности 0,7-1,0 НВ. На контроле оно равно 32,77 кг д.в./га, с внесением минеральных норм туков, при среднем уровне урожайности 40 т/га урожая кочанов капусты (N100P50K40) – 44,6 кг д.в./га,

высоком – 70 т/га (N190P80K70) – 52,3 кг д.в./га. Это выше было варианта без удобрений при данном поливном режиме на 36% и 60% соответственно. На всех вариантах с предполивной влажностью 0,8 НВ в сравнении с умеренным режимом (0,7 НВ), рост биологического потребления фосфора равен: контроль – 3%, N100P50K40 – 10%, N190P80K70 – 6%.

При дальнейшем повышении предполивной влажности при интенсивном режиме полива до 0,9 НВ потребление фосфора на контрольном варианте равно 33,7 кг д.в./га, с внесением дозы удобрений на средней уровень продуктивности (40 т/га капусты) – 46,7 кг д.в./га, высокий (70 т/га) – 57,41 кг д.в./га. Буквально на всех вариантах при внесении удобрения было выше и потребление фосфора, в сравнении с контролем на 38% (внесение N100P50K40) и 70% (внесение N190P80K70). В сравнении с вариантами норм туков удобрений при поддержании влажности в умеренном диапазоне 0,7-1,0 НВ, при поливном пороге влажности 0,9 НВ было выше потребление фосфора, на контроле – на 6%, N100P50K40 – на 15%, N190P80K70 – на 17%.

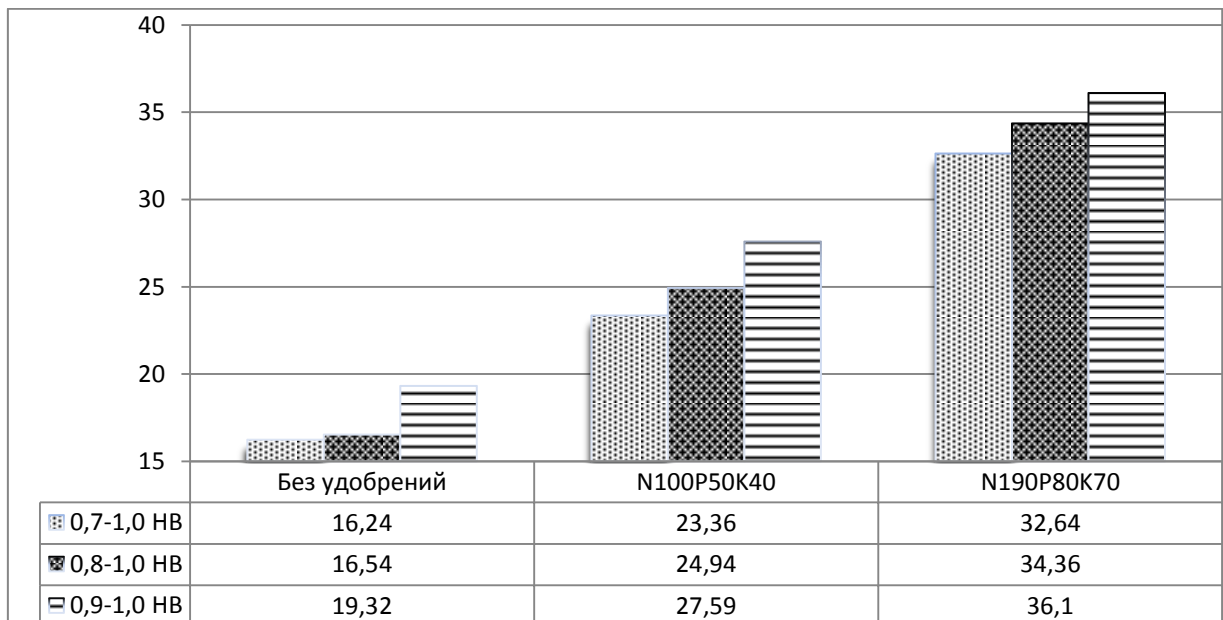


Рисунок 4.4 – Общее потребление фосфора урожаем капусты белокочанной гибрид Колобок F1 в зависимости от фактора А и фактора В, среднее за 2014, 2016- 2017 гг.

Капуста гибрида Колобок F1, по результатам данных полевых опытов (рисунок 4.4), потребление фосфора при формировании урожая в режиме

увлажнения с предполивным порогом 0,7 НВ без удобрения – 16,24 кг д.в./га, при среднем уровне урожайности (доза N100P50K40) – 23,36 кг д.в./га, и при высоком уровне (доза N190P80K70) – 32,64 кг/га. Улучшение минерального питания белокочанной капусты приводило к увеличению потребления фосфора на 44% и 101% соответственно.

На режиме с диапазоном влажности почвы 1,0-0,8 НВ потребление фосфора увеличивалось в сравнении с жестким режимом орошения (1,0-0,7 НВ) по всем вариантам внесения удобрений: контроль – на 0,3 кг д.в./га, средний уровень продуктивности – на 1,58 кг д.в./га, высокий – на 1,72 кг д.в./га. Потребление этого питательного элемента при данном режиме увлажнения на вариантах с внесением удобрений было выше, чем на контроле – на 44% и 101% соответственно. В процентном отношении рост потребления при переходе с вариантов с режимом орошения 1,0-0,7 НВ на 1,0- 0,8 НВ составил: в контрольном варианте – 2%, при внесении N100P50K40 – 7%, N190P80K70 – 5%.

При интенсивном режиме полива (диапазон влажности 1,0-0,9 НВ) потребление фосфора составило: без внесения минеральных удобрений – 19,2 кг д.в./га, на варианте с внесением удобрений в расчете на хозяйственный вынос с 40 т/га кочанов капусты – 27,59 кг д.в./га, 70 т/га кочанов – 36,1 кг д.в./га. Буквально при всех вариантах с внесением удобрений было превышение по потреблению фосфора на 43% и 87%. В сравнении с поливным режимом 1,0-0,7 НВ варианты с 1,0-0,9 долей НВ потребляли фосфор значительно более интенсивно: на контроле 19%, дозе N100P50K40 – на 18%, дозе N190P80K70 – на 11 %.

Таким образом, повышение потребления фосфора связано с увеличением урожайности капусты белокочанной поздней при уменьшении предполивного порога влажности в слое почвы и повышении норм вносимых минеральных удобрений.

### 4.1.3 Потребление калия

На рисунках 4.5. и 4.6. приведены данные по биологическому выносу калия с урожаем капусты белокочанной сорта Амагер и гибрида Колобок F1 в среднем за годы исследования.

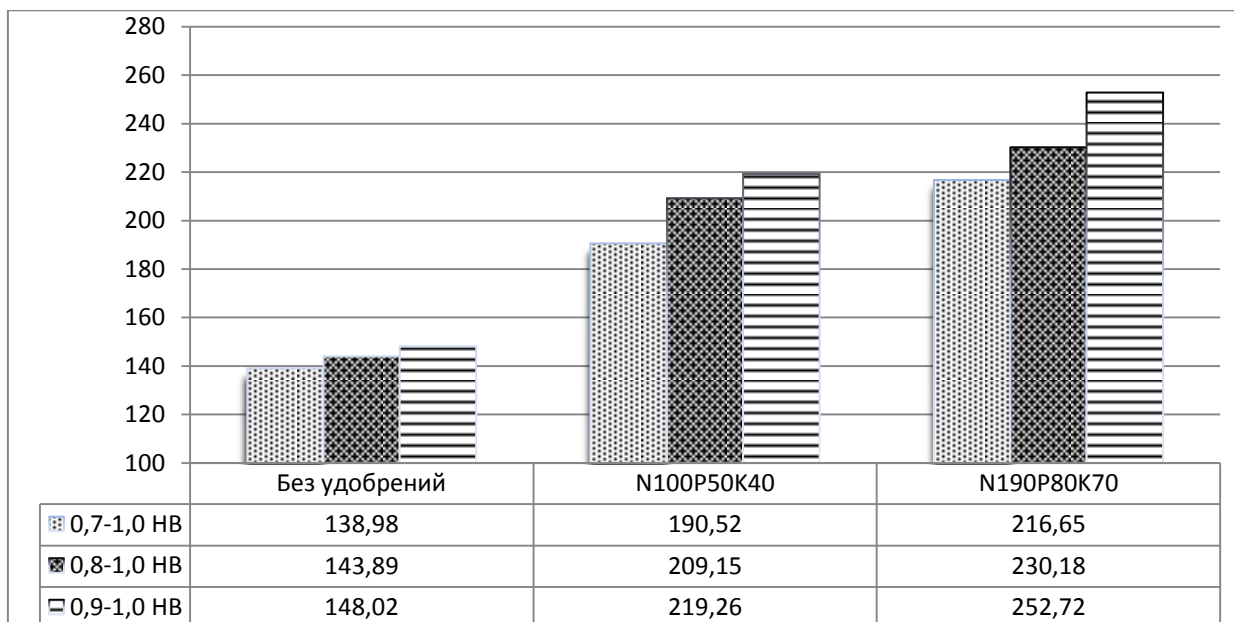


Рисунок 4.5 – Общее потребление калия урожаем капусты белокочанной сорта Амагер в зависимости от фактора А и фактора В, среднее за 2014, 2016-2017 гг.

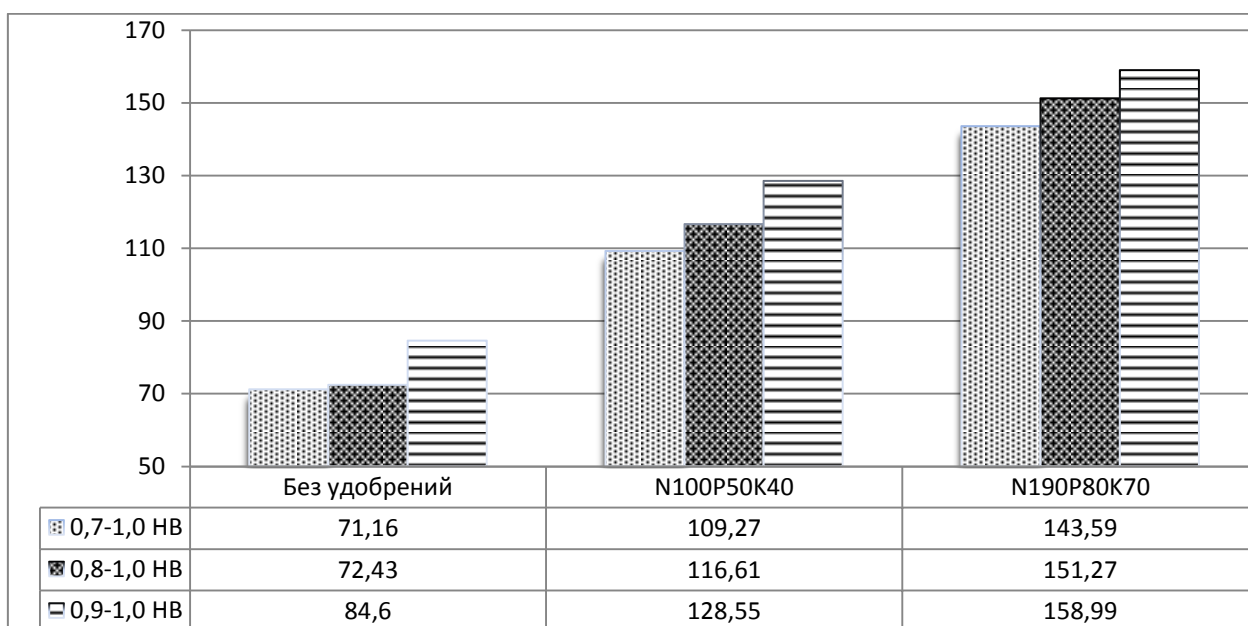


Рисунок 4.6 – Общее потребление калия урожаем капусты белокочанной в гибрид Колобок F1 зависимости от фактора А и фактора В, среднее за 2014, 2016- 2017 гг.



Растения капусты сорта Амагер 611 при варианте с влажностью 0,7 НВ перед поливом потреблял калия: без минеральных удобрений – 138,98 кг д.в./га, при дозах на средний уровень урожая 40 т/га кочанов– 190,52 кг д.в./га, на высокий уровень 70 т/га кочанов– 216,65 кг д.в./га. Варианты с внесением минеральных удобрений превышали по потреблению этого элемента питания растений контрольный вариант на 37% и 56%.

Повышение порога влажности увлажняемого слоя почвы до 0,8 НВ приводило к возрастанию потребления калия по сравнению с умеренным режимом влажности (0,7 НВ). На контрольном варианте отмечен рост в 1,03 раза, при внесении N100P50K40 – в 1,1 раза, N190P80K70 – в 1,06 раз. По сравнению с контролем на данном варианте увлажнения потребление калия увеличивалось: при внесении N100P50K40 на 45%, при внесении N190P80K70 на 60%. Изменение потребления калия при переходе к этому режиму орошения по сравнению с соответствующими вариантами минерального питания при умеренном поливе (диапазон 0,7-1,0 НВ) равно: без удобрений – плюс 4%, на средний уровень – плюс 10%, на высокий уровень – плюс 6%.

На вариантах с влажностью в почве 1,0-0,9 НВ потребление калия возросло в сравнении с умеренным поливом (1,0-0,7 НВ): без удобрений – на 7%, при среднем уровне урожайности – на 15%, при высоком уровне – на 17%. С повышением норм удобрений на вариантах с диапазоном влажности 1,0-0,9 НВ увеличивалось биологическое потребление калия соответственно на 71,24 кг/га (148% к контролю) и 33,46 кг/га (171% к контролю).

Из анализа данных полевых опытов (рисунок 4.5 и 4,6) вытекает, что урожаем капусты белокочанной поздней гибрида Колобок F1 потреблялось калия существенно меньше, нежели урожаем капусты сорта Амагер 611.

Так, на вариантах режимов полива с поддержанием влажности почвы в расчетном слое в диапазоне от 0,7 до 1,0 НВ биологическое потребление этого главного элемента питания равно: на контроле (вариант без удобрений) – 71,16 кг калия на га, на вариантах с нормой удобрений минеральных N100P50K40 (расчетная на 40 т/га кочанов) – 109,27 кг д.в./га, на вариантах с нормой рассчитанной на вынос 70 т/га урожая кочанов) – 143,59 кг д.в./га,

при этом потребление калия на вариантах с внесением удобрений были больше по сравнению с контрольным на 54% и 102%.

При повышении предполивной влажности с 0,7 до 0,8 НВ увеличилось потребление калия: вариант контрольный – на 72,43 кг д.в./га (2%), вариант с нормой на уровень продуктивности 40 т кочанов/га – на 116,61 кг д.в./га (7%), на высокий уровень урожая 70 т/га кочанов – на 151,27 кг д.в./га (5%). Внесение на этом варианте водного режима удобрений повышало потребление калия по сравнению с контрольным вариантом соответственно на 61% и 109%.

При поливном режиме с диапазоном влажности 1,0-0,9 НВ потребление  $K_2O$  составило по вариантам: контроль – 84,6 кг д.в./га, средний уровень урожая кочанов 40 т/га – 128,55 кг д.в./га, высокий уровень урожая кочанов 70 т/га – кг д.в./га. Повышение норм удобрений приводило к повышению потребления  $K_2O$  на 52% и 88%. На этом же режиме увлажнения рост потребления  $K_2O$  в процентах к режиму диапазоне влажности 1,0-0,7 долей НВ равнялся: контроль (без удобрений) – 19%, N100P50K40 – 18%, N190P80K70 – 11 %.

#### **4.2 Общий вынос элементов питания**

Под выносом, как это принято в агрохимических исследованиях, понимался расход элементов питания растений на создание отчуждаемой с поля единицы урожая продукции (товарных и нетоварных кочанов). Он определялся по содержанию основных питательных элементов в вегетативных органах растений, то есть кочанах капусты, и их массе (урожайности). Этот показатель имеет большое значение для практики поливного овощеводства, так как его применение является основой для научно обоснованного планирования систем внесения органических и минеральных удобрений [155, 156, 157, 163, 165].

Хозяйственный вынос азота был посчитан по результатам агрохимического анализа кочанов, кочерыг и листьев капусты белокочанной, а также данных по урожайности и биомассе частей растений. Значения

общего выноса азота урожаем белокочанной поздней капусты сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 по средним данным за годы исследований в зависимости от норм вносимых минеральных удобрений и режимов капельного полива даны на рисунках 4.7 и 4.8.

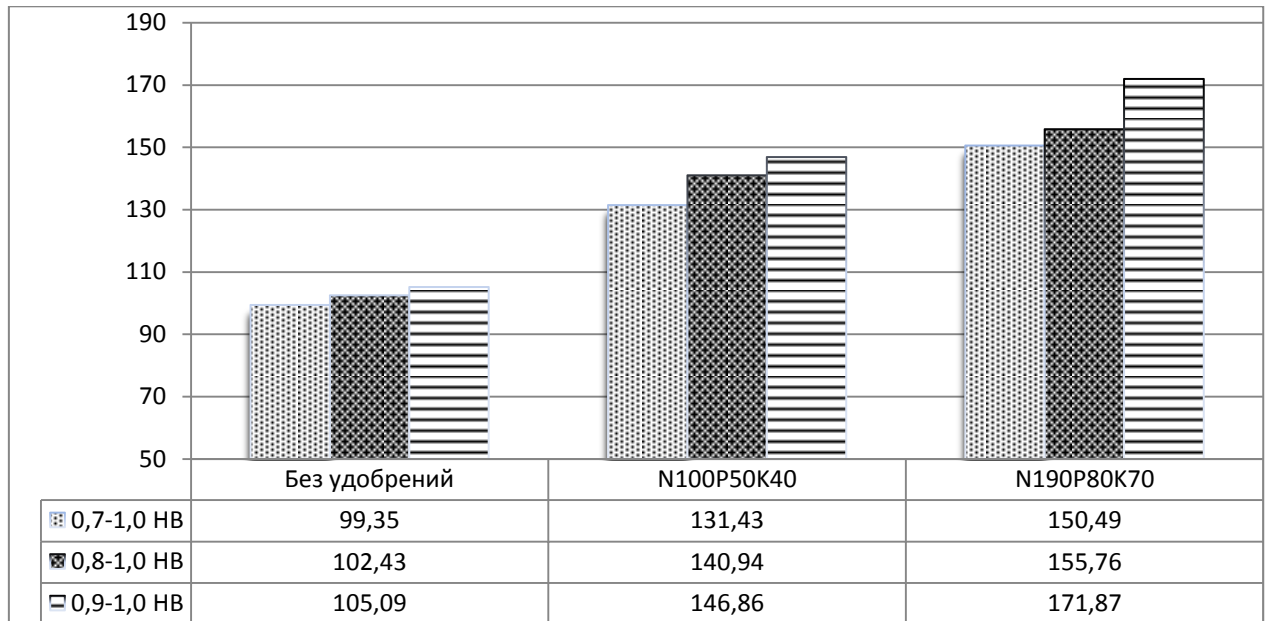


Рисунок 4.7 – Общий вынос азота урожаем капусты белокочанной сорта Амагер 611 в зависимости от фактора А и фактора В, кг/га (среднее за 2014, 2016- 2017 гг.)

При варианте с влажностью в почве корнеобитаемого слоя почвы в границах 0,7-1,0 НВ без внесения мин.удобрений характеризовался наименьшим общим выносом азота урожаем сорта Амагер 611, так и гибрида Колобок F1: 99,35 кг д.в./га и 47,3 кг д.в./га. При среднем уровне в норме N100P50K41 на том же режиме орошения вынос азота для сорта Амагер 611 увеличился на 32%, гибрида Колобок F1 – на 51% по сравнению с контролем. Он составил для сорта Амагер 611 131,43 кг д.в./га, гибрида Колобок F1 71,26 кг д.в./га.

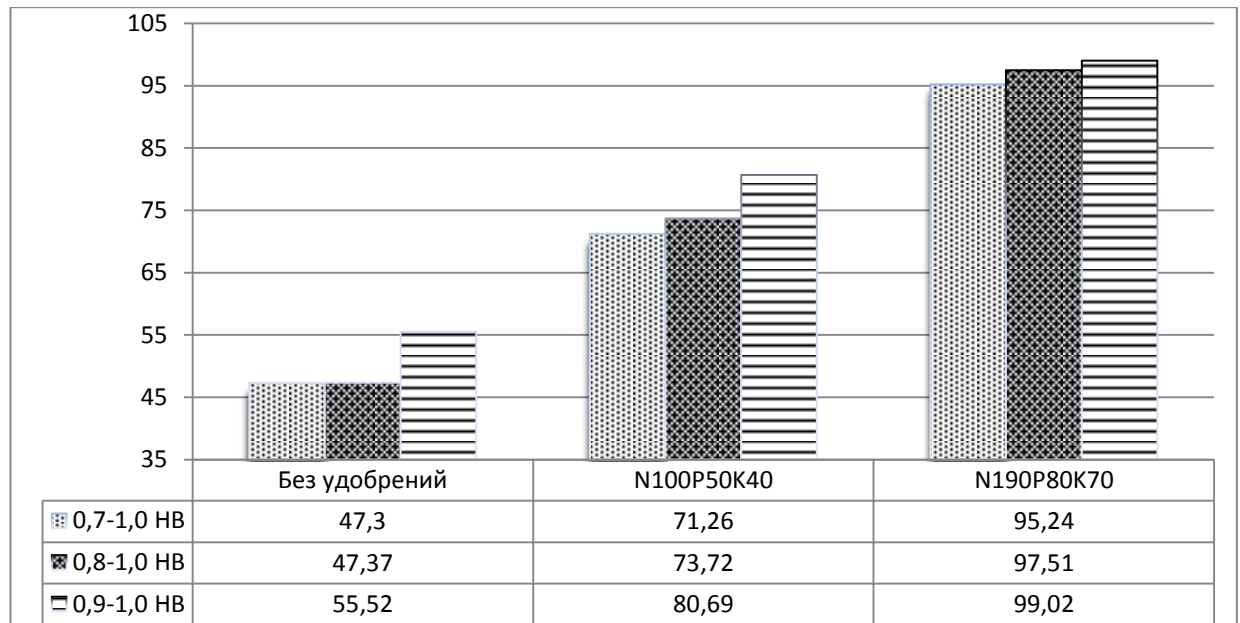


Рисунок 4.8 – Общий вынос азота урожаем капусты белокочанной гибрида Колобок F1 в зависимости от фактора А и фактора В, кг/га (среднее за 2014, 2016- 2017 гг.)

Дальнейшее увеличение норм вносимых удобрений обусловило рост выноса азота на 51% у сорта поздней капусты Амагер 611 и на 101% у гибрида Колобок F1 в сравнении с вариантом без удобрений. Этот показатель достиг значений 150,49 кг д.в./га и 95,24 кг д.в./га соответственно. И в результате, при поливе с возрастанием норм удобрений возрастал хозяйственный вынос азота в 1,32 и 1,51 раза для сорта Амагер 611, 1,51 и 2,01 раза для гибрида Колобок F1 соответственно.

С повышением влажности перед поливом до 0,8 НВ хозяйственный вынос азота капустой сорта Амагер и гибрида Колобок незначительно вырос при всех вариантах мин. питания: контрольный на 3% и 1% (102,43 кг д.в./га Амагер и 47,37 кг д.в./га Колобок); N100P50K40 (средний уровень продуктивности 40 т/га) – на 140,94 кг д.в./га Амагер 611 и 73,72 кг д.в./га Колобок F1 (соответственно 7% и 3%); N190P80K70 (высокий уровень продуктивности 70 т/га) – на 155,76 кг д.в./га Амагер 611 и 97,51 кг д.в./га Колобок F1 (по 3%).

Хотелось бы подметить, что более существенное влияние на вынос азота урожаем капусты при этом режиме увлажнения, как и при режиме с диапазоном влажности 0,7-1,0 НВ оказало улучшение минерального питания. При переходе от контрольного варианта к внесению удобрений в

норме N100P50K40 вынос азота увеличился на 38% для сорта Амагер 611 и на 56% для гибрида Колобок F1. Дальнейшее увеличение норм удобрений до N190P80K70 при сохранении диапазона регулирования влажности почвы 0,8-1,0 НВ вызвало рост выноса азота 52% и 106% для данных сорта и гибрида соответственно.

Хозяйственный вынос азота капустой белокочанной поздней сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 при поливном режиме с влажностью расчетного слоя почвы 0,9-1,0 НВ без применения удобрений (контроль) равен 105,09 кг д.в./га и 55,52 кг д.в./га, что больше по сравнению с соответствующим вариантом на режиме полива с диапазоном влажности 0,7-1,0 НВ на 6% и 17%. При внесении удобрений в норму N100P50K40 общий вынос азота капустой белокочанной сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 равнялся 146,86 кг д.в./га и 73,72 кг д.в./га, что выше контроля соответственно на 40% и 45%. По сравнению с жестким режимом орошения (предполивной порог 0,7 долей НВ) рост выноса составил 12% для сорта Амагер 611 и 13% для гибрида Колобок F1. Еще больше увеличился общий вынос азота при внесении минеральных удобрений в норму, рассчитанной на планируемую урожайность 70 т/га кочанов ( N190P80K70). Для сорта Амагер 611 он составил 171,87 кг д.в./га (164% к контролю), гибрида Колобок F1 – 99,02 кг д.в./га (178% к контролю). По сравнению с самым жестким режимом увлажнения рост составил 14% и 4% для сорта и гибрида соответственно.

Таким образом, по результатам всех вариантов полевых экспериментов можно сделать вывод, что за счет увеличения содержания азота во всех частях растений капусты белокочанной поздней, а также ее продуктивности повышение уровня мин. питания показало большое влияние и рост хозяйственного выноса азота, нежели интенсификация режима увлажнения.

Другим важнейшим элементов питания растений является фосфор. На рисунках 4.9 и 4.10 даны результаты расчетов значений общего выноса фосфора урожаем капусты сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 в зависимости от норм вносимых удобрений и режимов полива. Расчет осуществлялся на основе данных агрохимических анализов частей растений и данных полевых экспериментов по определению массы этих частей капусты белокочанной поздней.

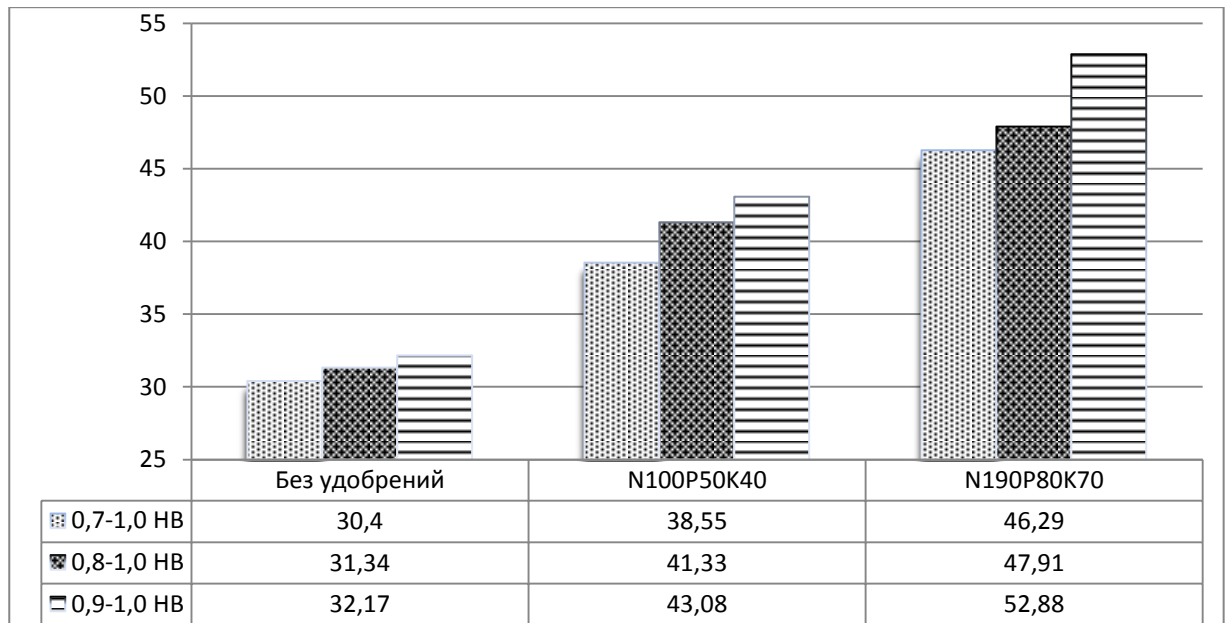


Рисунок 4.9 – Общий вынос доступного фосфора урожаем капусты белокочанной поздней сорта Амагер 611 (среднее за 2014, 2016 - 2017 гг.)

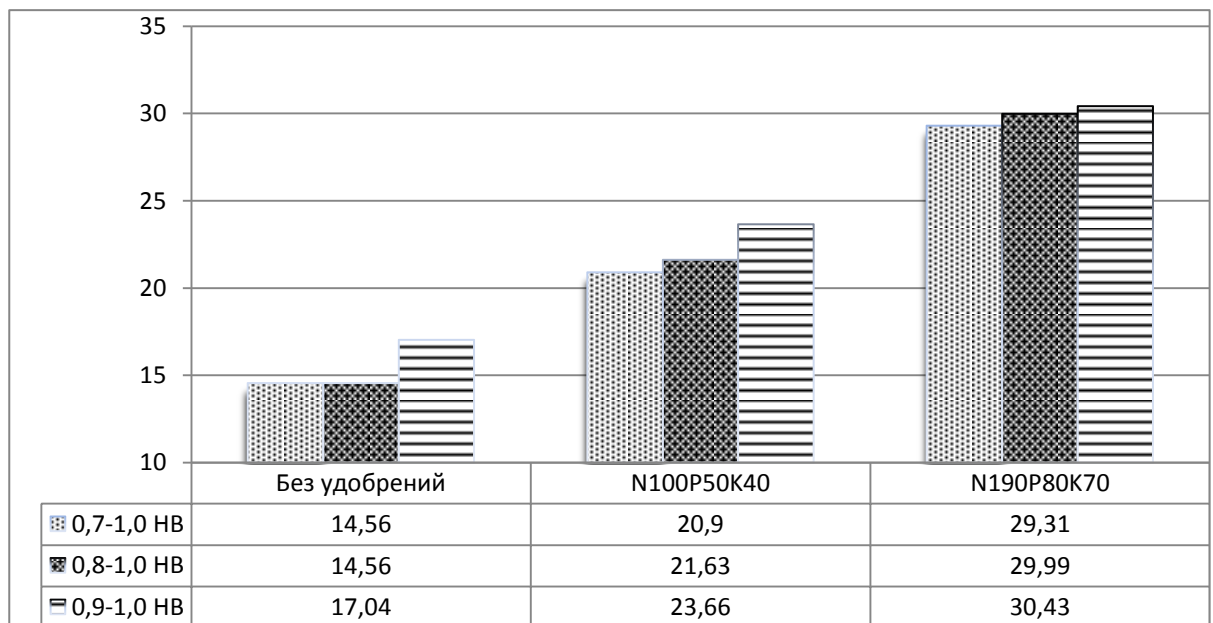


Рисунок 4.10 – Общий вынос доступного фосфора урожаем капусты белокочанной поздней гибрида Колобок F1 (среднее за 2014, 2016 - 2017 гг.)

Анализ экспериментальных данных общего (хозяйственного) выноса фосфора доступного кочанами урожая поздней белокочанной капусты (рис. 4.9 и 4.10), свидетельствует, что сохранение влажности расчетного почвенного слоя в диапазоне от 0,7 до 1,0 НВ и отсутствие внесения удобрений обеспечивает величину этого показателя 30,40 кг д.в./га для сорта

Амагер 611 и 14,56 кг д.в./га гибрида Колобок F1. При том же водном режиме и нормах на средний уровень урожайности (N100P50K40) – 38,55 кг д.в./га (сорт Амагер 611) и 20,9 кг д.в./га (гибрид Колобок F1). Соответственно при нормах на высокий уровень продуктивности (N190P80K70)– 46,29 кг д.в./га и 29,31 кг д.в./га. Повышение норм применения удобрений привело к возрастанию хозяйственного выноса фосфора сортом Амагер 611 и гибридом Колобок F1 сначала на 27% и 44%, затем на 52% и 101% соответственно.

Переход от жесткого (с диапазоном влажности 1,0-0,7 НВ) к умеренному (1,0-0,8 НВ) режиму капельного полива также приводит к росту хозяйственного выноса фосфора урожаем капусты поздней сорта Амагер 611 и, чуть-чуть, гибрида Колобок F1. На контроле (без удобрений) этот показатель составляет 31,34 и 14,56 кг д.в./га, на варианте с нормой удобрений на 40 т кочанов/га – 41,33 и 21,66 кг д.в./га, на варианте 70 т кочанов/га– 47,91 и 29,99 кг д.в./га. Рост от повышения интенсивности полива составил на контроле 3% и 0%; на норме N100P50K40 7% и 4%; на норме N190P80K70 4% и 2%. Более существенный рост обеспечило повышение уровня минерального питания. По сравнению с контрольным, на варианте с внесением удобрений минеральных нормой N100P50K40 вынос доступного фосфора урожаем кочанов капусты позднеспелой сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 увеличился на 32 и 49%, а на варианте N190P80K70 – на 53 и 106%.

На варианте с поддержанием порога предполивной влажности 0,9 НВ без внесения удобрений общий вынос фосфора капустой белокочанной сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 равнялся 32,17 и 17,04 кг д.в./га; с внесением удобрений в расчете на вынос с 40 т/га урожая кочанов – 43,08 и 23,66 кг д.в./га, 70 т/га – 52,88 и 30,43 кг д.в./га. На вариантах с внесением удобрений общий вынос фосфора был выше, чем на контроле на 34% (N100P50K40) и 64% (N190P80K70). В сравнении с вариантами, с поддержанием влажности почвы в диапазоне 0,7-1,0 НВ, на режиме 0,9-1,0 НВ общий вынос фосфора капустой сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 был выше: без удобрений – на 6% и 17%, N100P50K40 – на 12% и 13%, N190P80K70 – на 14% и 4% соответственно.

Хозяйственный вынос калия по результатам расчетов для сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 при разных нормах минеральных удобрений и режимах капельного полива в среднем за годы исследований приведены на рисунках 4.11 и 4.12.

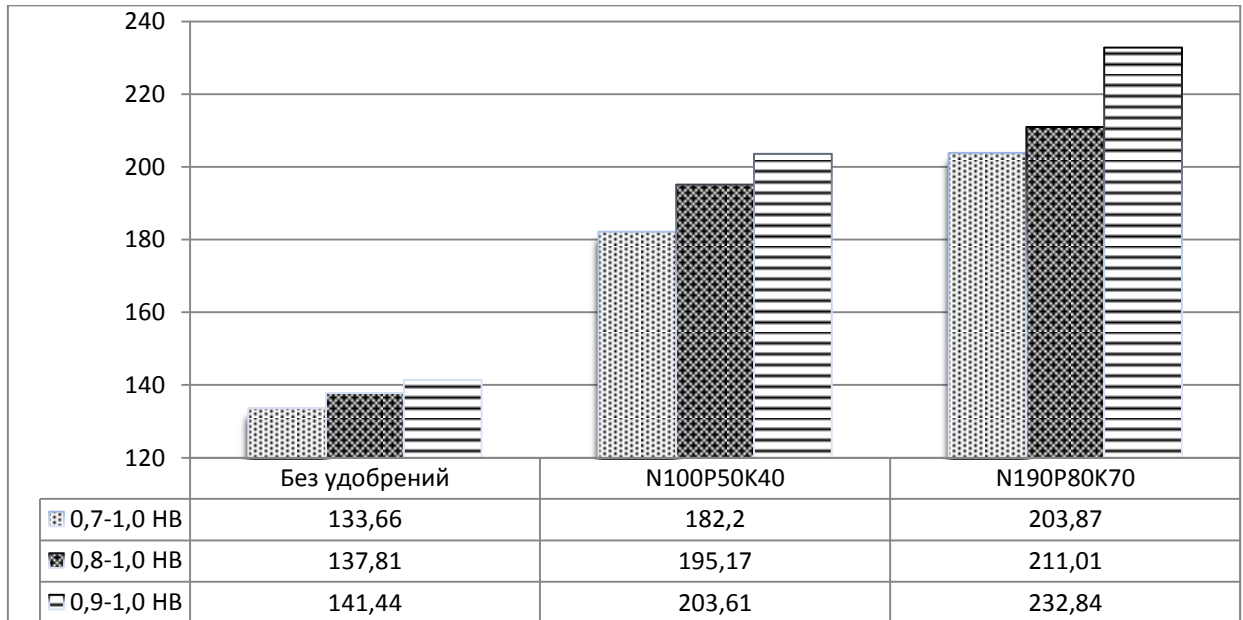


Рисунок 4.11 – Общий вынос калия урожаем капусты белокочанной сорта Амагер 611 в зависимости от фактора А и фактора В, кг/га (среднее за 2014, 2016- 2017 гг.)

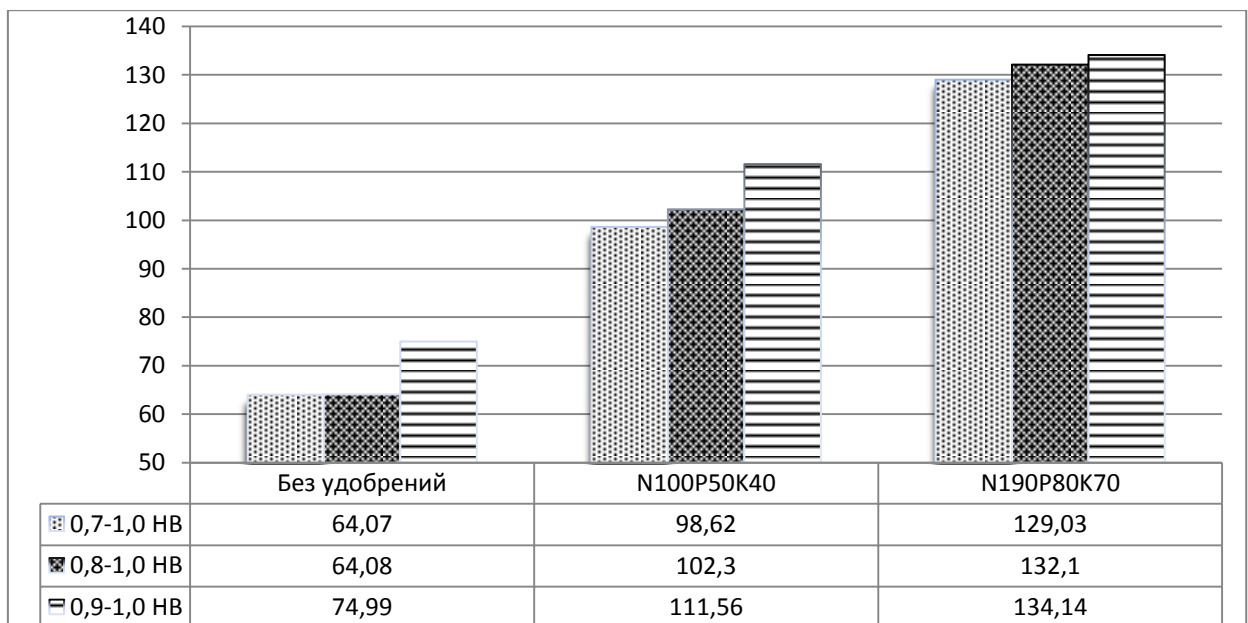


Рисунок 4.12 – Общий вынос калия урожаем капусты белокочанной гибрида Колобок F1 в зависимости от фактора А и фактора В, кг/га (среднее за 2014, 2016- 2017 гг.)



При широком диапазоне влажности 0,7-1,0 НВ капуста поздняя белокочанная сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 обеспечила вынос с урожаем кочанов калия: контрольный вариант (без удобрений) – 133,66 и 64,07 кг д.в./га; вариант, с нормой рассчитанной на вынос 40 т кочанов на гектар – 182,20 и 98,62 кг д.в./га; вариант, с нормой рассчитанной на вынос 70 т кочанов на 1 гектар – 203,87 и 129,03 кг д.в./га. При всех вариантах, на которых вносились минеральные удобрения, превышался контрольный вариант по выносу калия на 36% и 53% по сорту Амагер 611, 54% и 102% по гибриду Колобок F1 соответственно для норм N100P50K40 и N190P80K70.

С переходом к умеренному режиму капельного орошения (поддержание предполивного порога влажности 0,8 НВ) общий вынос калия урожаем капусты сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 увеличился в сравнении с умеренным поливом (диапазон влажности 0,7-1,0 НВ). Рост на контроле имел значение 3 и 1% (137,81 и 64,08 кг д.в./га) для сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1, при нормах удобрений N100P50K40 (средняя продуктивность) – на 7 и 4% (195,17 и 102,30 кг д.в./га), для норм удобрений N190P80K70 (высокая продуктивность) – на 4 и 2% (211,01 и 132,1 кг д.в./га). Внесение минеральных удобрений под сорт Амагер 611 на рассматриваемом режиме капельного способа полива обеспечило более высокое повышение общего выноса калия. Он увеличился на 42% и 53% в сравнении с контрольным вариантом. Повышение выноса данного элемента питания для гибрида Колобок было существенно меньше: на 4% и 3%.

Самые большие значения общего выноса калия урожаем белокочанной капусты отмечено на вариантах опытов с поддержанием влажности активного слоя почвы в диапазоне 0,9-1,0 НВ. Они равнялись для сорта Амагер 611 141,44 кг д.в./га на контрольном варианте, 203,61 кг д.в./га при варианте с нормой N100P50K40, и 232,84 кг д.в./га при норме N190P80K70. По гибриду Колобок F1 соответственно 74,99 кг д.в./га, 111,56 кг д.в./га и 134,14 кг д.в./га. Рост по отношению к жесткому режиму орошения (с диапазоном влажности 1,0-0,7 НВ) составил для сорта Амагер 611 6%, 12% и 14% (нормы удобрений соответственно N0P0K0, N100P50K40 и N190P80K70 кг д.в./га); для гибрида Колобок F1: 17%, 13% и 4% для тех же вариантов минерального питания.

При других режимах полива капельного, более значительный рост также обеспечило повышение уровня минерального питания. По сравнению с контролем, внесение N100P50K40 кг д.в./га повысило вынос калия в 1,44 раза в опыте с капустой сорта Амагер 611 и в 1,49 раз с гибридом Колобок F1. Внесение N190P80K70 кг д.в./га (рассчитанных на вынос 70 т/га кочанов), еще больше повысило вынос калия по сравнению с контрольным вариантом: в 1,65 раз для сорта Амагер 611 и в 1,79 раз гибрида Колобок F1.

### 4.3 Вынос элементов питания на единицу товарной продукции и соответствующее количество побочной продукции

Вынос элементов питания на единицу товарной продукции и соответствующее количество побочной продукции является основой для расчета научно обоснованных норм минеральных удобрений. Он рассчитывался, исходя из содержания питательных элементов в отчуждаемых с поля частях биомассы капусты белокочанной, а также ее урожайности для всех вариантов режимов капельного орошения и норм минеральных удобрений (рисунки 4.13, 4.14).

При широком диапазоне полива 0,7-1,0 НВ вынос азота на одну единицу товарной и соответствующее количество побочной продукции с урожаем кочанов капусты сорта Амагер на контрольном варианте составил 1,51 кг/т, гибрида Колобок – 1,03 кг/т. На варианте рассчитанные на средний уровень урожайности при внесении норм удобрений 40 т/га, вынос азота для сорта Амагер 611 составил 1,8 кг/т или 119% от контроля, для гибрида Колобок F1 – 1,38 кг/т (134% к контролю).

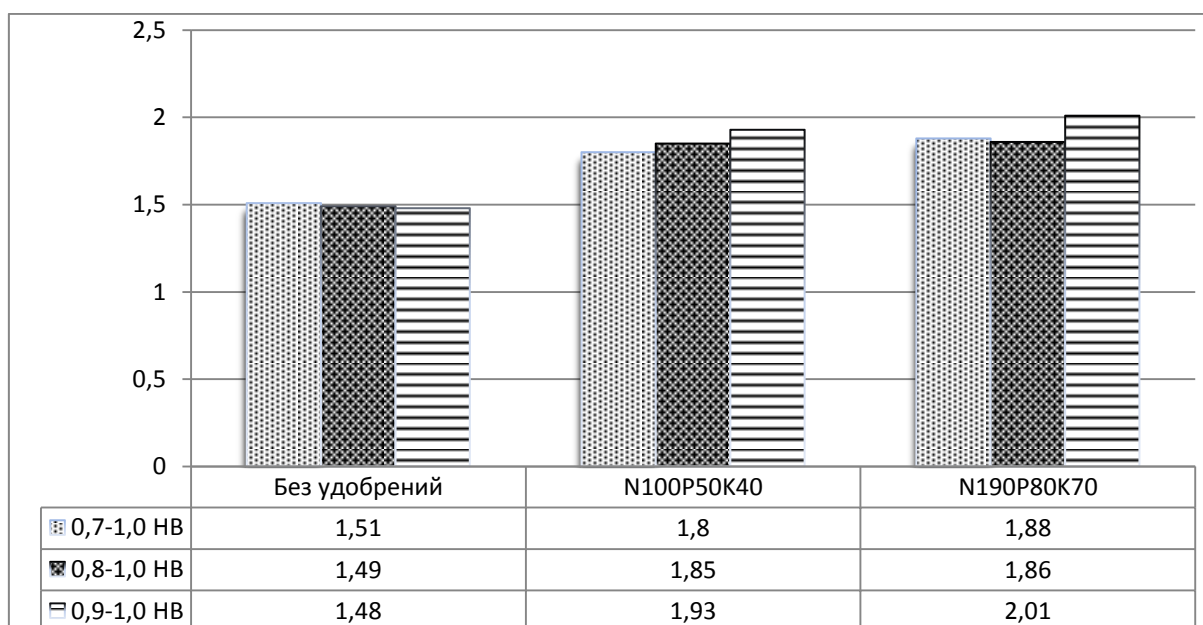


Рисунок 4.13 – Вынос азота на единицу продукции капусты белокочанной поздней сорта Амагер, фактор А и фактор В, кг/т (среднее за 2014, 2016- 2017 гг.)

При внесении под капусту N190P80K70 вынос азота сортом Амагер

611 увеличился на 25%, гибридом Колобок F1 на 52%, и равно 1,88 кг/т и 1,57 кг/т.

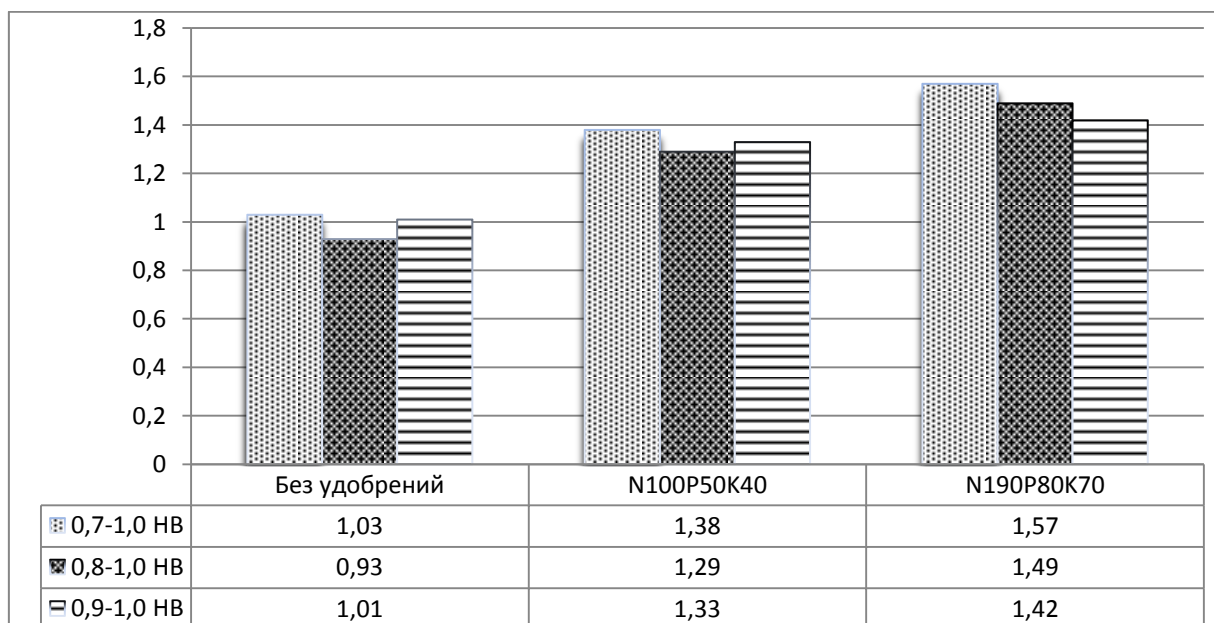


Рисунок 4.14 – Вынос азота на единицу продукции капусты белокочанной поздней гибрида Колобок F1, фактор А и фактор В, кг/т (среднее за 2014, 2016- 2017 гг.)

Повышение предполивного порога влажности с 0,7 до 0,8 НВ для контрольного варианта без удобрений привело к снижению выноса азота урожаем сорта Амагер 611 до 1,49 кг/т (на 1%), урожаем гибрида Колобок F1 до 0,93 кг/т (на 10%). При внесении нормы удобрений, расчетной на планируемый урожай 49 т/га (N100P50K40) вынос азота на единицу товарной и нетоварной продукции капусты белокочанной сорта Амагер 611 равнялся 1,85 кг/т, гибрида Колобок F1 – 1,29 кг на 1 т кочанов. По сравнению с данным вариантом минерального питания при поддержании более жесткого режима капельного орошения (диапазон регулирования влажности почвы 1,0-0,7 НВ) вынос для сорта Амагер 611 увеличился на 3%, а гибрида Колобок F1 наоборот снизился на 7%. На вариантах опытов с внесением удобрений в норме N190P80K70 (расчетная на планируемый урожай 70 т/га) вынос азота на тонну кочанов капусты сорта Амагер составил 1,86 кг/т, гибрида Колобок – 1,49 кг/т, что ниже контроля на 1% и 5% соответственно.

При поддержании с помощью капельных поливов влажности почвы 0,9-1,0 НВ без применения минеральных удобрений единица товарной и

соответствующий объем побочной продукции капусты сорта Амагер выносила из почвы 1,48 кг/т азота, что меньше по сравнению с режимом орошения 1,0-0,7 НВ на 2%. Для гибрида Колобок соответствующие показатели были равны 1,01 кг/т и также 2%. Использование минеральных удобрений привело к разнонаправленным процессам. На вариантах опыта с капустой белокочанной сорта Амагер 611 внесение нормы удобрений N100P50K40 увеличило вынос азота с продукцией до 1,93 кг/т или на 30% к контролю, внесение N190P80K70 – до 2,01 кг/т или на 36% к контролю. Напротив, в опыте с гибридом Колобок F1 внесение нормы удобрений N100P50K40 уменьшило вынос азота с продукцией по сравнению с контролем до 1,33 кг/т или на 4%, внесение N190P80K70 – до 1,42 кг/т или на 10% к контролю. По сравнению с жестким режимом орошения (1,0-0,7 долей НВ) вынос на тонну урожая вырос для сорта Амагер на всех вариантах, кроме контрольного (соответственно -2% для N0P0K0 и по 7% для N100P50K40 и N190P80K70), и снизился для гибрида Колобок – на 2, 4 и 10% для норм N0P0K0, N100P50K40 и N190P80K70 соответственно.

Рассчитанные по результатам агрохимических анализов и данных полевых экспериментов значения выноса фосфора на единицу товарной и соответствующее ей количество побочной продукции урожаем сорта Амагер и гибрида Колобок F1 приводятся на рисунках 4.15 и 4.16.

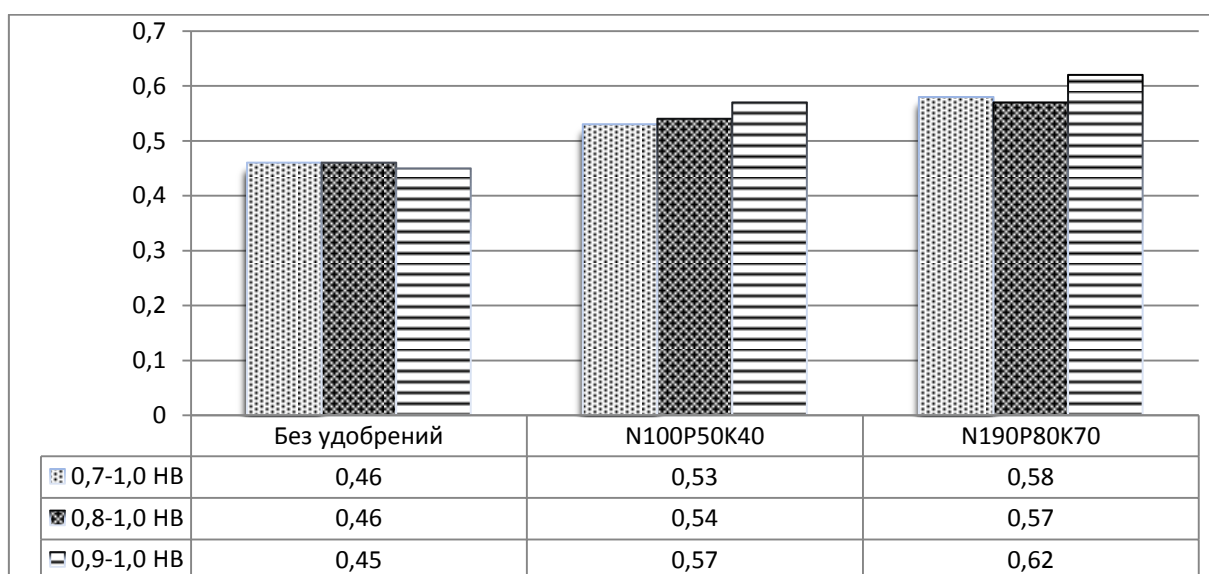


Рисунок 4.15 – Вынос фосфора на единицу продукции капусты белокочанной поздней сорта Амагер 611 при факторе А и факторе В, кг/т (среднее за 2014, 2016- 2017 гг.)

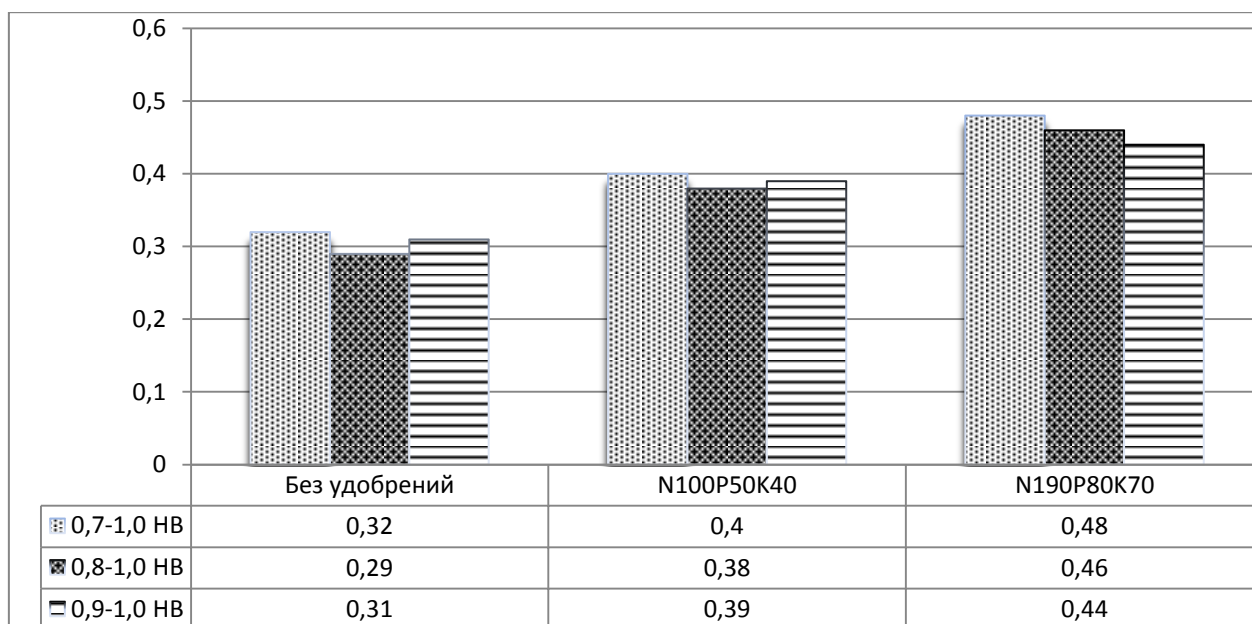


Рисунок 4.16 – Вынос фосфора на единицу продукции капусты белокочанной поздней гибрида Колобок F1 при факторе А и факторе В, кг/т (среднее за 2014, 2016- 2017 гг.)

Для варианта с диапазоном влажности корнеобитаемого слоя на уровне 0,7-1,0 HB, при контрольном варианте вынос фосфора на 1 тонну урожая капусты сорта Амагер белокочанной и гибрида Колобок равен 0,46 кг/т и 0,32 кг/т, с внесением удобрений в норме N100P50K40 – 0,53 кг/т и 0,4 кг/т, N190P80K70 – 0,58 кг/т и 0,48 кг/т. Вынос на варианте N100P50K40 для сорта Амагер увеличился на 15%, гибрида Колобок – на 25%; на варианте с высоким уровнем урожайности 70 т/га – на 26% и в 1,5 раза соответственно.

Хозяйственный вынос фосфора на тонну кочанов капусты белокочанной сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 при среднем диапазоне влажности 0,8-1,0 HB составил: контроль – 0,46 и 0,29 кг/т, с внесением минеральных удобрений нормой на 40 т планируемого урожая кочанов на 1 га– 0,54 кг/т и 0,38 кг/т, на 70 т/га – 0,57 кг/т и 0,46 кг/т. По сравнению с контролем (без удобрений) вынос фосфора кочанами капусты сорта сорта Амагер 611 увеличился: при норме удобрений фосфор 50 кг д.в./га, азот 100 кг д.в./га, калий 40 кг д.в./га на 17%, фосфор 80 кг д.в./га, азот 190 кг д.в./га, калий 70 кг д.в./га – на 24%. Также увеличился вынос фосфора на тонну продукции белокочанной капустой сорта гибрида Колобок по сравнению с контролем: при норме удобрений N100P50K40 на 31%, N190P80K70 – на 59%. В сравнении с диапазоном влажности

корнеобетаемого слоя 1,0-0,7 НВ вынос  $P_2O$  на вариантах с диапазоном влажности расчетного почвенного слоя 0,8-1,0 НВ в процентах составлял: контроль – 100% (сорт Амагер 611) и 91% (гибрид Колобок F1), на N100P50K40 – 102% (сорт Амагер 611) и 95% (гибрид Колобок F1), N190P80K70 – 98% (сорт Амагер 611) и 96% (гибрид Колобок F1).

При повышении нижнего порога влажности до 0,9 НВ выносы фосфора на тонну основной и побочной продукции поздней капусты белокочанной сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 при контроле были равны соответственно 0,45 кг/т и 0,31 кг/т, с внесением удобрений в расчете на средний уровень урожайности 40 т/га (N100P50K40) – 0,57 кг/т и 0,39 кг/т, на высокий уровень урожая 70 т/га (N190P80K70) – 0,62 кг/т и 0,44 кг/т. В результате применение удобрений повысило на данном режиме капельного полива вынос фосфора на одну тонну основной и побочной продукции: при нормах N100P50K40 по сравнению с контролем на 27% (сорт Амагер 611) и 26% (гибрид Колобок F1), при норме N190P80K70 – по сравнению с контролем на 38% (сорт Амагер) и 42% (гибрид Колобок). В сравнении с вариантами жесткого полива (диапазон регулирования влажности почвы 1,0-0,7 НВ), на интенсивном режиме (1,0-0,9 долей НВ) вынос  $P_2O$  кочанами капусты сорта Амагер равен: контроль – 98%, 40 т/га – 108%, 70 т/га – 107%, гибрида Колобок: контроль – 97%, 40 т/га – 98%, 70 т/га – 92%.

На следующих рисунках (4.17 и 4.18) приводятся значения выноса калия на одну тонну товарной и в соотвии количество побочной продукции сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 в зависимости от норм удобрений и режима полива в среднем за 2014, 2016 и 2017 гг.

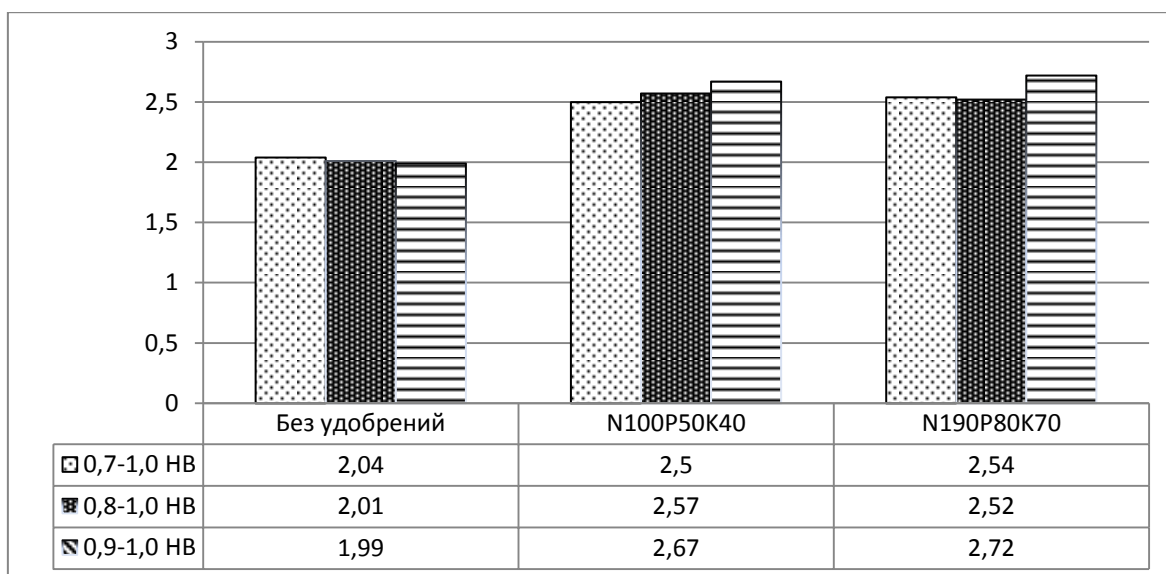


Рисунок 4.17 – Вынос калия на единицу продукции капусты белокочанной поздней сорта Амагер (среднее за 2014, 2016-2017 гг.)

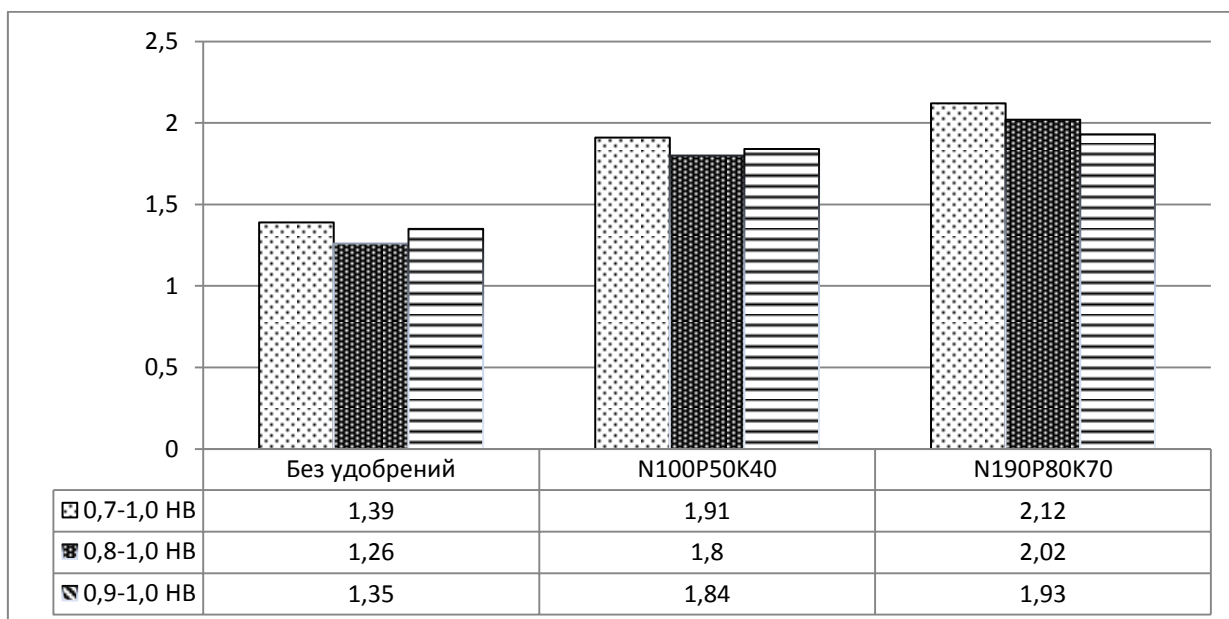


Рисунок 4.18 – Вынос калия на единицу продукции капусты белокочанной поздней гибрида Колобок F1 (среднее за 2014, 2016-2017 гг.)

Согласно данным полевых опытов и агрохимических анализы на тонну урожая белокочанной капусты при поддержании жесткого режима капельного орошения (предполивной порог влажности 0,7 НВ) выносилось калия соответственно для Амагер 611 и Колобок F1: на контроле – 2,04 кг/т и 1,39 кг/т, при внесении удобрений в норму, расчетной на средний уровень урожая 40 т/га– 2,5 кг/т и 1,91 кг/т, и на высокий уровень 70 т/га плодов – 2,54 кг/т и 2,12 кг/т. В процентах отношение выноса калия к варианту без



внесения удобрений составило: N100P50K40 – 123% и 137%, N190P80K70 – 125% и 153% для Амагер 611 и Колобок F1 соответственно.

При влажности перед поливом 0,8 НВ хозяйственный вынос  $K_2O$  на 1 т кочанов сорта Амагер 611 составил: без удобрений – 2,01 кг/т, норма N100P50K40 – 2,57 кг/т, N190P80K70 – 2,52 кг/т. Для гибрида Колобок F1 соответствующие значения были: 1,26 кг/т, 1,8 кг/т и 2,02 кг/т. Хозяйственный вынос  $K_2O$  на 1 т кочанов капусты поздней белокочанной по сравнению с вариантом без удобрения на варианте с дозой N100P50K40 (на 40 т/га кочанов) увеличился на 28% у сорта Амагер 611 и на 43% у гибрида Колобок F1, N190P80K70 (на 70 т/га кочанов) – на 25% (Амагер) и в 1,6 раз (Колобок). Если смотреть в процентах к умеренному режиму поливов (диапазон регулирования влажности почвы 1,0-0,7 долей НВ) вынос калия на одну тонн продукции у сорта Амагер 611 равен: без удобрения – 99%, 40т/га – 103%, 70т/га – 99 %. Для гибрида Колобок F1 соответствующие значения были: 91%, 94% и 95%.

На вариантах полевых опытов с диапазоном влажности 1,0-0,9 НВ вынос калия на одну тонн кочанов сорта Амагер 611 равен: без удобрений – 1,99 кг/т, при нормах N100P50K40 – 2,67 кг/т, при нормах N190P80K70 – 2,72 кг/т. Для гибрида Колобок F1 значения выноса калия были значительно меньше: на контроле – 1,35 кг/т, при нормах N100P50K40 – 1,84 кг/т, при нормах N190P80K70 – 1,93 кг/т. На 34 и 37 процентов на вариантах при внесении норм мин. удобрений была разница с контролем для сорта Амагер 611, на 36% и 43% в эксперименте с гибридом Колобок F1. По сравнению с жестким режимом капельного орошения (диапазон влажности от 0,7 до 1,0 долей НВ) на интенсивном режиме (диапазон влажности 0,9-1,0 НВ) хозяйственный калия вынос на одну т. капусты сорта Амагер 611 в процентах составил: контроль – 98%, N100P50K40 и N190P80K70 – 107%; гибрида Колобок F1: контроль – 97%, N100P50K40 – 96% и N190P80K70 – 91%.

## Глава 5 ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА И НОРМ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ ПОЗДНЕЙ

### 5.1 Урожайность и качество продукции

В течении 2014, 2016 и 2017 гг. нами были проведены полевые исследования водного и пищевого режимов капусты белокочанной поздней в двух полевых двухфакторных экспериментах. В этих экспериментах: Фактор А – водный режим. Включал три диапазона регулирования влажности активного, дифференцированного по периодам роста и развития, слоя почвы: 0,7-1,0 НВ, 0,8-1,0 НВ и 0,9-1,0 НВ. Фактор В – пищевой режим почвы. В него входило 3-и варианта: контроль (без удобрений), с внесением норм удобрений рассчитанное на вынос питательных элементов NPK при среднем уровне продуктивности 40 т кочанов поздней белокочанной капусты на 1 га, вынос питательных элементов вариант с в норме, с высоким уровнем урожайности 70 т/га кочанов капусты.

На рисунке 5.1 приведена урожайность сорта Амагер 611 в среднем за три года опыта, в зависимости от уровней минерального питания и режимов орошения, а в Приложении 3 – данные по отдельным годам.

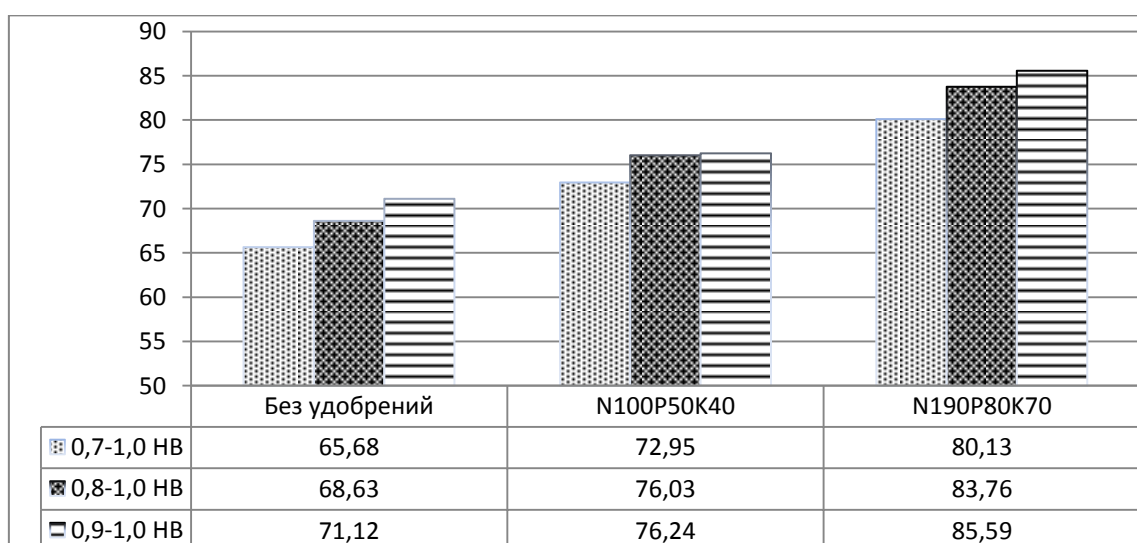


Рисунок 5.1 – Урожайность капусты сорта Амагер 611 при разных уровнях предполивной влажности и минерального питания.

Данные по влиянию изучаемых факторов на урожайность капусты белокочанной сорта Амагер 611 приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Влияние изучаемых факторов на урожайность капусты белокочанной сорта Амагер 611 по фактору А и фактору В

фактор А,	фактор В, кг д.в./га	Прибавки по факторам									
		В		А				Взаимодействие А и В			
		т/га	%	0,7→0,8 и 0,7→0,9 НВ		0,8→0,9% НВ		0,7→0,8 НВ		0,8→0,9 НВ	
				т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
0,7-1,0 НВ	Без удобрений	–	100,0	–	100,0	–	–	–	100,0	–	–
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	7,2	111,0	–	100,0	–	–	–	–	–	–
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	14,4	122,0	–	100,0	–	–	–	–	–	–
0,8-1,0 НВ	Без удобрений	–	100,0	2,9	104,5	–	100,0	–	–	–	100,0
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	7,4	110,7	3,1	104,2	–	100,0	10,3	115,7	–	–
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	15,1	122,0	3,6	104,5	–	100,0	18,1	127,5	–	–
0,9-1,0 НВ	Без удобрений	–	100,0	5,4	108,2	2,4	103,6	–	–	–	–
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	5,1	107,2	3,3	104,5	0,2	100,2	10,5	116,1	7,6	111,1
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	14,4	120,3	5,4	106,8	1,8	102,1	19,9	130,3	16,9	124,7
НСР <sub>05</sub> А	2,45										
НСР <sub>05</sub> В	1,65										
НСР <sub>05</sub> АВ	8,55										

При диапазоне влажности корнеобитаемого слоя 0,7-1,0 НВ в 2014 г. на контрольном варианте мы получили в среднем 39,53 т/га кочанов капусты. В 2016 г. урожайность была значительно выше, чем в 2014 г. – 104,37 т/га. В 2017 г. урожай капусты был равен 53,13 т/га. На вариантах рассчитанных на вынос питательных элементов при внесении норм удобрений урожайность увеличивалась. Рассчитанный на вынос питательных элементов вариант со средним уровнем урожайности 40 т/га урожай был 2014 г. равен 50,90 т/га, в 2016 г. – 112,57, в 2017 г. – 55,37 т/га. При варианте рассчитанном на высокую продуктивность капусты белокочанной поздней с внесением норм мин. удобрений 70 т кочанов/га; урожайность в период проведения полевых опытов равнялась: в 2014 году – 57,20 т/га, в 2015 году – 121,97 т/га, в 2017

году – 61,23 т/га.

Средняя за 3 года проведения исследований урожайность по вариантам опыта имела величину: без удобрений (контроль) – 65,68, нормы на средний уровень продуктивности (N100P50K40) – 72,95 т/га, нормы на высокий уровень продуктивности (N190P80K70) – 80,13 т/га кочанов. Увеличение норм вносимых удобрений повышало продуктивность соответственно на 11,07% и 22,01%; прибавки имели величины 7,27 т/га и 14,46 т/га при НСР<sub>05</sub> по фактору В равной 1,65 т/га, то есть были весьма достоверными. Наименьшая урожайность отмечена на контрольном варианте (без удобрений) и режиме капельного полива с диапазоном влажности 0,7-1,0 НВ. Она равнялась 65,68 т/га кочанов.

При диапазоне влажности корнеобитаемого слоя 0,8-1,0 НВ у капусты белокочанной поздней сорт Амагер урожайность на контрольном варианте получена в: 2014 г. – 43,93, в 2016 г. – 107,33, и 2017 г. – 54,63 т/га. При варианте N100P50K40 за годы исследований урожайность была: 2014 г. – 54,17, 2016 г. – 115,63, 2017 г. – 58,28 т/га. В норме на высокий уровень урожайности при внесении удобрения увеличилась урожайность капусты в сравнении с вариантом с нормой внесения удобрений N100P50K40 в среднем за 3 года на 7,73 т кочанов/га. Для отдельных лет исследования на этом варианте получена урожайность кочанов: 2014 г. – 62,19, 2016 г. – 126,3, 2017 г. – 62,8. Минимум продуктивности при данной влажности в почве в среднем по годам полевых исследований был получен на контрольном варианте – 68,63 т/га. Вариант со средним уровнем урожайности в норме N100P50K40 превышал контроль по продуктивности на 10,78% (7,40 т/га кочанов); N190P80K70 – на 22,05% (15,13 т кочанов/га). При повышении диапазона влажности корнеобитаемого слоя до 0,8 НВ так же привело к увеличению урожайности: без удобрения – на 2,95, средний уровень урожайности 40 т/га – на 3,08, при высоком уровне урожайности – 3,63 т/га (НСР<sub>05</sub> по фактору А – 2,45 т/га). В процентном соотношении по вариантам прибавка: 4,50, 4,22 и 4,53%. При увеличении диапазона влажности почвы и применении минеральных удобрений на варианте со средним уровнем продуктивности, равной 40 т кочанов/га прибавка урожая была равна 10,35 т/га (15,76%), а на варианте с нормами на высокую продуктивность (70 т кочанов/га) данный показатель вырос до 18,09 т/га, то есть до 27,54%.

Для вариантов с диапазоном влажности почвы 0,9-1,0 от наименьшей влагоемкости на контрольном варианте урожайность равна: 2014 г. – 52, 2016 г. – 104,35, 2017 г. – 57,0 т/га. На варианте рассчитанном на вынос питательных элементов урожаем 40 т/га, урожайность в 2014 г. была 55,93 т/га, в 2016 г. – 112,43, 2017 г. – 60,37 т/га. По фактору В при внесении минеральных удобрений, на средний уровень урожайности 40 т/га, урожайность повысилась на 5,13 т кочанов в среднем с 1 га, причем наименьшая существенная разность ( $НСР_{05}$ ) равнялась 1,65 т кочанов/га, а при повышенной планируемой продуктивности (70 т кочанов/га), урожай по годам исследования был 66,70, 122,83, 67,23 т/га соответственно. Практически все варианты при внесении норм удобрений были выше контроля на 5,13 и 14,47 т/га (на 7,21 и 20,35%). Это было достоверно ( $НСР_{05}=1,65$  т/га). В сравнении с диапазоном влажности в почве 0,7-1,0 НВ варианты 0,9-1,0 НВ были более продуктивными: контроль (без удобрений) – на 5,44 т/га; норме N100P50K40 – на 3,3 т/га, N190P80K70 – на 5,45 т/га; или в относительной величине – 8,28%, 4,52% и 6,81%.

Продуктивность на вариантах с диапазоном влажности от 0,9 до 1,0 НВ по сравнению с диапазоном 0,8-1,0 долей НВ была выше на варианте без внесения удобрений на 2,49 т/га (3,62 %), что больше наименьшей существенной разности, равной 2,45 т/га. Внесение удобрений при данном режиме увлажнения капусты белокочанной поздней незначительно повышало ее продуктивность: при N100P50K40 – на 0,22 т/га, N190P80K70 – на 1,82 т/га или 0,28 и 2,18% соответственно.

При взаимодействии норм удобрений и режимов полива с диапазоном влажности 0,8–1,0 от наименьшей влагоемкости по сравнению с диапазоном 0,7-1,0 НВ продуктивность составила на варианте азот 100 кг д.в./га, калий 40 кг д.в./га, фосфор 50 кг д.в./га – 10,57 т кочанов/га (16,09%), фосфор 80 кг д.в./га, азот 190 кг д.в./га, калий 70 кг д.в./га – 19,91 т кочанов/га (130,32%). При предполивном пороге 0,9 НВ прибавка от взаимодействия составила по сравнению с порогом 0,7 долей НВ на варианте N100P50K40 – 7,61 т/га (11,09 %), N190P80K70 – 16,96 т/га (24,71 %).

Исследования урожайности гибрида Колобок F1 показали похожие результаты (рисунок. 5.20 таблица 5.2, приложение 3).

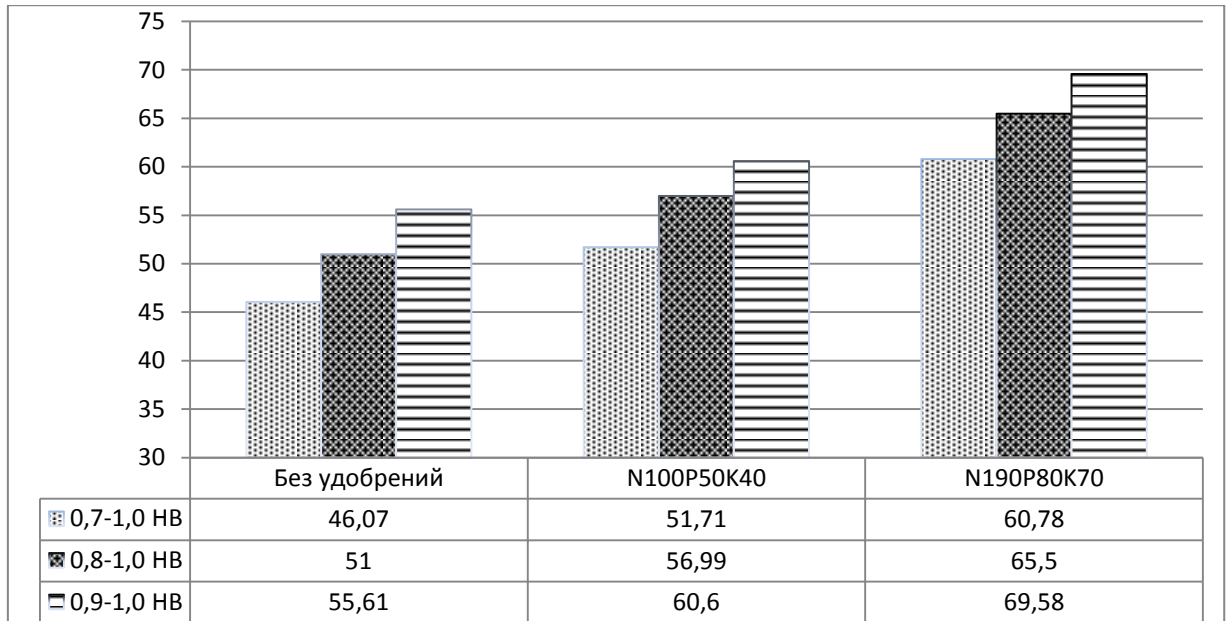


Рисунок 5.20 – Урожайность капусты гибрида Колобок F1 при разных уровнях предполивной влажности и минерального питания.

Урожайность капусты белокочанной гибрида Колобок F1 на контрольном варианте при диапазоне влажности 0,7-1,0 HB была самой маленькой – 46,07 т/га. Наименьшая урожайность, наблюдавшаяся в опыте – 29,37 т/га, была зафиксирована на этом варианте в 2014 г.

Прибавка от применения удобрений нормой N100P50K40 составила 5,64 т/га (12,24%) и была достоверна ( $HCP_{05}$  по фактору В 2,2 т/га)

Нормы удобрения рассчитанные на высокий уровень урожайности 70 т/га увеличили урожайность еще больше в сравнении с контрольными вариантами: на 31,94% или на 14,71 т/га. В среднем урожайность при данной норме удобрений равна 60,78 т/га (2014 г. – 46,67, 2016 г. – 99,51, 2017 г. – 36,17 т кочанов/га). Таким образом, в результате внесения минеральных удобрений привело к значительному росту продуктивности на вариантах умеренного режима поливов с диапазоном регулирования влажности в почве 0,7-1,0 HB для активного слоя.

Влияние изучаемых факторов на урожайность капусты белокочанной гибрида Колобок F1 по фактору А и фактору В

фактор А	фактор В, кг д.в./га	Прибавки по факторам									
		В		А				Прибавка от взаимодействия факторов А и В			
		т/га	%	70→80 и 70→90% НВ		80→90% НВ		70→80% НВ		80→90% НВ	
				т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
0,7-1,0 НВ	Без удобрений	–	100,0	–	100,0	–	–	–	100,0	–	–
	N100P50K40	5,64	112,2	–	100,0	–	–	–	–	–	–
	N190P80K70	14,7	131,9	–	100,0	–	–	–	–	–	–
0,8-1,0 НВ	Без удобрений	–	100,0	4,93	110,6	–	100,0	–	–	–	100,0
	N100P50K40	5,9	111,7	5,2	110,2 1	–	100,0	10,9	123,7	–	–
	N190P80K70	14,5	128,4	4,7	107,7	–	100,0	19,4	142,1	–	–
0,9-1,0 НВ	Без удобрений	–	100,0	9,5	120,7	4,6	109,0	–	–	–	–
	N100P50K40	4,9	108,9	8,89	117,1 9	3,61	106,3 3	14,5 3	131,5 3	9,60	118,8 2
	N190P80K70	13,9	125,1	8,7	114,4	4,0	106,2	23,5	151,0	18,5	136,4
НСР <sub>05</sub> А		2,0									
НСР <sub>05</sub> В		2,2									
НСР <sub>05</sub> АВ		8,8									

При предполивной влажности в почве 0,8 НВ урожайность капусты белокочанной поздней гибрида Колобок без удобрения: 2014 г. – 34,76, 2016 г.–84,93 , 2017 г. – 33,3 т/га. В среднем при данном сочетании урожаеобразующих факторов урожайность 51 т/га.

На варианте N100P50K40 мы получили кочанов поздней капусты: 2014 г. – 43,1, 2016 г. – 92, 2017 г. – 35,87 т/га. Средняя урожайность за 3 года была равна 56,99 т/га кочанов. По сравнению с контрольным вариантом (без внесения удобрений) достоверная прибавка от их применения составила 5,99 т/га кочанов или 11,75%, при НСР<sub>05</sub> равной 2,2 т/га. При варианте с N190P80K70 выход кочанов составил: 2014 г. – 52,06, 2016 г.– 105,72, 2017 г.

– 38,73 т/га. По сравнению с контрольным вариантом урожайность достаточно возросла на 14,51 т/га или на 28,45%.

По сравнению с вариантом N100P50K40 урожайность тоже достоверно возросла на 8,5 т/га, что говорит о существенном влиянии увеличения норм удобрений на урожайность капусты гибрида Колобок. Повышение урожайности от увеличения предполивной влажности равно: на контроле – 4,93, N100P50K40 – 5,28, N190P80K70 – 4,72 т/га, в процентах – 10,69; 10,21; 7,77% соответственно. Прибавка урожая от повышения пред поливного порога влажности была достоверна при режиме влажности 0,8-1,0 долей НВ на всех вариантах опыта. Общее действие изучаемых факторов приводило к достоверному возрастанию урожая: на варианте с внесение удобрений в норме N100P50K40 – 5,28; N190P80K70 – на 10,92 т/га или 23,7% при НСР<sub>05</sub> по сочетанию факторов А и В равном 8,8 т/га.

У гибрида Колобок самая большая урожайность по средним данным полевого исследования – 69,58 т/га, была получена с диапазоном влажности в корнеобитаемом слое 0,9-1,0 долей НВ и с нормой внесения удобрений на высокий уровень урожайности 70т/га. Самая высокая урожайность – 109,33 т/га, наблюдалась на этом варианте в 2016 г. Вообще, запланированный уровень урожайности 70 т/га был, достигнут на всех вариантах водного режима только в 2016 г.. Это обуславливается неблагоприятными метеорологическими условиями 2014 и 2017 гг., прежде всего явлениями воздушной засухи, наблюдавшимися в эти годы в период от начала завивания кочанов до их технической спелости, к которым белокочанная капуста очень чувствительна.

У гибрида Колобок с диапазоном влажности корнеобитаемого слоя 0,9-1,0 НВ, на контрольном варианте урожайность по годам равна: 2014 г. – 44,14, 2016 г. – 88,57, 2017 г. – 34,13 т/га. На варианте без удобрения по средним данным за годы полевых исследований урожайность равна 55,61 т/га а при внесении мин.удобрений в норме на средний уровень продуктивности 40 т кочанов/га урожайность по годам равна: 2014 г. – 48,08, 2016 г. – 96,64, 2017г. – 37,07 т/га. За 3 года урожайность составила в среднем 60,6 т/га. Прибавка урожая при применений удобрений в норме рассчитанной на



средний уровень урожая 40 т/га равен 4,98 т/га или 8,96% в сравнении без удобрения и достоверна ( $НСР_{05}$  по фактору В равен 2,2 т/га). Нормы удобрения рассчитанные на высокий уровень урожайности в норме 70 т/га, обеспечили урожайность: в 2014 г. – 59,37, в 2016 г. – 109,33, в 2017 г. – 40,03 т/га. Урожайность средняя на данном варианте 69,58 т/га. Она увеличилась в сравнении с вариантом без удобрения на 13,96 т/га (25,11%).

Прибавка урожайности от увеличения предполивной влажности в почве с 0,7 НВ до 0,9 НВ: без удобрения – 9,54, средний уровень продуктивности (40 т кочанов на 1 га) – 8,89 т/га; высокий уровень продуктивности (70 т кочанов на 1 га) – 8,78 т/га, или, в процентах – 20,71, 17,19, 14,47% соответственно.

При увеличении предполивной влажности почвы с 0,8 НВ до 0,9 НВ произошло существенное и достоверное снижение урожайности на вариантах без внесения удобрений и с внесением норм на планируемую продуктивность капусты белокочанной 40 т/га – на 4,62 и 3,61 тонну с 1 гектара соответственно ( $НСР_{05} = 2,0$  т/га кочанов). На вариантах с внесением удобрений под продуктивность 70 т/га при диапазонах влажности почвы 0,8-1,0 и 0,9-1,0 НВ урожай кочанов составил 69,58 т/га. При взаимодействии режимов полива капельного и норм мин.удобрений в сравнении без удобрения на пороге влажности 0,7 НВ: N101P50K40 – 14,53 т/га или 31,53%, N191P80K70 – 23,51 т/га (151,02%).

## **5.2 Закономерности влияния на урожайность режимов капельного полива и норм минеральных удобрений**

Итогом протекающих в растениях процессов жизнедеятельности является формирование различных уровней продуктивности культуры. На интенсивность этих процессов влияют как генетический потенциал растения, так и условия внешней среды. Одними из наиболее важных факторов, изменяющих условия жизнедеятельности растений, являются режимы их водного и минерального питания, которые изучались в наших полевых экспериментах.

Для оценки воздействия на урожайность белокочанной капусты суммарных норм минеральных удобрений, режимов капельного орошения и их взаимодействия были применены различные статистические методы. Так, методами регрессионного анализа было получено нелинейное уравнение зависимости урожайности поздней белокочанной капусты сорта Амагер 611 от суммарных норм внесенных удобрений (рисунок 5.3).

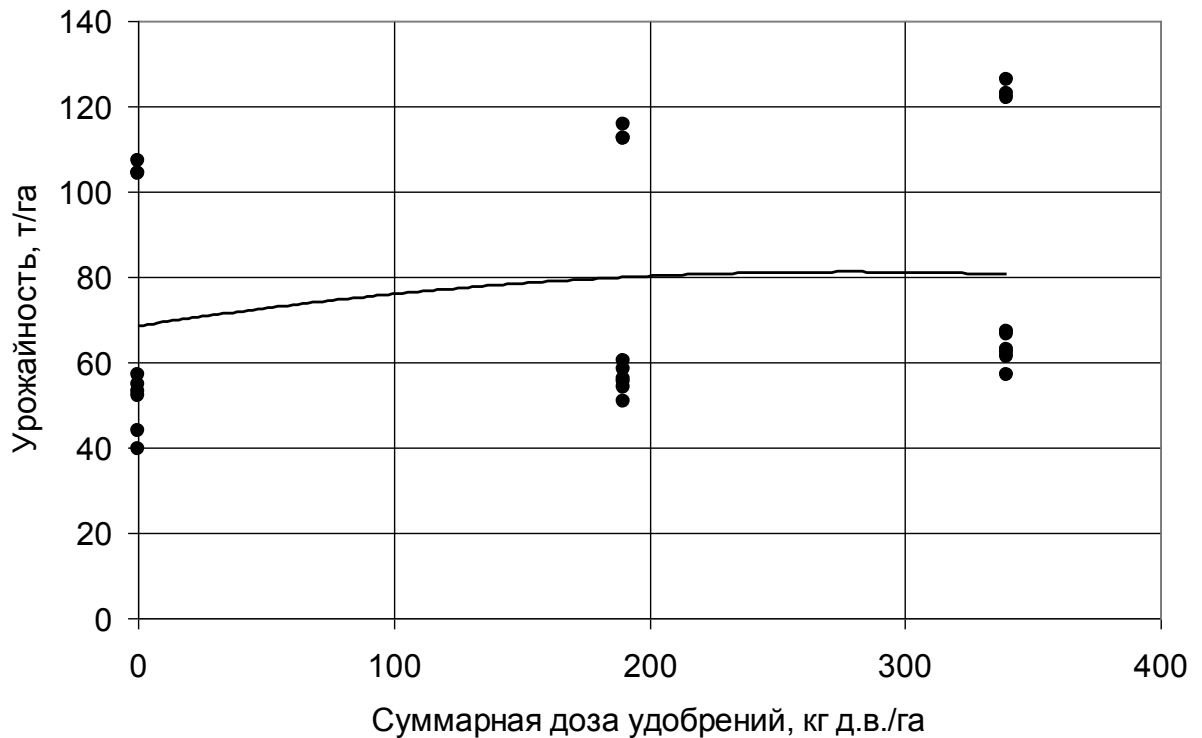


Рисунок 5.3 – Зависимость урожайности белокочанной капусты сорта Амагер 611 от суммарных норм удобрений

Уравнение имеет вид:  $Y = -0,00002 \cdot D^2 + 0,0516 \cdot D + 68,477$ , где  $Y$  – урожайность белокочанной капусты сорта Амагер 611, т/га;  $D$  – суммарные нормы минеральных удобрений; кг д.в./га.

При значении корреляционного отношения ( $\eta = 0,49$ ) можно сказать что наблюдается сильная функциональная зависимость урожайности капусты белокочанной поздней сорта Амагер 611 от суммарных норм мин.удобрений. Математический же анализ приведенной зависимости показывает, что максимума она достигает при сумме удобрений в 1290 кг д.в./га, что, с одной стороны показывает высокую отзывчивость этого сорта капусты на внесение удобрений, с другой – полученная величина находится за пределами

достоверного диапазона, в связи с чем требует дополнительных исследований для уточнения.

Также и для капусты гибрида Колобок F1 с помощью регрессионного анализа нами была получена зависимость урожайности от суммарных норм внесенных мин.удобрений (рисунок 5.4).

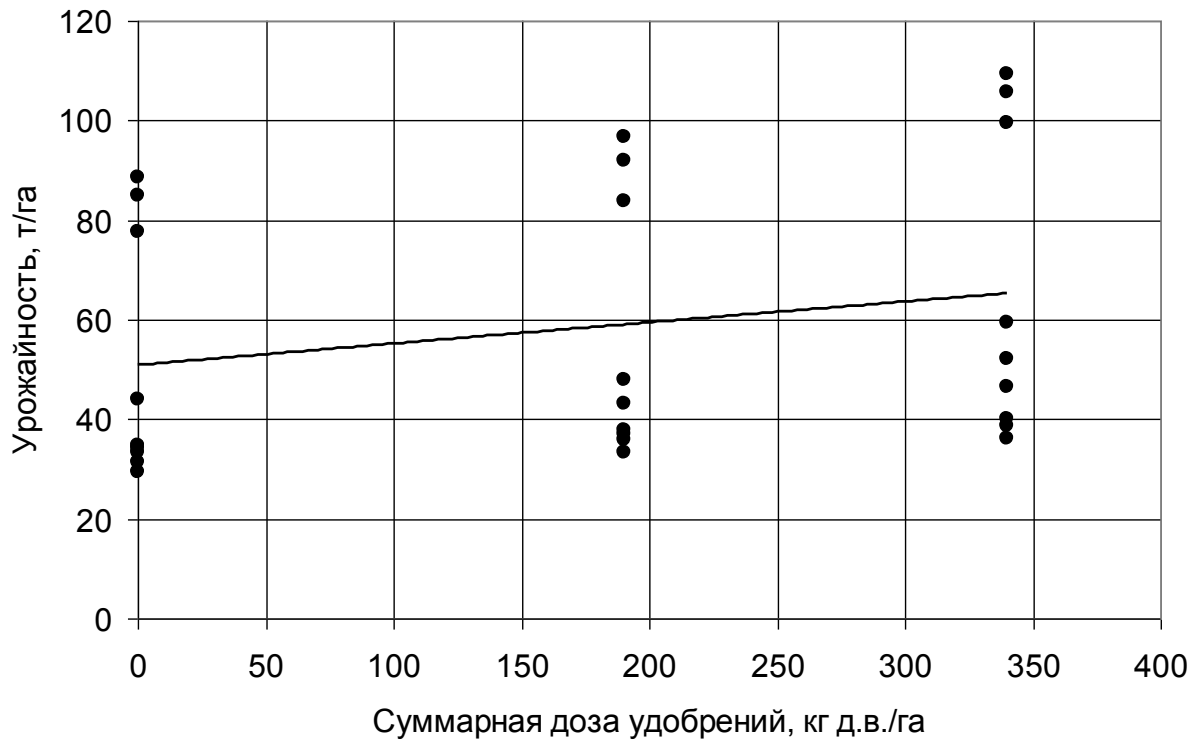


Рисунок 5.2 – Зависимость урожайности белокочанной капусты гибрида Колобок F1 от суммарных норм удобрений

Уравнение имеет вид:  $Y = -0,0001 \cdot D^2 + 0,0812 \cdot D + 50,893$ , где  $Y$  – урожайность капусты белокочанной гибрида Колобок, т/га;  $D$  – суммарные нормы удобрений; кг д.в./га.

Значение корреляционного отношения ( $\eta = 0,48$ ) показывает достаточную достоверность полученного уравнения. Анализ характера зависимости, показывает, что максимум достигается при  $D = 406$  кг д.в./га, что близко к диапазону достоверности (0...350 кг д.в./га). Это означает, что увеличение норм удобрений не будет существенно способствовать росту продуктивности. Гибрид белокочанной капусты Колобок F1 таким образом меньше отзывается на внесение минеральных удобрений. Это может обуславливаться биологическими особенностями его роста и развития.

С помощью программного комплекса STATISTIKA 5.5, была получена модель нелинейной регрессионной зависимости урожайности капусты сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 от взаимодействия сумм внесенных удобрений и оросительных норм (рисунки 5.5 5.6).

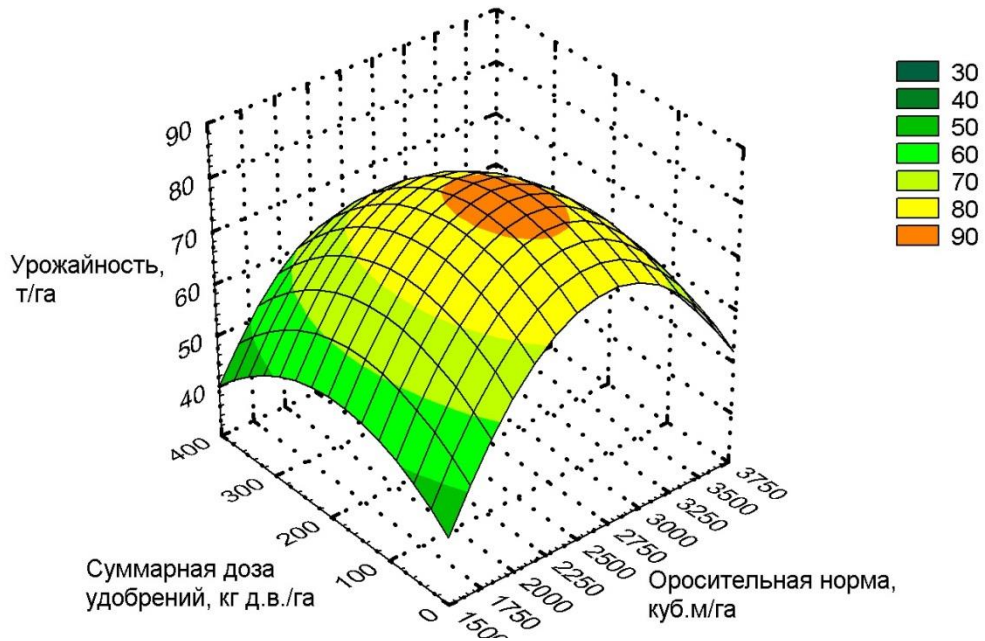


Рисунок 5.5 – Зависимость урожайности капусты сорта Амагер 611 от оросительной нормы и суммарной нормы удобрений

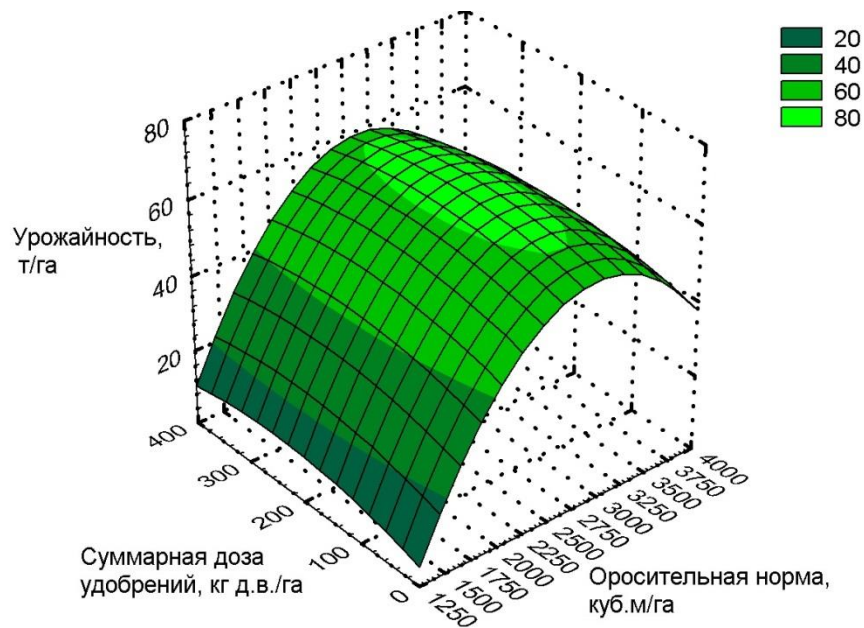


Рисунок 5.6 – Зависимость урожайности капусты гибрида Колобок F1 от суммарной нормы удобрений и суммарного водопотребления

Регрессионная модель для капусты сорта Амагер 611 описывается полиномиальным уравнением второй степени:  $Y = -131,56 + 0,151 \cdot M - 0,027 \cdot D - 3,08 \cdot 10^{-5} \cdot M^2 + 1,80 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot D + 5,65 \cdot 10^{-5} \cdot D^2$  где  $Y$  – урожайность, т/га;  $D$  – суммарные нормы удобрений; кг д.в./га;  $M$  – оросительная норма, м<sup>3</sup>/га. Оценки достоверности полученной зависимости проводилось методом перекрестной проверки [6] с использованием критерия Нэша-Сатклиффа [Nash, J. E., 1970]. Его высокое значение (99,35%), позволяет использовать данную модель для прогнозирования урожайности сорта Амагер в зависимости от норм удобрений и эвапотранспирации, в пределах, изученных в опыте. Уравнение регрессионной зависимости капусты гибрида Колобок F1 имеет вид:  $Y = -100,05 + 0,107 \cdot M - 0,064 \cdot D - 1,81 \cdot 10^{-5} \cdot M^2 - 5,28 \cdot 10^{-6} \cdot M \cdot D - 1,124 \cdot 10^{-4} \cdot D^2$  где  $Y$  – урожайность, т/га;  $D$  – суммарные нормы удобрений; кг д.в./га;  $M$  – оросительная норма, м<sup>3</sup>/га. Критерий Нэша-Сатклиффа модели получился 73,73%, из этого можно сделать вывод, для планирования урожая гибрида Колобок можно использовать при суммарное водопотребление 5000 до 5600 м<sup>3</sup>/га и суммарных норм мин.удобрений 0 до 350 кг д.в./га.

### **5.3 Влияние режимов влагообеспечения и минерального питания на качество урожая капусты белокочанной поздней**

Различные режимы полива и минерального питания растений белокочанной поздней капусты оказывают значительное влияние не только на продуктивность данной культуры, но и на качество получаемой товарной продукции. В наших исследованиях изучались геометрические, физические и химические показатели качества получаемых кочанов поздней капусты.

Основными геометрическими и физическими показателями качества кочанов капусты являются их масса, диаметр и плотность. В наших исследованиях значения этих показателей значительно колебались по сортам и вариантам полевых экспериментов (табл. 5.3, 5.4).

У сорта Амагер 611 средние за 3 года исследований данные по

диаметру, весу и плотности 1-го кочана были самыми маленькими при контрольном варианте. Так, при поддержании диапазона влажности расчетного слоя почвы 0,7-1,0 НВ эти показатели были равны 0,181 м, 1,9 кг и 0,596 кг/м<sup>3</sup>; при диапазоне 0,8-1,0 НВ эти значения были больше – 0,185 м, 1,94 кг и 0,605 кг/м<sup>3</sup>; при диапазоне 0,9-1,0 НВ показатели были наибольшими: 0,193 м; 1,98 кг и 0,623 кг/м<sup>3</sup>.

Таблица 5.3

Диаметр, масса, плотность и товарность кочанов капусты белокочанной сорта Амагер 611 по вариантам, средние за 2014, 2016 - 2017 гг

Режимы орошения	Нормы удобрений, кг д.в./га	Диаметр, м	Масса, кг	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	товарные кочаны, %
0,7-1,0 НВ	Без удобрений	0,181	1,90	0,596	61,1
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	0,184	1,93	0,610	72,2
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	0,194	2,09	0,613	77,8
0,8-1,0 НВ	Без удобрений	0,185	1,94	0,605	66,7
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	0,189	1,98	0,617	77,9
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	0,197	2,18	0,637	81,3
0,9-1,0 НВ	Без удобрений	0,193	1,98	0,623	77,8
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	0,198	2,02	0,626	83,3
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	0,202	2,23	0,645	85,5

Таблица 5.4

Диаметр, масса, плотность и товарность кочанов капусты белокочанной гибрида Колобок F1 по вариантам, средние за 2014, 2016 - 2017 гг.

Режимы орошения	Нормы удобрений, кг д.в./га	Диаметр, м	Масса, кг	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	товарные кочаны, %
0,7-1,0 НВ	Без удобрений	0,173	1,67	0,725	58,7
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	0,177	1,70	0,734	61,2
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	0,187	1,85	0,745	67,4
0,8-1,0 НВ	Без удобрений	0,178	1,70	0,733	61,4
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	0,182	1,76	0,742	67,5
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	0,193	1,89	0,753	71,5
0,9-1,0 НВ	Без удобрений	0,184	1,74	0,747	67,3
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	0,191	1,82	0,756	73,2
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	0,200	2,01	0,768	77,9

Внесение минеральных удобрений положительно сказалось на размерах, массе и плотности кочанов сорта Амагер 611.

При внесении норм удобрений рассчитанных на планируемую продуктивность 40 т кочанов/га (N100P50K40) по средним данным диаметра, веса и плотности плоды были самыми маленькими при диапазоне влажности в почве 0,7-1,0 НВ и равны 0,184 м, 1,93 кг и 0,61 кг/м<sup>3</sup>. Эти показатели возросли при диапазоне влажности 0,8-1,0 НВ: 0,189 м, 1,98 кг и 0,617 кг/м<sup>3</sup>. Интенсивный режим полива (0,9-1,0 НВ) обусловил максимальные диаметр, вес и плотность кочанов: 0,198 м, 2,02кг и 0,626 кг/м<sup>3</sup>. При N190P80K70 средние диаметр, вес и плотность кочана возросли еще больше, причем наименьшими они были на режиме с предполивной влажностью 0,7 НВ: 0,194 м, 2,09 кг и 0,613 кг/м<sup>3</sup>, большими при предполивной влажности 0,8 НВ: 0,197 м, 2,18 кг и 0,637 кг/м; и самыми большими при 0,9 НВ: 0,202 м, 2,23 кг и 0,645 кг/м<sup>3</sup>.

Таким образом, самые большие кочаны по диаметру, весу, плотности у сорта Амагер 611 были при диапазоне влажности расчетного почвенного слое 0,9-1,0 долей НВ и нормах удобрений на высокий уровень продуктивности: соответственно 0,202 м, 2,23 кг и 0,645 кг/м<sup>3</sup>.

В опыте с капустой белокочанной гибрида Колобок F1 наблюдались такое же влияние режимов увлажнения и норм минеральных удобрений на диаметры, массу и плотность кочанов, как и в опыте с сортом Амагер 611.

На вариантах без удобрений эти показатели были наименьшими. При этом минимальные их значения отмечены на варианте с диапазоном влажности 0,7...1,0 НВ: соответственно диаметр 0,173 м, вес 1,67 кг и плотность 0,725 кг/м<sup>3</sup>. При поддержании влажности расчетного слоя в диапазоне 0,8-1,0 НВ средние диаметр, вес и плотность кочанов возросли: 0,178 м, 1,70 кг и 0,733 кг/м<sup>3</sup>, а для диапазона 0,9-1,0 НВ эти показатели были наибольшими и составили соответственно 0,184 м, 1,74 кг и 0,747 кг/м<sup>3</sup>.

При внесении N100P50K40 минеральных удобрений (в норме на вынос питательных элементов с планируемым урожаем капусты 40 т кочанов/га) средние диаметры, массы и плотности кочанов были соответственно выше на всех режимах увлажнения. На варианте 0,7-1,0 НВ они составили 0,177 м, 1,7 кг и 0,734 кг/м<sup>3</sup>; на 0,8-1,0 НВ: 0,182 м, 1,76 кг и 0,742 кг/м<sup>3</sup>; 0,9-1,0 НВ: 0,191 м, 1,82кг и 0,756 кг/м<sup>3</sup>.

Самые большие средние значения массы, диаметра и плотности одного кочана наблюдались при внесении N190P80K70 минеральных удобрений (на планируемую продуктивность капусты 70 т/га). Самыми малыми они также были на жестком режиме орошения (предполивной порог 0,7 НВ): 0,187 м, 1,85 кг и 0,745 кг/м<sup>3</sup>; возрастали при переходе к умеренному (предполивной порог 0,8 НВ): 0,193 м, 1,89 кг и 0,753 кг/м<sup>3</sup>; и интенсивному увлажнению (предполивной порог 0,9 НВ): 0,2 м, 2,01 кг и 0,768 кг/м<sup>3</sup>.

Так же, как и у сорта Амагер 611, наибольшие средние диаметр, вес и плотность кочанов капусты гибрида Колобок F1 наблюдались на варианте с диапазоном поддержания влажности в слое почвы 0,9-1,0 НВ и внесением N190P80K70 удобрений: 0,2 м, 2,01 кг и 0,768 кг/м<sup>3</sup>.

Кроме этого, необходимо отметить, что у гибрида Колобок F1 плотность кочанов была больше чем у сорта Амагер 611 на все вариантах полива и удобрений.

По результатам полевых экспериментов методом регрессионного анализа нами были установлены линейные зависимости массы кочанов капусты от суммарных норм внесенных удобрений (рисунок 5.7).

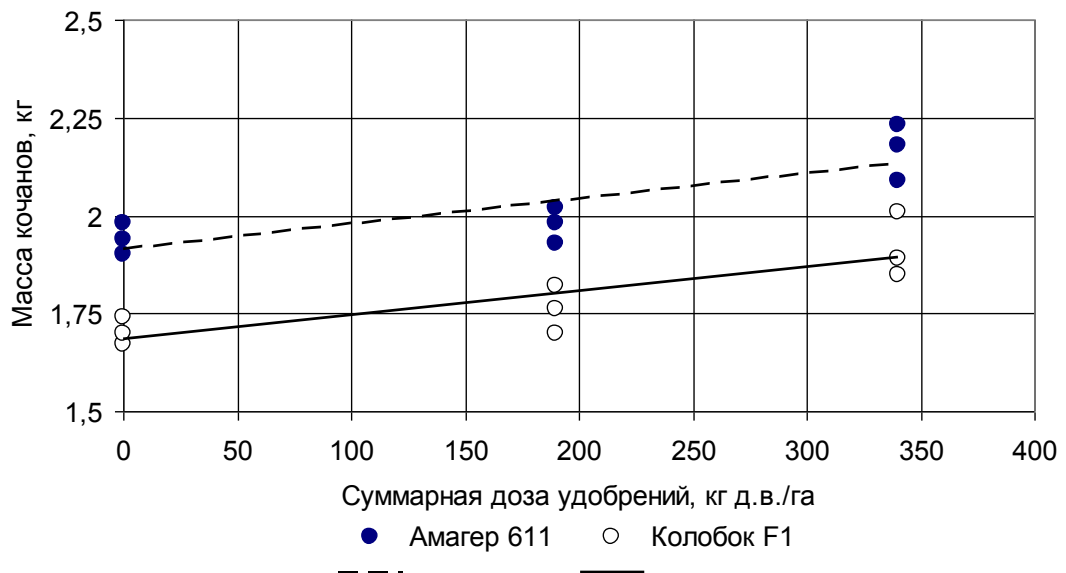


Рисунок 5.7 – Зависимости массы кочанов от норм внесенных удобрений

Эти уравнения имеют вид:  $M = 0,0006 \cdot Д + 1,914$  для сорта Амагер 611 и  $M = 0,0006 \cdot Д + 1,685$  для гибрида Колобок F1, где М – средняя масса кочана, кг; Д – суммарная норма удобрений, кг д.в./га. Они имеют высокий уровень достоверности (коэффициенты детерминации равны соответственно 0,6848 и



0,6764). Они свидетельствуют о примерно одинаковой отзывчивости этого показателя на внесение удобрений, на что указывают равные коэффициенты в уравнениях регрессии (0,0006).

Также нами были установлены линейные регрессионные зависимости плотности кочанов капусты от суммарных норм внесенных удобрений (рисунок 5.8)

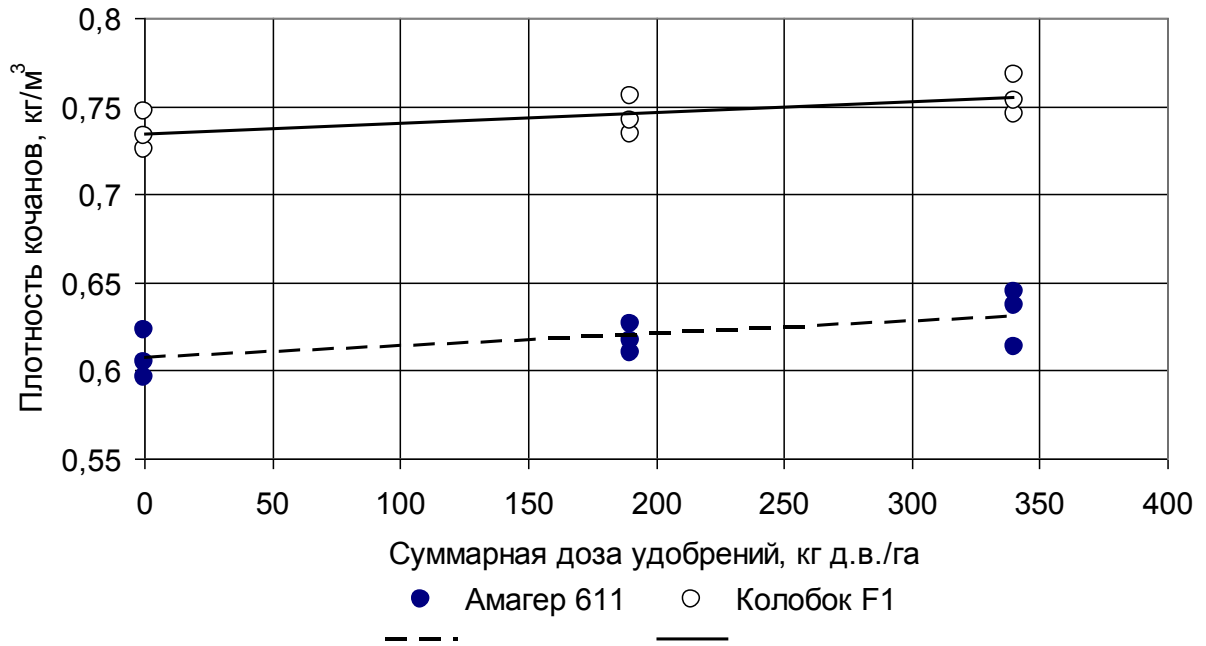


Рисунок 5.8 – Зависимости плотности кочанов от норм внесенных удобрений

Уравнения этих зависимостей имеют вид:  $\Pi = 0,00007 \cdot Д + 0,607$  для сорта Амагер 611 и  $\Pi = 0,00006 \cdot Д + 0,7343$  для гибрида Колобок F1, где  $\Pi$  – средняя плотность кочана, кг/м<sup>3</sup>;  $Д$  – суммарная норма удобрений, кг д.в./га. Данные линейные зависимости имеют средний уровень достоверности (коэффициенты детерминации равны соответственно 0,431 и 0,4396). Они свидетельствуют о более высокой отзывчивости плотности кочанов сорта Амагер 611 на внесение удобрений, на что указывает больший коэффициент в уравнении регрессии (0,00007 против 0,00006).

Важным интегральным показателем качества продукции плантаций белокочанной поздней капусты является выход товарных кочанов, который определяется согласно требованиям ГОСТ [52] (рисунок 5.9).

На выход товарной продукции положительное влияние оказывают увеличение норм удобрений и интенсификация режимов увлажнения на всех вариантах опытов. При этом у сорта Амагер 611 товарность продукции выше

на соответствующих вариантах по сравнению с гибридом Колобок F1. Наилучшие показатели наблюдаются при диапазоне влажности 0,9-1,0 НВ и дозах удобрений N190P80K70: 85,5% товарных кочанов сорта Амагер 611 и 77,9 гибрида Колобок F1.

Важнейшими показателями качества продукции овощеводства являются результаты химического анализа получаемой продукции. Содержание различных химических веществ определяет как полезные свойства овощей, так и возможные вредные. Для капусты белокочанной к первым относятся сахара и витамин С (аскорбиновая кислота), ко вторым (вредным) – нитраты. В таблице 5.5 приведены агрохимические показатели качества кочанов капусты сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1, в среднем за годы исследования, определенные в фазу технической спелости.

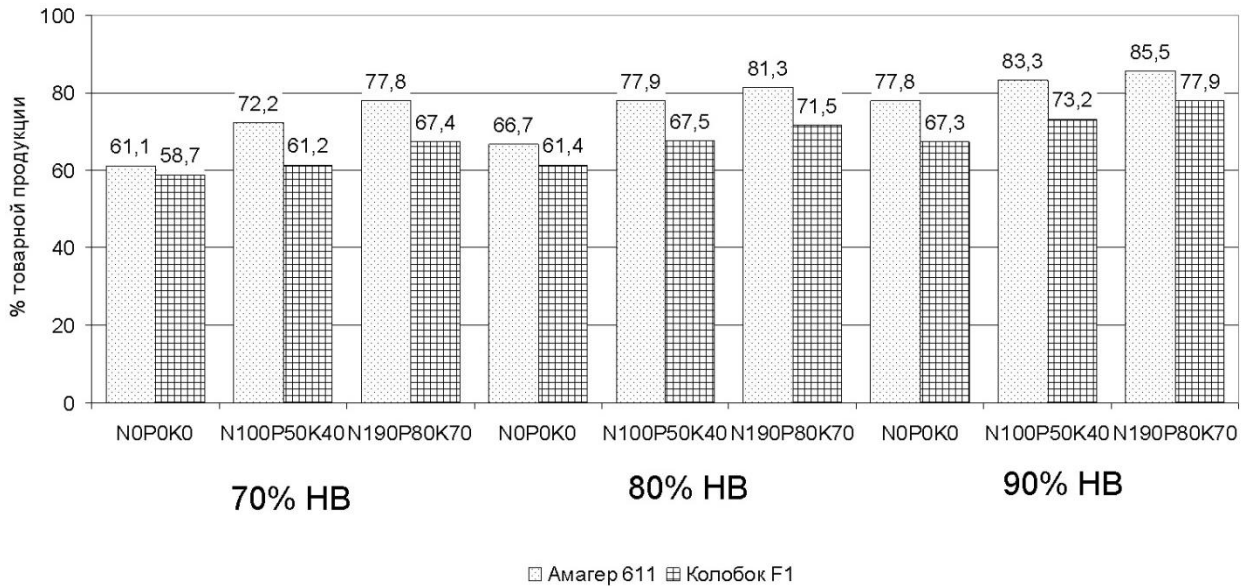


Рисунок 5.9 – Выход товарных кочанов капусты белокочанной сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1, %

Агрохимические показатели качества кочанов капусты,  
средние за 2014, 2016 - 2017 гг.

Фактор А	Фактор В, кг д.в./га	Сухое вещество, %	Сахар, %	Витамин С, мг/кг	Нитраты, мг/кг
Амагер 611					
0,7-1,0 НВ	Без удобрений	6,9	4,1	42,1	198
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	7,2	4,2	44,0	225
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	7,3	4,6	45,0	330
0,8-1,0 НВ	Без удобрений	6,5	4,1	42,0	196
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	6,9	4,1	42,8	232
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	7,0	4,3	44,3	305
0,9-1,0 НВ	Без удобрений	6,2	3,9	40,0	189
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	6,5	4,0	40,7	238
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	7,3	4,3	44,0	321
Колобок F1					
0,7-1,0 НВ	Без удобрений	8,6	3,2	35,0	151
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	8,9	3,3	33,0	169
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	9,2	3,3	33,0	182
0,8-1,0 НВ	Без удобрений	8,0	2,9	32,0	108
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	8,4	3,0	32,0	121
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	8,4	3,2	31,0	132
0,9-1,0 НВ	Без удобрений	7,1	2,8	29,0	109
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	8,0	3,0	31,0	117
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	8,2	3,0	29,0	133

Анализ данных приведенной выше таблицы 5.5 показывает, что содержание нитратов в кочанах сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 не превышает предельно допустимой концентрации, которая согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», для капусты поздней составляет 500 мг/кг. При этом содержание нитратов в кочанах сорта Амагер 611 было выше, чем у гибрида Колобок. Оно в основном росло с ростом норм вносимых удобрений и уменьшалось с увеличением интенсивности режима орошения. Наибольшие концентрации нитратов наблюдались при диапазоне влажности корнеобитаемого слоя 0,7-1,0 НВ и вносе рассчитанных норм удобрений на плановый урожай 70 т/га: 330 мг/кг для сорта Амагер и 182 мг/кг для гибрида Колобок. Наименьшими концентрации были для сорта Амагер на контрольном варианте при поливе орошения с диапазоном влажности 0,9-1,0 НВ – 189 мг/кг; для гибрида Колобок также на контрольном варианте, но при поливном режиме с диапазоном влажности 0,8-1,0 НВ – 108 мг/кг.

Содержание сухого вещества в кочанах сравнительно мало зависело от водного и пищевого режимов капусты. Однако, по всем вариантам опытов оно было выше у гибрида Колобок F1. Напротив содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) и сахаров в кочанах белокочанной капусты позднеспелого сорта Амагер 611 существенно превосходило содержание их в кочанах белокочанной капусты позднеспелого гибрида Колобок F1.

На рост этих показатели положительно сказывалось увеличение норм вносимых минеральных удобрений. На вариантах без внесения удобрений с предполивным порогом 0,7 НВ содержание сахара и витамина С в кочанах было у сорта Амагер 4,1% и 42,1 мг/кг соответственно, у гибрида Колобок – 3,2% и 35 мг/кг. На этом же режиме орошения и норме удобрений N100P50K40: 4,2% и 44 мг/кг, 3,3% и 33 мг/кг у сорта Амагер и гибрида Колобок соответственно. Наибольшие значения у сорта Амагер при этом жестком режиме орошения наблюдались при внесении N190P80K70: 4,6% и 45 мг/кг. Для гибрида Колобок в данном случае роста не отмечено.

На более интенсивных режимах орошения отмечается тенденция снижения как содержания сахара, так и содержания витамина С, по сравнению с более жесткими. Для сорта Амагер 611 снижение содержания сахара при переходе от режима увлажнения с предполивным порогом влажности 0,7 НВ к режиму 0,8 НВ составило 0, 0,1 и 0,3% по вариантам фактора В; к режиму 0,9 НВ – 0,2, 0,2 и 0,3% соответственно. Для гибрида Колобок снижение содержания сахара при переходе от режима орошения 0,7 НВ к режиму 0,8 НВ было равно 0,3, 0,3 и 0,1% по фактору В; к режиму 0,9 НВ – 0,4, 0,4 и 0,3% соответственно. Такие же закономерности отмечались и при изучении содержания аскорбиновой кислоты (витамина С). У сорта Амагер снижение содержания витамина С при переходе от режима увлажнения 0,7-1,0 НВ к режиму 0,8-1,0 НВ составило 0,1, 1,2 и 0,7 мг/кг по вариантам фактора В; к режиму 0,9-1,0 НВ – 2,1, 3,3 и 1 мг/кг соответственно. Для гибрида Колобок 611 снижение содержания витамина С при переходе от режима 0,7-1,0 НВ к режиму 0,8-1,0 НВ было равно 3, 1 и 2 мг/кг; к режиму 0,9-1,0 НВ – 6, 2 и 4 мг/кг соответственно.

### **Выводы**

Итак, изучая режимы полива и расчетные нормы мин. удобрений в черноземной степи Саратовского Правобережья при поливе капельном, поздней белокочанной капусты, нами было установлено:

– позднеспелые сорта капусты белокочанной Амагер 611 и Колобок способны обеспечить получение 60-85 т/га кочанов;

– интенсификация режима капельного орошения капусты белокочанной обеспечивает рост урожайности при росте предполивной влажности в расчетном слое почвы с 0,7 до 0,8 НВ;

– также повышение норм внесения минеральных удобрений обуславливало повышение продуктивности белокочанной поздней капусты при всех исследованных режимах капельного полива;

– между оросительной нормой, нормами внесения удобрений и урожайностью существуют 3-х мерные зависимости, описываемые уравнениями квадратичного типа.

– улучшение минерального питания повышает содержание сахаров, сухих веществ и витамина С, а также нитратов на 15,8-47,5%. При этом содержание нитратов остается ниже ПДК для данной культуры.

## **Глава 6 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗУЧАЕМЫХ ПРИЕМОМ ВЫРАЩИВАНИЯ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ ПОЗДНЕЙ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ЮЖНОМ**

Оценка экономической эффективности возделывания капусты белокочанной поздней при капельном поливе в природно-климатических условиях Саратовского Правобережья проводилась с использованием общепринятых методик, нормативных и справочных документов.

Согласно [123, 130] основными показателям экономической эффективности овощеводства являются: производство валовой продукции на 1 га площади в стоимостном и натуральном выражении; себестоимость тонны овощей; выход урожая овощей на человеко-день, человеко-час, среднегодового работника, а также трудоемкость единицы урожая (тонны овощей); прибыль на 1 га площади; уровень рентабельности.

Кроме этого была определена инвестиционная привлекательность вложения средств в проекты выращивания капусты поздней на капельном орошении в Саратовском Правобережье, для чего, согласно РД-АПК 3.00.01.003-03 [205] были определены чистый дисконтированный доход (ЧДД) с 1 га плантаций капусты и дисконтированный индекс доходности (ИДД) при применении всех изученных в опытах сортов капусты, режимов капельного полива и норм внесения минеральных удобрений.

### **6.1 Затраты на выращивание поздней капусты при капельном поливе**

Известно, что возделывание овощей является одной из самых трудоемких отраслей сельского хозяйства, тем более на орошении. В связи с этим, себестоимость их в основном зависит от затрат труда и его стоимости. Для расчета трудозатрат на возделывание поздней белокочанной капусты были использованы «Типовые нормы выработки и нормативы времени на ручные сельскохозяйственные работы» и технологические карты [205],

включавшие в себя собственно агротехнические операции по выращиванию капусты, а также мероприятия по монтажу и эксплуатации системы капельном орошении.

Агротехнические работы по выращиванию капусты состояли из: обработок почвы (основной, предпосевной, междурядных); посева рассады и ухода за ней; высадки рассады; мероприятий по борьбе с болезнями, вредителями и сорной растительности; сбора выращенного урожая.

Отдельно учитывались трудозатраты на монтаж и демонтаж системы капельного полива. Затраты труда на внесение минеральных удобрений и проведение предпосевных и вегетационных поливов не учитывались в связи с высокой степенью автоматизации этих работ при применении капельного орошения.

Результаты расчета трудозатрат и их стоимости при возделывании белокочанной поздней капусты приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1.

## Стоимость трудозатрат при возделывании капусты белокочанной

№ пп	Операция	Единица измерения	Величина
1	Монтаж системы капельного орошения	чел.час/га	32
2	Посев рассады капусты и уход за ней	-“-	210
3	Высадка рассады капусты	-“-	54
4	Уход за плантацией капусты	-“-	210
5	Уборка урожая капусты	-“-	65
6	Демонтаж системы капельного орошения	-“-	32
7	Сумма трудозатрат	-“-	603
8	Стоимость единицы трудозатрат (часовая заработная плата)	руб./час	113
9	Итого, общая стоимость трудозатрат (расходы на заработную плату)	руб./га	68139

Стоимость единицы трудозатрат рассчитывалась по данным о среднемесячной номинальной начисленной заработной плате работников организаций по видам экономической деятельности за 2020 г., которые были получены на сайте Росстат [206]. Кроме трудовых затрат, были рассчитаны и другие затраты на выращивание капусты при капельном поливе. Среди них:

расходы на минеральные удобрения, электроэнергию для подачи воды на полив, семена, химические средства борьбы с сорняками, болезнями и вредителями, а также амортизационные отчисления от стоимости системы капельного орошения. Расходы на минеральные удобрения определялись по их расчетным нормам в натуральных туках аммиачной селитры, суперфосфата двойного гранулированного, калия хлористого, средние цены которых были получены из материалов, опубликованных на официальном сайте Министерства сельского хозяйства РФ [207]. Согласно этим данным в середине 2019 г. цена аммиачной селитры в среднем была равна 10750 руб./т, суперфосфата двойного гранулированного 24400 руб./т, калия хлористого 13600 руб./т. Расчет стоимости удобрений приводится в таблице 6.2.

Таблица 6.2

Расчет стоимости внесенных минеральных удобрений по вариантам

Вид удобрений	Вариант					
	N100P50K40			N190P80K70		
	Норма, кг/га	Цена, руб./кг	Стоимость, руб./га	Норма, кг/га	Цена, руб./кг	Стоимость, руб./га
Азотные	217	10750	2333	391	10750	4203
Фосфорные	119	24400	2904	190	24400	4636
Калийные	50	13600	680	83	13600	1129
Всего			5917			9968

Также по данным сайта МСХ РФ [207] стоимость 1 квт·ч электроэнергии для сельскохозяйственных предприятий Саратовской области в 2019 г. составила 3,4 рубля. Расходы на электрическую энергию для проведения вегетационных и предпосевных поливов при разных режимах капельного орошения приводятся в таблице 6.3.



Расчет стоимости затрат на подачу оросительной воды при разных режимах орошения

Вариант	Водоподача, м <sup>3</sup> /га	Продолжительность полива, ч/га	Расход электроэнергии, кВт·ч/га	Стоимость электроэнергии, руб./га	Стоимость трудозатрат на проведение поливов, руб./га	Сумма расходов на поливы, руб./га
0,7-1,0НВ	2344	19,3	193	656,2	2682,6	3338,8
0,8-1,0НВ	2743	22,3	223	758,2	3430,3	4188,5
0,9-1,0НВ	2951	23,3	233	792,2	4722,6	5514,8

Затраты на приобретение химических средств борьбы с болезнями и вредителями составили 21 тыс. руб./га.

Также, в затратах учитывались амортизационные отчисления на систему полива капельного, которые при 10% уровне отчислений и стоимости системы 128 тыс.руб./га равна 12,8 тыс. руб./га в год. Стоимость системы определялась по ценам завода-изготовителя арматуры и насосно-силового оборудования в пересчете на 1 га при принятой ширине междурядий (0,65 м) и использовании капельных линий греческой фирмы «Eurodrip» стоимостью 8,0 руб./м.

Составляющие расчета затрат на возделывание белокочанной капусты сорта Амагер 611 и гибрида Колобок при различных режимах капельного полива и нормах минерального питания даются в таблице 6.4

Сводный расчет затрат на возделывание капусты белокочанной поздней при капельном поливе, тыс. руб./га

Статьи затрат	Варианты								
	0,7-1,0НВ			0,8-1,0НВ			0,9-1,0НВ		
	б/у	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>4</sub> 0	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>7</sub> 0	б/у	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>4</sub> 0	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>7</sub> 0	б/у	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>4</sub> 0	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>7</sub> 0
Поливная вода	3,34	3,34	3,34	4,19	4,19	4,19	5,51	5,51	5,51
Электроэнергия	0,66	0,66	0,66	0,76	0,76	0,76	0,79	0,79	0,79
Минеральные удобрения	0	5,92	9,97	0	5,92	9,97	0	5,92	9,97
Семена	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Амортизация системы капельного полива	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8
Трудозатраты на уход за посевами	68,14	68,14	68,14	68,14	68,14	68,14	68,14	68,14	68,14
На монтаж и демонтаж системы орошения	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8
Всего	106,9	112,8	116,9	107,9	113,8	117,8	109,3	115,2	119,2

## 6.2 Показатели экономической эффективности

Основные традиционные показатели экономической эффективности возделываний капусты белокочанной поздней на капельном орошения в Саратовском Правобережье определялись с учетом средней региональной оптовой цены реализации данной культуры, которая в Саратовской области в среднем за период 2014–2018 гг. составила 5 руб./кг.

Расчет валового дохода для капусты белокочанной сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 приводится в таблице 6.5.

Расчет валового дохода при возделывании капусты белокочанной

Фактор А	Фактор В	Урожайность, т/га	Товарные кочаны, %	Выход товарной продукции, т/га	Выход кормов, корм.ед., тыс. руб.	Валовый доход, тыс. руб./га
сорт Амагер 611						
0,7-1,0 НВ	Без удобрений	65,68	61,1	40,13	4,34	236,8
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	72,95	72,2	52,67	3,45	292,0
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	80,13	77,8	62,34	3,02	336,9
0,8-1,0 НВ	Без удобрений	68,63	66,7	45,78	3,89	261,2
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	76,03	77,9	59,23	2,86	319,9
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	83,76	81,3	68,10	2,66	362,6
0,9-1,0 НВ	Без удобрений	71,12	77,8	55,33	2,68	299,0
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	76,24	83,3	63,51	2,16	335,5
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	85,59	85,5	73,18	2,11	383,4
гибрид Колобок F1						
0,7-1,0 НВ	Без удобрений	46,07	58,7	27,04	3,23	162,1
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	51,71	61,2	31,65	3,41	186,6
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	60,78	67,4	40,97	3,37	232,8
0,8-1,0 НВ	Без удобрений	51,00	61,4	31,31	3,35	184,4
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	56,88	67,5	38,39	3,14	218,1
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	65,50	71,5	46,83	3,17	260,6
0,9-1,0 НВ	Без удобрений	55,61	67,3	37,43	3,09	212,8
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	60,48	73,2	44,27	2,76	244,3
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	69,58	77,9	54,20	2,61	292,8

Для расчета валового дохода кроме оптовой цены учитывался процент выхода товарных кочанов. Нетоварная доля полученной продукции, которая должна была использоваться в качестве кормов для животноводства, согласно «Методическим рекомендациям ...» пересчитывалась в кормовые единицы с помощью коэффициента, приведенного в «Инструкции по заполнению формы федерального государственного статистического наблюдения № 10-А-сх (срочная) «Сведения о заготовке кормов»», равного 0,17 (ботва капустного листа). Стоимость 1 т кормовой единицы

принималась равной цене 1 т пшеницы 5 класса качества, которая по данным «Обзора рынков» официального сайта Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [207] осенью 2018 г. составляла 8,32 тыс. руб.

Расчитывая основные показатели экономической эффективности возделывания капусты белокочанной поздней при капельном орошении учитывался как выход товарной продукции, так и выход кормовых единиц. Так, при расчете себестоимости тонны товарной продукции стоимость кормов вычиталась из затрат, однако при расчете трудоемкости и производительности труда учитывался только урожай товарных кочанов. Результаты расчета показателей приводятся в таблице 6.6.

Оценка экономической эффективности показала, что рентабельность возделывания капусты сорта Амагер выше, чем гибрида Колобок.

Также повышают рентабельность производства капусты на капельном поливе более высокие нормы минеральных удобрений при необходимой влажностью капусты. У сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1 достаточно высокий по рентабельности уровень у нас был на варианте с высоким уровнем урожайности в норме N190P80K70 кг д.в./га и при узком диапазоне влажности в почве 0,9-1,0 НВ – 221,7% и 146% соответственно, а вот наименьший по рентабельности уровню нас был на контрольном варианте и при широком диапазоне влажности корнеобитаемого слоя 0,7-1,0 НВ – 121,5% и 51,9% соответственно для сорта Амагер 611 и гибрида Колобок F1.

Основные показатели экономической эффективности возделывания капусты  
белокочанной поздней при капельном орошении

Фактор А	Фактор В	Валовый доход, тыс. руб./га	Затраты, тыс. руб./га	Себестоимость, р./т	Производительность, т/чел.ч	Трудоемкость, чел.ч/т	Прибыль, тыс. руб./га	Рентабельность, %
сорт Амагер 611								
0,7-1,0 НВ	Без удобрений	236,8	106,9	1763,49	0,067	15,03	129,9	121,5
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	292,0	112,8	1597,14	0,087	11,45	179,2	158,9
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	336,9	116,9	1471,65	0,103	9,67	220,0	188,2
0,8-1,0 НВ	Без удобрений	261,2	107,9	1651,12	0,076	13,17	153,3	142,1
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	319,9	113,8	1520,23	0,098	10,18	206,1	181,1
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	362,6	117,8	1404,62	0,113	8,86	244,8	207,8
0,9-1,0 НВ	Без удобрений	299,0	109,3	1571,86	0,092	10,90	189,7	173,5
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	335,5	115,2	1530,44	0,105	9,49	220,3	191,3
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	383,4	119,2	1389,05	0,121	8,24	264,2	221,7
гибрид Колобок F1								
0,7-1,0 НВ	Без удобрений	162,1	106,7	2950,61	0,045	22,30	55,4	51,9
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	186,6	112,6	2661,52	0,052	19,05	74,0	65,7
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	232,8	116,7	2164,74	0,068	14,72	116,1	99,5
0,8-1,0 НВ	Без удобрений	184,4	107,6	2547,15	0,052	19,26	76,8	71,4
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	218,1	113,6	2277,92	0,064	15,71	104,5	92,0
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	260,6	117,6	1947,41	0,078	12,88	143,0	121,6
0,9-1,0 НВ	Без удобрений	212,8	109,1	2228,02	0,062	16,11	103,7	95,1
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	244,3	114,9	2077,62	0,073	13,62	129,4	112,6
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	292,8	119,0	1794,28	0,090	11,12	173,8	146,0

Для оценки срока окупаемости вложений в систему капельного орошения капусты согласно РД-АПК 3.00.01.003-03 [205] нами были рассчитаны значения чистого дисконтированного дохода и дисконтированные индексы доходности инвестиций. Формула для расчета дисконтированного индекса доходности согласно [205] имеет вид:

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{D_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{Z_t}{(1+r)^t}}, \text{ где } D_t - \text{ приток денежных средств (доход) в период } t \text{ (в нашем}$$

случае год);  $Z_t$  – отток денежных средств (затраты) в том же периоде;  $r$  – барьерная ставка или ставка дисконтирования, равная согласно методике ключевой ставке Центрального Банка РФ выраженной в долях единицы;  $n$  – суммарное число периодов (интервалов, шагов)  $t = 0, 1, 2, \dots, n$ , где период 0 соответствует году, предшествующему началу эксплуатации системы капельного орошения, период 1 – 1ый год эксплуатации, период 2 – 2ой год и так далее. Согласно данным официального сайта Центрального банка Российской Федерации [208] летом 2019 г. ключевая ставка была равна 6,5%

Результаты расчетов чистого дисконтированного дохода и дисконтированного индекса доходности по вариантам проведенных экспериментальных исследований даются в таблице 6.7.

Расчеты показывают, что инвестиционная привлекательность возделывания сорта Амагер 611 существенно превышает инвестиционную привлекательность возделывания гибрида Колобок. По всем вариантам режимов полива и нормудобрений, только кроме варианта с широким диапазоном влажности 0,7 НВ и на контроле, вложения в систему капельного полива окупились на первый год ее эксплуатации, о чем свидетельствует дисконтированный индекс доходности больший единицы. На второй год эксплуатации наибольшее накопленное значение чистого дисконтированного дохода – 338,31 тыс. р./га было получено при высоком уровне урожайности 70 т/га и поддержанием влажности в расчетном слое почвы 0,9-1,0 НВ.

Оценка инвестиционной привлекательности вложений в возделывание  
капусты белокочанной при капельном орошении

Фактор А	Фактор В	1 год эксплуатации		2 год эксплуатации	
		Чистый дисконтированный доход, тыс.руб./га	Индексированный индекс доходности	Чистый дисконтированный доход, тыс.руб./га	Индексированный индекс доходности
сорт Амагер 611					
0,7-1,0 НВ	Без удобрений	-8,28	0,96	100,06	1,32
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	37,16	1,16	186,62	1,57
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	74,76	1,32	258,25	1,77
0,8-1,0 НВ	Без удобрений	13,29	1,06	141,14	1,44
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	61,95	1,27	233,84	1,71
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	97,62	1,41	301,79	1,90
0,9-1,0 НВ	Без удобрений	48,13	1,21	207,51	1,65
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	76,33	1,33	261,23	1,80
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	116,79	1,49	338,31	2,01
гибрид Колобок F1					
0,7-1,0 НВ	Без удобрений	-76,94	0,66	-30,74	0,90
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	-59,80	0,74	1,92	1,01
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	-21,18	0,91	75,48	1,23
0,8-1,0 НВ	Без удобрений	-57,22	0,75	6,84	1,02
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	-31,69	0,86	55,47	1,17
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	3,80	1,02	123,06	1,37
0,9-1,0 НВ	Без удобрений	-31,32	0,86	56,17	1,18
	N <sub>100</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub>	-7,72	0,97	101,11	1,31
	N <sub>190</sub> P <sub>80</sub> K <sub>70</sub>	33,29	1,14	179,24	1,54

Инвестиции в возделывание гибрида Колобок окупались гораздо хуже. На варианте с диапазоном влажности 0,7 НВ и на контроле дисконтированный индекс доходности превысил единицу только на 3 год эксплуатации (ИДД = 1,03, ЧДД = 10,32 тыс.р./га). На большинстве

вариантов вложения окупались на второй год эксплуатации, а вот при внесении на высокий уровень планируемой урожайности 70 т/га (N190P80K70) и со средним диапазоном влажности 0,8 и узкий диапазон 0,9 НВ дисконтированный индекс доходности превысил единицу в первый год эксплуатации. На этих же вариантах были достигнуты и самые большие значения накопленного ЧДД: 123,06 тыс.р./га для полива 0,8 НВ и 179,24 тыс.р./га и для полива 0,9 НВ.

Таким образом, можно сказать, что возделывание капусты белокочанной поздней на черноземах южных Саратовского Правобережья при капельном способе полива экономически эффективно и целесообразно. Вложения в строительство системы капельного полива при использовании рациональных режимов полива и норм мин.удобрений окупаются практически в первый год после ввода в эксплуатацию.

Самый большой экономический эффект нами был достигнут при возделывании сорта Амагер 611 с внесением мин. удобрений на высокий уровень урожайности 70 т/кг д.в./га и при узком диапазоне влажности 0,9-1,0 НВ. Рентабельность при этом равна 221,7%, дисконтированный индекс доходности и чистый дисконтированный доход на второй год эксплуатации соответственно 2,01 и 338,31 тыс.руб./га.



## 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 в диапазоне 0,7-1,0 от НВ – 5070 м<sup>3</sup>/га, 0,8-1,0 от НВ – 5416 м<sup>3</sup>/га, 0,9-1,0 от НВ – 5611 м<sup>3</sup>/га; при среднесуточном водопотреблении за вегетацию в целом 42,49 м<sup>3</sup>/га, 44,87 м<sup>3</sup>/га и 47,2 м<sup>3</sup>/га для тех же режимов орошения 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 (83,9...87,4% суммарного водопотребления) потреблялась капустой белокочанной поздней в период от начала завивания кочанов до технической спелости культуры. В этот же период наблюдалось максимальное среднесуточное водопотребление 50,51 м<sup>3</sup>/га, 53,68 м<sup>3</sup>/га и 56,56 м<sup>3</sup>/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 их 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 7,0 вегетационных поливов при суммарной продолжительности работы системы 19,3 часа; режим орошения 0,8-1,0 НВ – 11,3 полива 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 на режиме капельного полива с поддержанием влажности почвы в диапазоне 0,7- 1,0 НВ наиболее эффективно использовалась как влага (коэффициент водопотребления 63,3 м<sup>3</sup>/т), так и оросительная вода (коэффициент использования оросительной воды 29,3 м<sup>3</sup>/т).

6. Общее потребление и вынос элементов питания капустой белокочанной поздней при капельном поливе на черноземе южном, отличающемся 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 – 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 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 тоже 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 т. р./га; наибольшей рентабельности 221,7 и 146,0%; дисконтированного индекса доходности - 2,01 и 1,54.

### **РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ**

В черноземно-степной зоне Саратовского Правобережья для получения до 85 т/га кочанов капусты белокочанной поздней при рентабельности свыше 200 % и рациональном расходовании поливной воды 35 м<sup>3</sup>/т рекомендуется: использовать системы капельного орошения, высевать сорт Амагер 611; вносить расчетные на планируемый урожай нормы удобрений с учетом содержания в почве элементов питания и поддерживать диапазон влажности почвы 0,9-1,0 долей НВ в слое 0-30 см до начала образования кочанов и 0-50 см в последующие фазы путем проведения во влажный год 19, в засушливый 26 поливов поливной нормой 84 и 142 м<sup>3</sup>/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 NPK 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 ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Александров, Б. А. Капуста / Б.А. Александров. – М.: Московский рабочий, – 1962. 104с.
2. Алиев, С.А. Влияние минеральных удобрений на урожай, качество и транспортабельность белокочанной капусты, выращиваемой в Ленинградской зоне : автореф. дис....канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Алиева Сабир Али оглы. – 1969. – 35с.
3. Алмазов, Б.Н. Динамика питательных веществ в почве, вынос их урожаем и продуктивность овощного севооборота при длительном систематическом применении удобрений в условиях Алтайского края / Б.Н. Алмазов, М.И. Гусев, Л.Т. Холуяко. – Москва: Агропромиздат, 1976. – С.51-55.
4. Алпатыев, С.М. Расчет и корректировка режимов орошения сельскохозяйственных культур / С.М.Алпатыев // В сб.: Водное хозяйство. – 1965. – № 2. С.3-15.
5. Алпатыев, А.М. Влагооборот культурных растений: книга автора/ А.М. Алпатыев. – 1-е изд., перераб.и доп. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1954. – 246 с.
6. Алпатыев, А.М. Влагооборот культурных растений: книга автора / А.М. Алпатыев – 2-е изд., перераб.и доп. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 248с.
7. Алпатыев, С.М. Опыт использования биоклиматического метода расчета испарения при формировании эксплуатационного режима орошения: сб. научных трудов ВАСХНИЛ / С.М. Алпатыев, В.П. Остапчик. – М.: Наука, 1974. – С. 127-135.
8. Анисимов, М.И. Влияние различных доз минеральных удобрений в сочетании с орошением на величину и качество урожая поздней белокочанной капусты: сборник статей. – М.И.Анисимов, М.П. Чмелев, З.М. Чмелева. – Л.: Науч.тр.Северо-Западного НИИ с.-х., 1973. – С.120-129.
9. Арефьева, Н.Н. Вынос элементов питания поздней капустой в зависимости от условий выращивания и величины урожая: научные труды/ Н.Н. Арефьева. – Омск: М-во сел. хоз-ва СССР. им. С. М. Кирова. Т. 87. – 1970, – 159 с.
10. Арнаутова, Н.И. Влияние 20-летнего применения азотных удобрений на агрофизические свойства серой лесной почвы /Н.И. Арнаутова//

Межвузовский сб. науч. тр. Горьк. с.-х. ин-т. Эффективность азотных удобрений, азотный режим почв и урожайность сельскохозяйственных растений. – Горький, 1988. – С. 46-47.

11. Ахтырцев, Б.П. Влияние сельскохозяйственного использования на водно-физические свойства выщелоченных черноземов Среднерусской лесостепи / Б.П. Ахтырцев, И.А. Лепилин. – М.: Наука. Почвоведение. – 1985. – С. 91-102.

12. Бамберг, К. Вынос и вымывание катионов и анионов из удобренных и известкованных почв / К.Бамберг, А. Балоде. – Тр. ЛСХА, вып.41, Елгава, 1971. – С. 19-45

13. Багров М.Н. Пути повышения эффективности орошения, орошение с.-х. культур в Нижнем Поволжье: сборник научных трудов / М.Н. Багров. – Волгоград, 1978.– Т 68. – 246с.

14. Багров, М.Н. Режим орошения сельскохозяйственных культур в степной зоне южного Поволжья / М.Н. Багров // Гидротехника и мелиорация. – 1982. – №12. – С. 39 - 40.

15. Багров, М.Н. Оросительные системы и их эксплуатация: учебное пособие для высш. с.-х. учеб. заведений / М.Н. Багров, И.П. Кружилин. – М.: Колос, 1982. –240с.

16. Багров, М.Н. Орошение сельскохозяйственных культур в степи южного Поволжья: автореф. дис. ... д-ра. с.-х. наук / Багров Михаил Николаевич. –Воронеж, 1966. – 44с.

17. Базилинская, М.В. Миграция органических и минеральных веществ в почве при систематическом применении удобрений / М.В. Базилинская, А.А. Шаймухаметова, Б.А. Доспехов, В.К. Афанасьева // Известия ТСХА.–1970. – № 6 –С. 101- 108

18. Балашев Н.Н. Выращивание картофеля и овощей в условиях орошения / Н.Н. Балашев. –М.: Колос, 1968. – 368 с.

19. Балашев, Л.Л. Удобрение и сорт: учебное пособие / Л.Л. Балашев. – Ленинград: Колос, 1966. – 264с.

20. Беленький, Д.К. Разработка и исследование алгоритмов оптимизационного использования метеоинформации к задачам планирования технологических процессов: автореф. дис.... канд. т.-х. наук: 11.00.09 / Давид Хаимович Беленького. – Л., 1975. – 27с.

21. Белик, В.Ф. В.П.Овощеводство / В.Ф. Белик, В. Е. Советкина, В.П. Дерюжкин. – М.: Колос, 1981. – 383с.
22. Беляев, Г.Н. Калийные удобрения из калийных солей Верхнекамского месторождения и их эффективность: автореф. д.-р. с-х наук: 06.01.04 / Беляева, Георгий Николаевич. – Пермь, 2006. – 50с.
23. Богданов, Ф.М. Влияние различных систем удобрения на гумусное состояние и продуктивность чернозема типичного / Ф.М. Богданов, Н.А. Середя // Агрохимия. – 1998. – № 4. – С. 18-24.
24. Богомазов, Н.П. Влияние реакций почвенного раствора и количества инфильтрационных осадков на потери элементов из пахотного слоя выщелоченного чернозема ЦЧЗ РФ в модельном опыте / Н.П. Богомазов И.А. Шильников. – Агрохимия. – 1994. . – №1. – С. 64-69.
25. Богушевский, В. Дозы извести и периодичность известкования / В. Богушевский // Вопросы известкования. – Варшава, 1970. – № 5. – 156с.
26. Бокарев, В.Г. Воспроизводство плодородия орошаемых темно-каштановых почв Поволжья и управление минеральным питанием сельскохозяйственных культур: автореф. дисс.... д-ра с.-х. наук: 06.01.04, 06.01.03 / Бокарева Владимира Григорьевича. – Саратов, 2000.– 46 с.
27. Болдырь, В.М. Режим капельного орошения ранней капусты на светло-каштановых почвах нижнего поволжья: диссерт. на соиск. уч. ст. канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Болдырь Александра Ивановича.– Волгоград, 2005.– 196с.
28. Боос, Г. В. Выращивание белокочанной капусты в Нечерноземной зоне РСФСР / Г.В. Боос, Т.М. Азаренок, Н.Н. Романовский. – М.: Колос, 1983. – 212 с.
29. Борин, А.А. Технологии обработки почвы в севообороте / А.А. Борин, А.М. Блинов, Е.М. Ветчина // Земледелие. – 1994. – № 2. – С. 16-17.
30. Борисов, В.А. Удобрение овощных культур / В.А. Борисов. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 392с.
31. Борисов, В.А. Действие минеральных удобрений на урожай и качество различных сортов белокочанной капусты на пойменных почвах / В.А. Борисов, З.А. Яшина // Агрохимия. – 1975. –№ 3. – С. 86-89.
32. Борисов, В.Я. Динамика развития корневой системы ранней капусты / В.Я. Борисов // Номер первый и обоснование метода получения высоких

урожаев. – Докл. ТГХА. М.: – 1949. – вып.2. – С.225-228.

33. Борисов, В.Я. Восстановительная способность корней ранней капусты / В.Я. Борисов // Сад и огород. – 1950. – №2. – С.54-57.

34. Бородулина, В.С. Капуста / В.С. Бородулина, А.Г. Сибилева, Я.С. Константинов, С.А. Чобану, Е.И. Тукалова, Г.А. Филиппов, И.М. Гамаюн, А.Г.Скуртул, Н.А. Филиппов, Б.С. Ангел // Промышленные технологии в овощеводстве. – Кишинев, 1980. – № 1 С.302-327.

35. Бородычев, В. В. Водный режим почвы и продуктивность белокочанной капусты при капельном орошении / В. В Бородычев, Н. А. Щепотько // Научная жизнь. –Издательский дом "Наука образования" М.: – 2017. – № 8.– С. 42-51.

36. Бородычев, В.В. Капельное орошение капусты / В.В. Бородычев, С.В. Умецкий // Экологические и социально-гигиенические аспекты среды обитания человека. Материалы республиканской научной конференции. – Волгоград. –2017. – 24 мая.

37. Бородычев, В.В. Обработка почвы, минеральное питание и капельное орошение капусты белокочанной в Нижнем Поволжье / В.В. Бородычев, Н.А. Щепотько // Плодородие. – 2017. – № 3 (96). – С. 23-25.

38. Броунов, П.И. Полевые культуры и погода: / П. И. Броунов. – Санкт-Петербург: Тип. "Сел. вестн.", 1912. – 45с

39. Брызгалов, В.А. Агротехника полевых и овощных культур / В.А. Брызгалов, С.А, Соболев. – Л.: тип. № 1 Упр. изд-в и полиграфии Ленгорисполкома, – 1947. – 69с.

40. Ванеян, С.С. Технологические основы повышения эффективности орошения и гидроподкормки овощных и бахчевых культур в различных почвенно-климатических зонах России: автореф. дис. ...д.-ра с.-х. наук: 06.01.02; 06.01.06 / Ванеяна, Сергея Саркисовича. – М., 1997. – 58с.

41. Вартапетян, Б.Б. Участие кислорода воды и кислорода атмосферы в дыхании растений / Б.Б. Вартапетян, А.Л Курсанов.–43-е Тимирязевское чтение – М.: Наука,1985(Б). – 88с.

42. Васенина, Г.Г. Рекомендации по составлению долгосрочного агрометеорологического прогноза урожайности овощных культур / Г.Г. Васенина, И.В. Свистюк. – Ростов-на-Дону: Ростиздат, 1985. – 15с.

43. Васильева, Н.Г. Водный режим органоидов клетки при



обезвоживании / Н.Г. Васильева, З.С. Буркина. – М.: Водный режим растений в связи с обменом веществ и продуктивностью, 1963. – Вып. 1. – С.157-161.

44. Вершинин, В.П. Проблемы совершенствования земельных отношений и землеустройства в России / В.П. Вершинин // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1998. – № 6. – С. 31-34.

45. Викторов, Д.П. Практикум по физиологии растений: учебное пособие / Д.П. Викторов. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1991. – 2-е изд. – 160 с.

46. Власова, Т.А. Изменение азотного режима и биологической активности чернозема под влиянием антропогенного фактора / Т.А. Власова, Гришин Г.Е // Почва, жизнь, благосостояние: Сб. материалов Всероссийской конференции.– Пенза, 2000. – 29-30 марта – С. 105-107.

47. Воды России. Состояние, использование, охрана (тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции. – Екатеринбург: РосНИИВХ, 1981.– 314с.

48. Гавра, М.М. Режим орошения и технология возделывания капусты белокочанной в Волго-Донском междуречье: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Гавра Мария Михайловна. – Волгоград, 2003. – 145с.

49. Гарднер, Г. Известкование почв в Англии / Г. Гарднер. – Сокр. пер. с англ. С. В. Моро; Под общ. ред. и с предисл. действ. чл.-акад. Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина О. К. Кедрова-Зихмана. – М.: Изд-во ин. Лит., 1954. – 226с.

50. Гельмут. К. Овощеводство: пер. с нем. В.И. Леунова / Гельмут Круг. – М.: Колос, 2000. – 575с.

51. Глистин, М. В. Водопотребление и дифференцированные режимы орошения капусты в лесостепных агроландшафтах Новосибирской области: автореф. канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Глистина Михаила Владимировича. – Новочеркасск, 2006.– 25с.

52. ГОСТ Р 51809-2001. Капуста белокочанная свежая, реализуемая в розничной торговой сети. Технические условия: Сб. ГОСТов. – М.: Стандартиформ, 2010. – 25 с.

53. Григоров, М. С. Капельное орошение / М.С Григоров, Р.Ю. Попов // Актуальные вопросы мелиорации и использования природных и техногенных ландшафтов: сб. научн. тр. /Новочерк. гос.мелиор. акад.-Новочеркасск, 1998. – С.48-49.

54. Григоров, М.С. Орошение и минеральное питание капусты в Волгоградском Заволжье / М.С. Григоров, С.М. Григоров, М.А. Лихоманова // Строительство и природообустройство на рубеже тысячелетия: труды международной научно-технической конференции. – Благовещенск, 2000. – С.169-176.

55. Гришин, П.Н. Почвы Саратовской области, их происхождение, состав и агрохимические свойства / П.Н. Гришин, В.В. Кравченко, В.А. Болдырев. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2011. – 176с.

56. Гусев, П.П. Главная овощная культура / П.П. Гусев. – 1-е изд., перераб. и доп. – М.: Картофель и овощи. – 1994. – 18с.

57. Данилов, А.Н. Биоэкологические основы повышения продуктивности культур и воспроизводство плодородия почвы в полевых севооборотах Поволжья: автореф. дисс... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / Данилова Александра Петровича. – Саратов, 2000. – 44с.

58. Данилов, А.Н. Агроэкономическая роль пожнивнокорневых остатков люцерны в сохранении и воспроизводстве гумуса почвы / А.Н. Данилов, В.Ф. Кульков // Почва, жизнь, благосостояние: сб. материалов II международной научно-практической конференции. – Пенза, 2001. 29-30 марта С. 33-36.

59. Данильченко, Н.В. / Биоклиматическое обоснование суммарного водопотребления и оросительных норм / Н.В. Данильченко // Мелиорация и водное хозяйство. 1999. – №4. – С. 25-29.

60. Дементьев, А. В. Капельное орошение томатов в условиях Волго-Донского междуречья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Дементьева Алексея Владимировича. – М., 2004. – 23с.

61. Демолон, А. Рост и развитие культурных растений: монография / А.М. Демолон; Под ред. и с предисл. З. И. Журбицкого. – Москва: Сельхозиздат, 1961. – 400с.

62. Денисов, Е.П. Севооборот, удобрения и плодородие почвы: учебное пособие для студентов вузов агр. специальностей / Е.П. Денисов, Ю.А. Агеев, А.Н. Царев и др. – Саратов: Изд-во Саратов. гос. с.-х. акад. им. Н.И. Вавилова, 1999. – 216с.

63. Державин Л.М. Современное состояние использования удобрений в России / Л.М. Державин. – Агрохимия. – 1998. – № 1. – С. 5-12

64. Державин, Л.М. Потеря плодородия почвы грозит обнищанием

общества / Л.М. Державин. – Экономист. – 1997. – № 7. – С. 3-8.

65. Донских, И. Н. Курсовое и дипломное проектирование по системе применения удобрений: учебное пособие / И.Н. Донских. – Л.: Агропромиздат, 1989. –144с.

66. Доценко И.М. Роль уплотнения и прикатывания / И.М. Доценко. – ООО редакция журнала "Сахарная свекла". – 1999. – №3. – С. 13-14.

67. Дудник, С.А. Эффективность удобрений при выращивании ранней капусты в условиях орошения / С.А. Дудник, А.В. Антонов, К.К. Плешков. – Химия в сельском хозяйстве, 1980. – №8. – С.29-30.

68. Дьяченко, В.С. Овощи и их пищевая ценность / В.С. Дьяченко. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 160 с.

69. Дюков, Р.Ф. Севооборот и обработка почвы в лесостепной зоне / Р.Ф. Дюков: сб. научн. работ. – Саратов, 1979. – 26с.

70. Евтушенко, М.В. Сорт и удобрение в овощеводстве: монография / М.В. Евтушенко. – М: Изд-во ВАСХНИЛ.–Сорт и удобрение, 1936. – вып.1. – С.170-177.

71. Еременко, Л.Л. Морфологические особенности овощных растений в связи с семенной продуктивностью / Л.Л. Еременко. – Новосибирск: Наука, 1975. – 470с.

72. Ермаков, А.И. Внедряем биометод / А.И. Ермаков. – Защита растений. – 1977. – № 12. – С.20-22.

73. Жизнь растений: в 6 т. / гл. ред. А. Л. Тахтаджян. – Т. 5. Ч. 2: Цветковые растения / под ред. А. Л. Тахтаджяна. – М. : Просвещение, 1981. 512с.

74. Жук, О. Я. Повышение качества белокочанной капусты: (научные труды) / О.Я. Жук, Г.К. Мегедь. – Качество овощных и бахчевых культур. – М.: Укр. науч.-исслед. ин-т овощеводства и картофеля. 1981. – С.105-109.

75. Журбицкий, З. И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений / З.И. Журбицкий. – М.: АН СССР. – 1963. – 294с.

76. Заманова, М.Н. Сортвые различия в формировании урожая белокочанной капусты в зависимости от доз удобрений на пойменных почвах Новосибирской области: автореф.дис. ...канд.с.-х. наук: 06.01.06; 06.01.04/ Заманова Михаила Николаевича. – Новосибирск, 1981. – 16 с.

77. Заманова, М.Н. Отзывчивость сортов белокочанной капусты на

минеральные удобрения / М.Н. Заманова, И.М. Бурденков. – «Тр. Сибирского отдел. ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1976, вып.1. – С.74-82.

78. Золотухина, Ю.С. Дозы и сроки внесения азотных удобрений под раннюю капусту / Ю.С. Золотухина. – Тр.Ижевского СХИ, 1966. – вып.15. – С.30-33.

79. Иванов, А.Ф. Теоретические основы программирования урожая / А.Ф. Иванов, В.И.Филин. – Волгоград : Изд-во Волгогр. гос. с.-х. акад., 1994 266с.

80. Ионова, З. М. Основные достижения в применении капельного орошения / Ионова З. М., Бойко С. И. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1985 –67с.

81. Водные ресурсы, их использование и охрана : библиогр. указ. лит... / ЦНИИ комплекс. использ. вод. ресурсов, Фундам. б-ка им. Я. Коласа АН БССР ... за 1980 г. / Сост. И. Е. Куксин, Г. А. Левашова, И. Г. Пиковская, Н. В. Юревич, П.Г. Кабанов. – Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1975. –238с.

82. Казанцев, П.М.Эффект полива и удобрений / П.М. Казанцев // Вестник с.-х. науки. Баку, 1978. – № 1. – С. 73 - 76.

83. Кирюшин, В.И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия / В. И. Кирюшин. – Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева: Пущин. науч. центр, 1993. – 63[1]–273с.

84. Кирюшин, В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин . – М.: Колос, 1996. – 367с.

85. Китаева, Е.И. Белокочанная капуста / Е.И. Китаева, В.И. Орлова. – М.: Росагропромиздат, 1980 – 46с.

86. Климашевский, Э. Л. Специфика генотипических реакций растений на удобрения / Э.Л. Климашевский // Сибирск. вестник с.-х. науки. – 1972.– № 2. – С.7-14.

87. Климашевский, Э.Л. Очерки физиологии сорта / Э.Л. Климашевский // М.: Наука, 1966.- С.150.

88. Климашевский, Э.Л. Сорт удобрения – урожай / Э.Л. Климашевский // Вестник с.-х. науки. 1974. – №2. – С.105-113.

89. Кляузер, В.А. Забота о земле не на словах, а на деле / В.А. Кляузер // Земледелие. – 1997. – № 2 . – С. 8-9.

90. Ковда, В.А. Обзор потерь почвенного покрова в мире / В.А. Ковда // Почвоведение. – 1983. – № 7. – С. 11-14.

91. Ковылин, В.М. Влияние удобрений на урожай и качество капусты, картофеля и огурцов в условиях дерново-подзолистых почв Подмоскovie: автореф.дис. ...канд.с.-х. наук: 06.00.00 / Ковылина Виктора Михайловича. – Москва, 1971. – 29с.
92. Колганов, А.В. Мелиорация земель в России дело государственного значения / А.В. Колганов // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 2-6.
93. Коняев, Н.Ф. Методы получения высоких урожаев ранней капусты на среднем Урале / Н.Ф. Коняев // Свердловск: Уральский НИИСХ. – 1958. – 141с.
94. Кормилицын, В.Ф. Экологический ориентир устойчивости агроэкосистем / В.Ф. Кормилицын // Земледелие. – 1998. – № 2. – С.11-12.
95. Костяков, А.Н. Основы мелиорации: учебное пособие / А.Н. Костяков. – 6-е изд., доп. и перераб. – М., Сельхозгиз, 1960. – 622 с.
96. Красовская, И.В. О развитии корневой системы при различных условиях почвенного питания / И.В. Красовская // Труды ин-та леса. – 1955. – Т. 24. – С. 216-239.
97. Крейнер, К.Г. Изменение состава лизиметрических растворов под влиянием удобрений в условиях дерново-подзолистых почв Северо-Западной зоны / К.Г. Крейнер, Г.А. Банкаина. – Отв. ред. Е. И. Шилов: материалы всесоюз. совещ. в Ленинграде. – Ленинград: Георг. о-во СССР, 1972. – 163с.
98. Кружилин А.С. Биологические особенности и продуктивность орошаемых культур / А.С Кружилин.– М. : Колос, 1977. – 304с.
99. Кружилин, А.С. Корневая система и продуктивность орошаемых культур / А.С. Кружилин .– М.: Наука, 1983. – 235с.
100. Кружилин, А.С. Физиология орошаемых полевых культур / А.С. Кружилин.– М.: Сельхозгиз (тип. Упр. делами СНК СССР), 1944. – 280с.
101. Кузник, А.И. Орошение в Заволжье / А.И. Кузник.– Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 160с.
102. Кук, Д.У. Системы удобрений для получения максимальных урожаев / Д.У Кук : пер. с англ. – М.: Колос, 1975. – 415с.
103. Кулаковская, Т.Н. Влияние известкования и минеральных удобрений на вымывание элементов питания из почвы / Т.Н. Кулаковская, В.Ю. Агеец // Химия в сельском хозяйстве.– 1978. – № 9. – С. 53-55.

104. Кулаковская, Т.Н. Баланс кальция в почвах БССР: учебное пособие / Т.Н. Кулаковская. – Минск: Урожай, 1970. – С.16-20.
105. Кулаковская, Т.Н. Баланс кальция и магния в пахотных землях Белоруссии / Т.Н. Кулаковская, Л.Н. Детковская // Химия в сельском хозяйстве. – 1972. – № 12. – С. 16-20.
106. Курганская, Н.В. Капуста / Н.В. Курганская, В.Д. Колинченко // Алма-Ата: Кайнар, 1978. – 128 с.
107. Курсанов, А.Л. Взаимосвязь физиологических процессов в растениях / А.Л. Курсанов. – М., Изд. АН СССР, 1960. – 44с.
108. Кучерин, В.Н. Использование многолетних трав для улучшения агрометеорологического состояния орошаемых черноземов Поволжья: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Кучерина Валерия Николаевича. – Саратов, 1998. – 21с.
109. Лебедев, Г.В. Импульсное орошение и водный обмен растений / Г.В. Лебедев. – М.: Наука, 1969. – 276с.
110. Ливанов, К.В. Кормовые культуры в Заволжье / К.В. Ливанов. – М.: Сельхозгиз, 1959. – 189с.
111. Лизгунова, Т. В. Культурная флора СССР . Капуста / Т. В. Лизгунова. – Ленинград: Колос, 1965. – 384 с.
112. Лизгунова, Т.В. Агрометеорологическая характеристика сортов белокочанной капусты / Т.В. Лизгунова, Степанова В.М., Джохадзе Т.И. – Л.: Каталог мировой коллекции, 1981. – № 314. – 16с.
113. Лизгунова, Т.В. Капуста / Т. В. Лизгунова. – Ленинград: Из-во. Колос, 1965. – 384с.
114. Лизгунова, Т.В. Капуста. Овощные культуры и кормовые корнеплоды / Т. В. Лизгунова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос, 1948. – 5т. – 245с.
115. Лизгунова, Т.В. Агрометеорологическая характеристика сортов белокочанной капусты / Т.В. Лизгунова В.М. Степанова Т.И. Джохадзе. – Л.: Каталог мировой коллекции, 1981. – 16с.
116. Лизгунова, Т.В. Белокочанная капуста / Т. В. Лизгунова. – Л.: Колос, 1967. – 80с.
117. Литвинов, С.С. Научные основы использования земли в овощеводстве / С.С. Литвинов. – М.: Моспромстройматериалы, 1992. – 247с.

118. Лихоманова, М. А. Режим орошения и водопотребление белокочанной капусты в условиях Волго-Ахтубинской поймы: автореф. дис. ...канд.с.-х. наук: 06.01.02 / Лихоманова Марина Анатольевна. – Волгоград, 2001. – 24с.
119. Луковникова, Г.А. Биохимия капусты / Г.А. Луковникова. – Л.: Биохимия овощных культур, 1961. – 281с.
120. Луковникова, Г.А. Биохимическое изучение овощных растений в связи с их использованием и селекцией на химический состав: автореф. дис. ...д-ра биол-х наук: 03.00.04 / Луковникова Галина Алексеевна. – Ленинград, 1973. – 70 с.
121. Мазур, В.И. Влияние орошения и мелиорантов на темно-каштановые почвы / В.И. Мазур // Мелиорация и водное хозяйство. – 1993. – № 2. – 31с.
122. Максютлов, Н.А. Сидераты защищают почву от эрозии и повышают плодородие / Н.А Максютлов, Г.А Кремер // Земледелие. – 1997. – № 2. – С. 27-28.
123. Максютлов, Н.А. Приемы повышения плодородия почвы и урожая в степном Оренбуржье / Н.А. Максютлов // Зерновые культуры . – 1994. – № 4. – 12с.
124. Малахова, М.С. Удобрение капусты на пойме / М.С. Малахова. – Картофель и овощи, 1960. – №5. – С.31-32.
125. Малахова, М.С. Приемы внесения удобрений под капусту разных сортов на пойменных почвах реки Москвы: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Малахова Максима Сергеевича. – М., 1961. – 15с.
126. Марков, В.М. Овощеводство / В.М. Марков. – М.: Колос,1974. – 512с.
127. Медведев, И.Ф. Эрозионные процессы на пашне Приволжской возвышенности / И.Ф. Медведев, А.И Шабаетов // Почвоведение. – 1991. – №11. – С. 61–69.
128. Минаков, И.А. и др. Экономика отраслей АПК: учебное пособия / И. А. Минакова. –М.: Колос С, 2004. – 464с.
129. Минаков, И.А.,. Экономика сельского хозяйства: учебное пособия / И.А. Минаков, Л.А. Сабетова, Н.И. Куликов и др. – М.: «Колос С», 2004. – С. 261 - 269.

130. Минеральное питание сельскохозяйственных культур, урожай и качество продукции: (труды ВИУА) / Ред. Н. З. Милащенко, ред. В. Ф. Ладонин, ред. В. Д. Панников, ред. А. В. Пухальский, ред. Д. А. Кореньков, ред. А. Н. Павлов, ред. И. А. Шильников, ред. Е. Н. Демкина. – Москва. – ОГИЗ-Сельхозгиз. – 1989. № 28. – 143с.

131. Моргун, Ф.Т. Обработка почвы и урожай / Ф.Т. Моргун. – М.: Колос, 1981. – 36с.

132. Небольсин, А.Н. Теоретическое обоснование известкования почв Северо-Запада Нечерноземной зоны РСФСР: автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.03 / Небольсина Александра Николаевича. – Ленинград, 1983. –38с.

133. Ольгаренко, В.И. Режим орошения сельскохозяйственных культур на юге Европейской части РСФСР / В.И. Ольгаренко // Рекомендации Минводхоз РСФСР. Под ред. Б.Б. Шумакова. — Ростов на Дону, 1986. – 62с.

134. Овощеводство: учебное пособие / Г.И. Тараканов, В.Д. Мухин, К.А. Шуин и др. –М.: Колос, 1993. – 511с.

135. Останов, В.И. Повышение плодородия орошаемых земель / В.И. Останов, Филиппев И.Д., Фесенко А.Ф. и др. – Киев: Урожай, 1989. – 168с.

136. Панников, В.Д. Эрозия почв и борьба с ней / В.Д. Панников. – Москва : Изд-во Акад. наук СССР, 1980. – 367с.

137. Пантиелев, Я. Х. Рекомендации по агротехнике средне- и позднеспелых сортов белокочанной капусты. / Я. Х Пантиелев, Н. П Толмачев., Н. И. Доронин и др. – М.: гл. произв. упр. сельс. х-ва Мособлиспокома, 1982. – 9с.

138. Патрон П.И. Комплексное действие агроприёмов в овощеводстве /Патрон П.И. – Кишинёв: Штиница, 1981. – 284 с.

139. Петин, Н.С. Физиологические основы рационального полива режима с/х культур / Н.С. Петин. – М.:Московский рабочий, 1954. – С.435-451.

140. Петкилев, П.В. Некоторые вопросы биологии и агротехники кукурузы на темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / Петкилева, Петра Васильевича. – Саратов,. 1962. – 20с.

141. Петров С.В. Формирование различных сортов капусты в зависимости от водного режима почв и норм минеральных удобрений



автореф. канд. ... дис. канд. с/х наук: 06.01.02 / С.В.Петров. – Волгоград, 1991. – 25с.

142. Платонова, Т.К. Дифференциальная пористость темно-каштановых почв Саратовской области: учебное пособие / Т.К Платонова, Шмыгла Л.Н. – М.: Мелиорация и использование орошаемых земель степной зоны. Всесоюзн. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина, 1986. – С. 62-65;

143. Примак, А.П.. Влияние условий произрастания на качественный состав некоторых овощей. Качество овощных и бахчевых культур / А.П. Примак, М.В. Литвиненко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Всесоюзн. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина, 1981. – С.132-138.

144. Приходько, В.Е. Орошаемые степные почвы: функционирование, экология, продуктивность / В.Е. Приходько. – М.: Интеллект, 1996. – 168с.

145. Приходько, В.Е.Изменение свойств темно-каштановых почв Сыртовой равнины Заволжья при орошении / В.Е Приходько, А.Н Галибин, И.В. Иванов // Почвоведение 1986. – №5. – С. 76-86.

146. Прокошев, В.В. Влияние минеральных удобрений на вымывание элементов питания из почвы / В.В. Прокошев, Т.А. Вьюгина // Вопросы известкования кислых почв. – Пермь. 1976. – № 3. – С. 40-42.

147. Пронько, Н. А. Ф. Водопотребление капусты при капельном орошении в Саратовском Заволжье. / Н.А. Пронько,Ф. Зиаб // Москва НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ: Издательский дом «Наука образования». – 2013. – № 3. С. 4-10.

148.Пронько, Н.А. Пути решения проблемы борьбы с деградацией орошаемых земель Саратовской области / Н.А. Пронько, В.В. Корсак, А.С. Фалькович, С.В. Затицацкий // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2009. – № 4. – С. 38-45.

149.Пронько, Н.А. Изменения агроландшафтов Саратовского Заволжья при широкомасштабных изменениях водного баланса территорий и способы предупреждения их деградации / Н.А. Пронько, В.В. Корсак, А.С. Фалькович // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2013. – № 8. – С. 64–71.

150. Пронько, Н.А. Экономическая эффективность прогноза водно-солевого режима с использованием коэффициентов влагопроводности / Н.А. Пронько, В.В. Корсак, А.С. Фалькович// Проблемы научного обеспечения

сельскохозяйственного производства и образования: сб. науч. работ. – Саратов: Изд-во «Научная книга». – 2008. – С. 189-193.

151. Пронько Н.А. Метод расчета доз органических и минеральных удобрений для культур орошаемых севооборотов по прогнозируемому ротационному балансу элементов питания / Н.А. Пронько, В.В. Корсак // *Агрохимия*. – 2001. – № 7. – С. 66-71.

152. Пронько, В.В. Повышение эффективности удобрений в засушливом Поволжье: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04, 06.01.09/ Пронько Виктор Васильевич. – Саратов, 2002. – 45с.

153. Пронько, В.В. Биоэнергетическая оценка эффективности удобрений и системы агротехнических приемов, усиливающих их действие / Н.А. Пронько, В.В. Корсак // *Бюллетень ВИУА им. Д.Н. Прянишникова: Агрохимические аспекты повышения продуктивности сельскохозяйственных культур: материалы 36 междунар. науч. конф.*. – М.: Изд-во «Агроконсалт». 2002. – №116. – С. 350-353.

154. Пронько, Н.А. Продуктивность перца сладкого при различных режимах капельного орошения и дозах удобрений в условиях Саратовского Заволжья/ Н.А. Пронько, Ю.А. Новикова // «Вавиловские чтения – 2009»: материалы всероссийской конференции. – Саратов. 2009. – С. 251–253.

155. Пронько, Н.А. Агромелиоративные основы производства и автоматизированная технология управления выращиванием полевых культур на орошаемых землях Поволжья: дис. ... д-ра. с.-х. наук: 06.01.02 / Пронько Нина Анатольевна. – Саратов, 1999. – 350с.

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

157. Протасов Н.И. Защита картофеля, овощных и плодовых культур на приусадебных участках / Протасов Н.И. и др. – Минск: Урожай, 1986. – 168с.

158. Рабочев, И.С. Расширенное воспроизводство почвенного плодородия / И.С. Рабочев, И.Е. Королева. – М.: Знание, 1983. – 64с.

159. Решетов Г.Г. Использование биологических мелиорации на орошаемых землях Поволжья / Г.Г. Решетов // *Мелиорация и водное*

хозяйство. – 1996. – № 5. – С. 49-52.

160. Решетов Г.Г. Эффективность и перспективы развития биологических мелиорации в Заволжье / Г.Г. Решетов, Б.П. Барцев // Мелиорация и водное хозяйство. – 1997. – №6. – С. 27-29.

161. Рослов, Н.Н. Комплексы для хранения картофеля и овощей / Н.Н. Рослов. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 207с.

162. Самойленко, Б.С. Влияние удобрений на потребление питательных веществ, урожай и качество белокочанной капусты на Юго-востоке Казахстана / Б.С. Самойленко // Агрехимия. – 1971. – №12. – С.66-72.

163. Семина, Г.А. Рынки овощей и картофеля в 2001 г. и первом квартале 2002 г. / Г.А. Семина. – М.: Информационный бюллетень, 2002. – №2. – С. 25-35.

164. Сидорова, И.А. Влияние орошения на агромелиоративное состояние темно-каштановых почв / И.А. Сидорова // Резервы повышения продуктивности сельскохозяйственных культур: сб. научных работ СГАУ им. Н.И. Вавилова. – Саратов. – 2001. – С.186-188.

165. Синицына, Н.Е. Теоретическое обоснование агромелиоративных приемов воспроизводства плодородия орошаемых почв засушливого Поволжья: автореф. дисс... д-ра с.-х. наук: 06.01.02 / Синицына, Надежда Егоровна. – Саратов, 1999. – 48с.

166. Сказкин, Ф.Д. Физиологическая оценка влияния на растения орошения в связи с установлением норм и сроков поливов. / Ф.Д. Сказкин. – Ленинград. гос. пед. ин-т им. Герцена. Уч. зап., 1938. № 5. – 144с.

167. Скрипников, Ю.Г. Агробиологическое обоснование разработки режимов хранения маточников белокочанной капусты / Ю.Г. Скрипников // тезисы конф. «Научные достижения – на выполнение продовольственной программы СССР». Мичуринск. – 1983. – 136с.

168. Скуратов, Н.С. Негативные процессы в орошаемых почвах и пути их устранения / Н.С. Скуратов, Л.М. Докучаева, Г.С. Кулинич // Мелиорация и водное хозяйство. – 1993. – № 5. – С. 28-30.

169. Соколов, А.В. Агрехимия фосфора / А.В. Соколов. – 2е изд., перераб. и доп.. – М.: Наука, 1970. – 150с.

170. Степанова, В.М. Водопотребление скороспелой капусты и его регулирование в условиях Северо-Западной зоны: автореф. дисс... канд.с.-х.

наук: 06.01.02 / В.М. Степанова. – Ленинград, 1963. – 15 с.;

171. Тараканов, Г.И. Овощеводство учебное пособие / Г.И. Тараканов, К.Я Мухин, В.Д Шуин и др. –2-е. изд., перераб. и доп. – М.: Колос,1993. – 511с.

172. Телеугалиева, С.С. Влияние орошения на физико-химические свойства светло-каштановых почв Семипалатинского Прииртышья / С.С Телеугалиева, Ж.У. Аханов., Б.Е Шимшиков // Почва, жизнь, благосостояние: сб. материалов II Международной научно-практической конференции. – Пенза.– 2001. № 6. – С. 44-47.

173. Тукалова, Е.И. Использование удобрений на орошаемых землях Молдавии: учебное пособие / Е.И Тукалова. – М.: Удобрение овощных культур, 1963. – С. 187-211.

174. Узун, В.Ф. Изменение агрономически важных параметров черноземных и каштановых почв под влиянием их использования и окультуривания / В.Ф Узун. А.Н. Алексеева. – Саратов: Рациональное использование почв Саратов. Области, – 1987. – С. 18-31.

175. Умарова, М.З. Эффективность внесения различных доз калийных удобрений под капусту на сероземах Узбекистана: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Умарова Мавжуда Зупаровна. – Ташкент, 1975. – 20 с.

176. Умарова, М.З. Влияние калийного удобрения на урожай и использование питательных веществ растениями капусты / М.З. Умарова// Агрохимия. – 1973. – №11. – С.56-59.

177. Умецкий, С.В. Влияние режимов капельного орошения на повышение эффективности возделывания капусты в условиях Волго-Донского междуречья: дис. ... канд. с-х наук: 06.01.02 / Умецкого Сергея Викторовича. – Саратов, 2004. – 22 с.

178. Урсу, А.Ф. Почвенно-экологические проблемы развития орошения в Молдавии / Урсу А.Ф., Ропот Б.М. // Мелиорация и водное хозяйство. – 1989. – № 10. – С. 34-36.

179. Францессон, В.А. Пищевой режим вновь освоенных черноземных почв и пути его улучшения / В.А Францессон, Е.Ф. Кривицкая // Земледелие. – 1959. – № 8. – С. 28-35.

180. Хамраев, Н.Р. Гидромелиоративные последствия орошения сероземных почв / Н.Р. Хамраев, Л.Н Побережский, Н.Г Давранова //

Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. – № 3. – С. 11-13.

181. Церевитинов, Ф.В. Химия свежих плодов и овощей / Ф.В. Церевитинов. – М.: Государственное издательство колхозной и совхозной литературы, 1933. – С.655-662.

182. Чередниченко, И.Н. Удобрение и хранение поздней капусты, выращенной на пойменных почвах Подмосковья : автореф. дис. ... канд. с-х наук: 06.01.04 / Чередниченко Ивана Николаевича. – Москва, 1974. – 23 с.

183. Черемисинов, А.А. Обзор расчетных методов определения суммарного испарения орошаемых сельскохозяйственных полей / А.А. Черемисинов, А.Ю. Черемисинов // Научный журнал российского НИИ проблем мелиорации. Новочеркасск – 2016. – №. 1 (21). – С.113-133.

184. Черникова, И.Л. Изменение гумусового состояния и биологических свойств обыкновенных черноземов при длительном сельскохозяйственном использовании / И.Л. Черникова, Н.В. Евдокимова, И.В. Кузьмина // Актуальные вопросы почвоведения: сб. науч. тр., М.: ТСХА. – 1987. – 46 с.

185. Шатилов, И.С. Постановка опытов и проведение исследований по программированию урожаев полевых культур / И.С. Шатилов Н.Ф. Бондаренко Е.Е. Жуковский и др.. – М.: ВАСХНИЛ, 1978. – 91с.

186. Шеин, Е.В. Курс физики почв: учебное пособие / Е.В. Шеин. – Москва: Издательство МГУ, 2005 – 432с.

187. Шербаков, А.П. Проблемы сохранения плодородия черноземов при орошении / А.П. Шербаков, Д.И. Щеглов // Земледелие. – 1988. – № 3. – С. 29-30.

188. Шербаков, А.П. Актуальные проблемы воспроизводства органического вещества в почве / А.П. Шербаков, СМ. Надежкин // «Приволжский Дом знаний»: сб. науч. работ – Пенза. – 2000. – № – С. 160-164.

189. Шилер, Г.Г. Влияние полива по полосам на мелиоративное состояние каштановых почв / Г.Г. Шилер, В.А. Галкин // Мелиорация и водное хозяйство. – 1995.– №6. – С. 37-38.

190. Шильников, И.А. Природоохранное значение известкования почв / И.А. Шильников // Химизация сельского хозяйства. – 1991. – № 10. – С. 29-31

191. Шульмейстер, К.Г. Донник - отличный сидерат В Повожье/ К.Г.

Шульмейстер, В.П. Волынский И.И. Лисниченко и др // Земледелие. – 1995. – № 1. – С. 25-26.

192. Шумаков, Б. Б. Гидромелиоративные системы нового поколения / Б. Б. Шумаков и др. – М.: ВНИИГиМ, 1997. – 110 с.

193. Шумаков, Б.Б. Экологические требования к системам земледелия на орошаемых землях / Б.Б. Шумаков, Н.И. Парфенова, Н.М. Решеткина // Земледелие. – 1997. – №4. – С. 18-20.

194. Щедрин, В. Н. Проблемы и перспективы использования водных ресурсов в агропромышленном комплексе России / В.Н. Щедрин и др. – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2009. – 342 с.

195. Эдельштейн, В.И. Овощеводство / Эдельштейн В.И. – М.: 1972. – 440 с.

196. Юлушев, И.Г. Почвенно – агрохимические основы адаптивного – ландшафтной организации систем земледелия ВКЗП: учебное пособие. / И.Г. Юлушев. – М.: Академический Проект, 2005. – 368с.

197. Ясониди, О. Е. Капельное орошение на Северном Кавказе / О. Е. Ясониди. – Ростов на Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1987. – 80с.

198. Nasyrov Y.S. Genetic control of photosynthesis and improving of crop productivity. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 1978, 29, p.215-237.

199. Palit P. et al. Varietal difference in plant productivity and efficiency in rice. *Proc. Symp. Biol. Appl. Probl. Med.*; Bombay, 1974, S.I, p.139-148.

200. Reinders F. B. Micro-irrigation: world overview on technology and utilization // Keynote address at the opening of the 7th International Micro Irrigation Congress in Kuala Lumpur, Malaysia, 2006.

201. Singh J. Effect of spacing and levels of nitrogen on yield of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata*). *Allahabad Parmer*, 1977, N 3, p.393-398.

202. Whiteaver G. et al. Intraspecific differences in growth of beans at stress levels of phosphorus. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1976, 101, N 4, p.472-475.

203. Nash, J.E. River flow forecasting through conceptual models part I — A discussion of principles [Text] / J.E. Nash, and J.V. Sutcliffe // *Journal of Hydrology*. – 1970. – No. 10 (3), P.282–290.

204. Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс»; [Электронный ресурс]. режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200038940>

205. Официальный сайт Росстата; [Электронный ресурс]. режим доступа: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/dbinet.cgi?pl=9400044>

206. Официальный сайт МСХ РФ; [Электронный ресурс]. режим доступа: <https://mcx.gov.ru/>

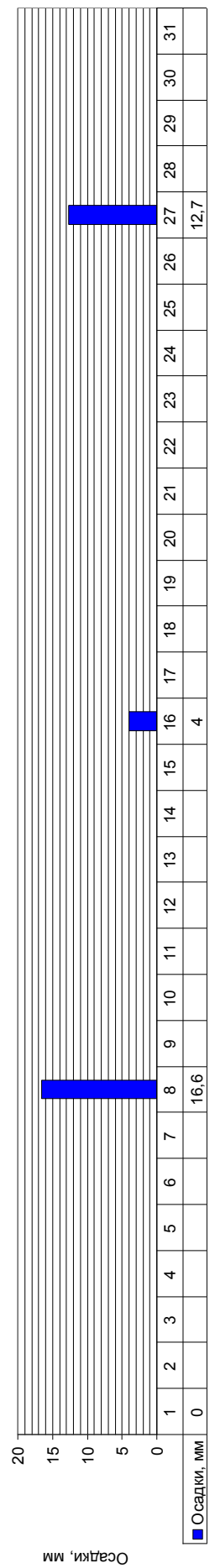
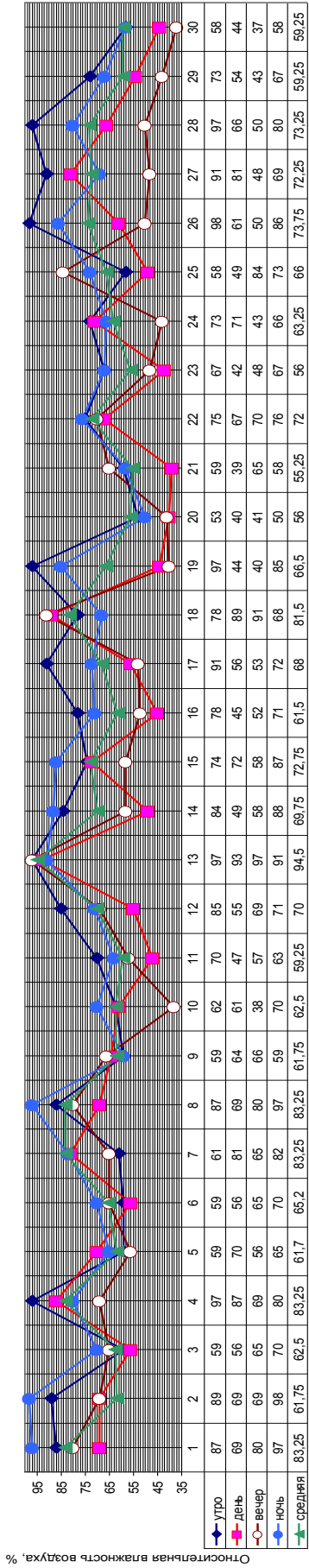
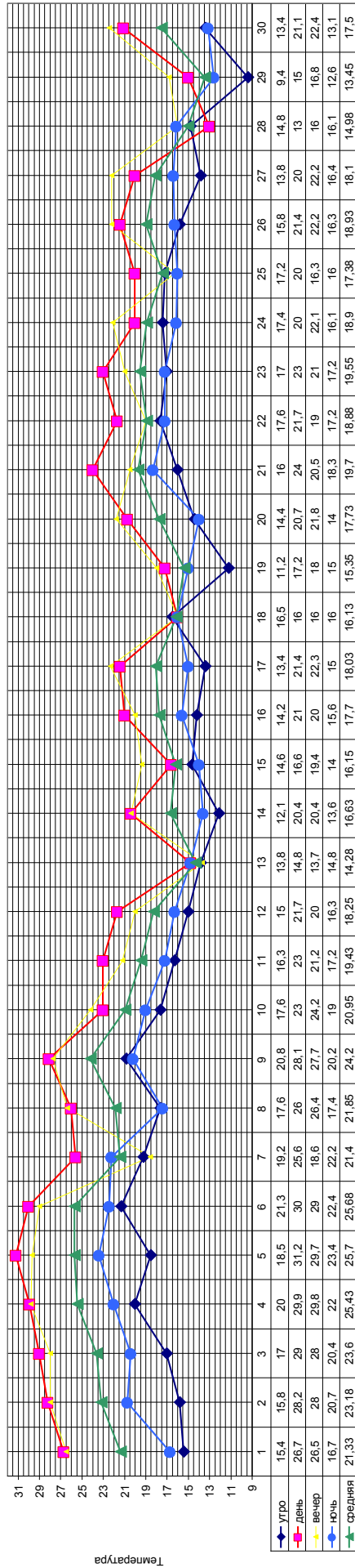
207. Официальный сайт ЦБ РФ; [Электронный ресурс]. режим доступа: <https://www.cbr.ru>

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

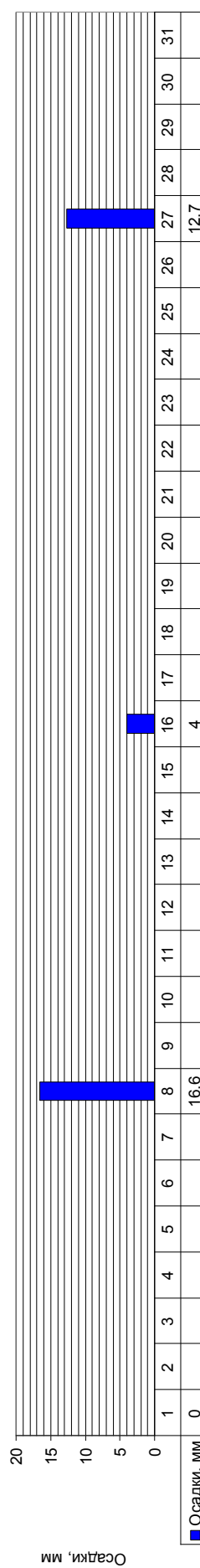
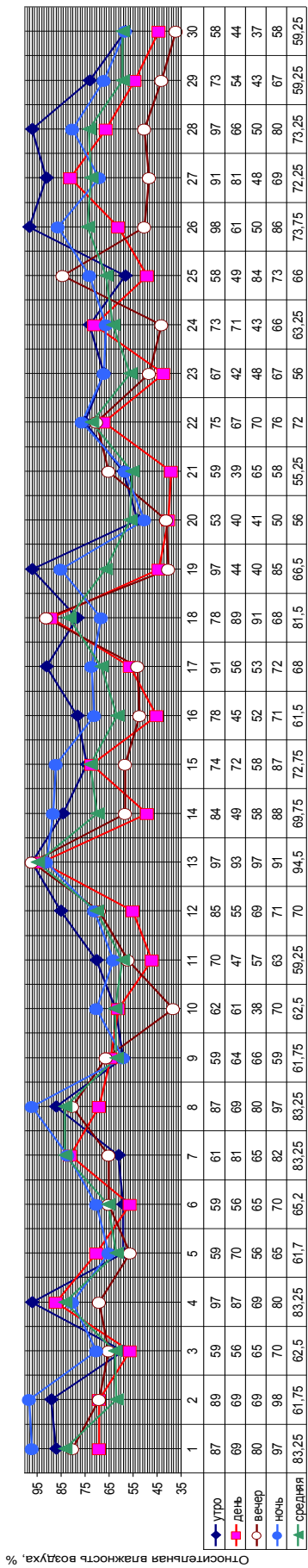
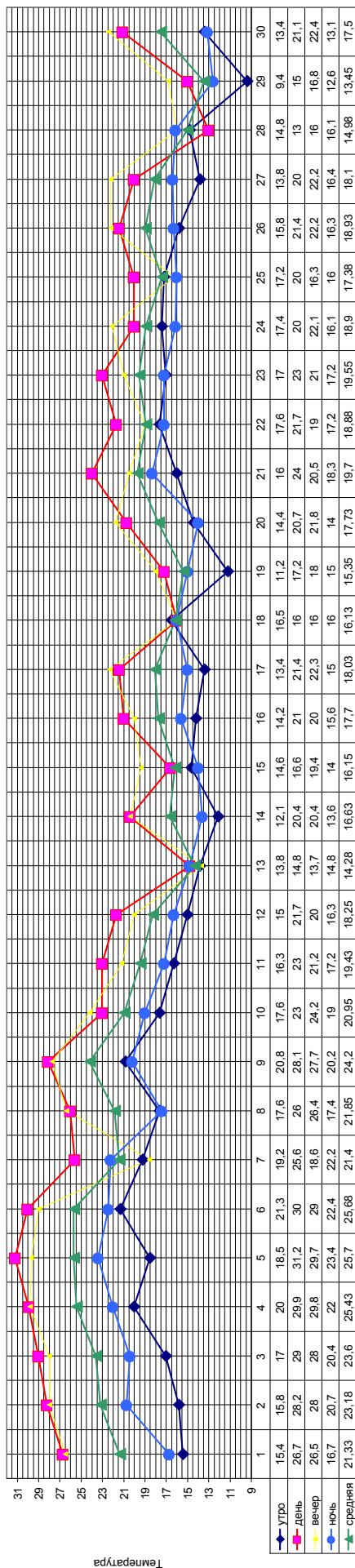
Приложение 1 – Метеорологические данные вегетационного периода 2014, 2016-2017г.г.



# Метеорологические данные вегетационного периода 2014 г. – Июнь

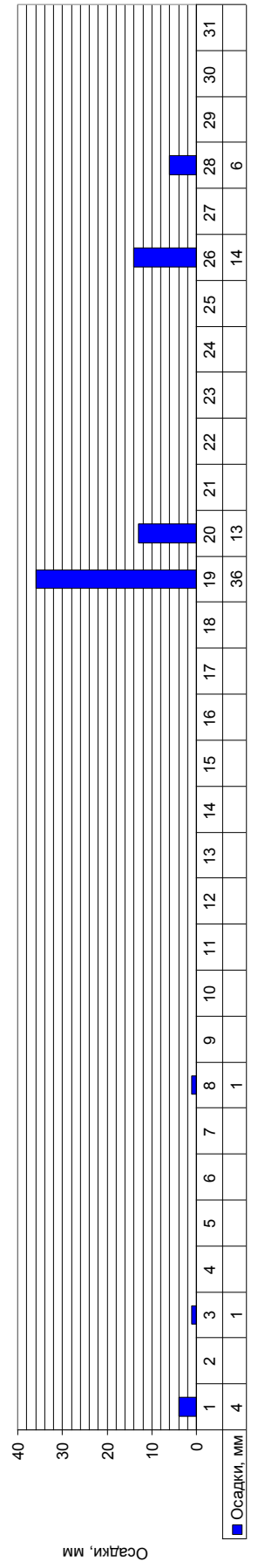
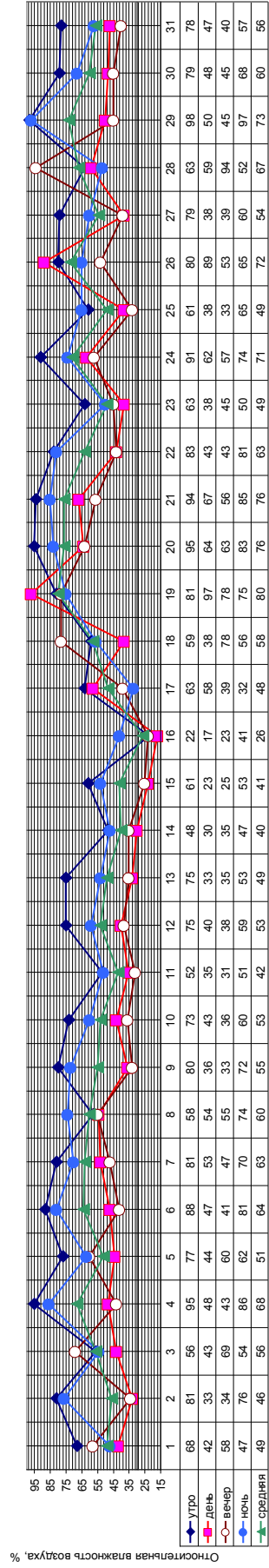
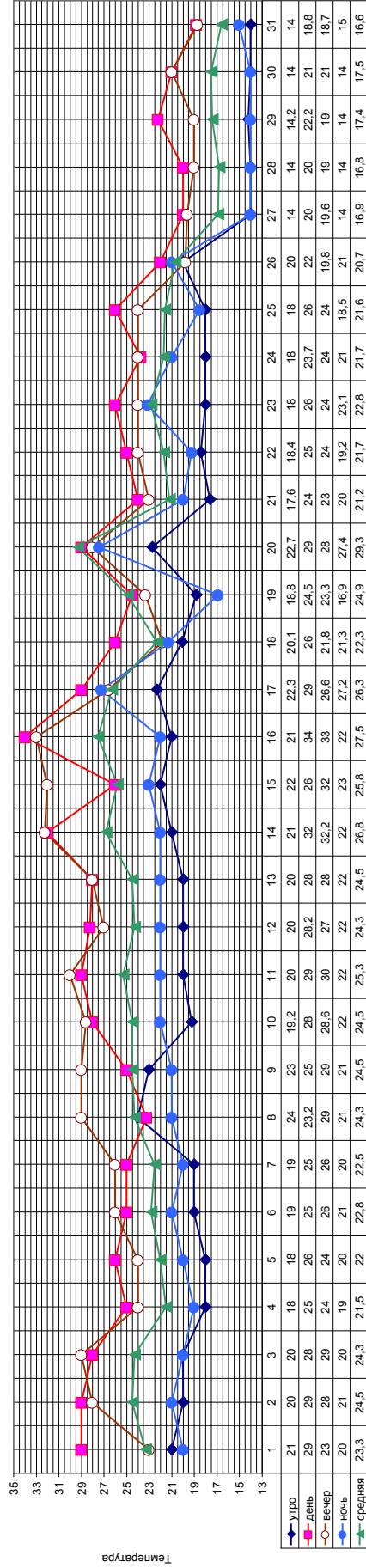


# Метеорологические данные вегетационного периода 2014 г. – Июнь

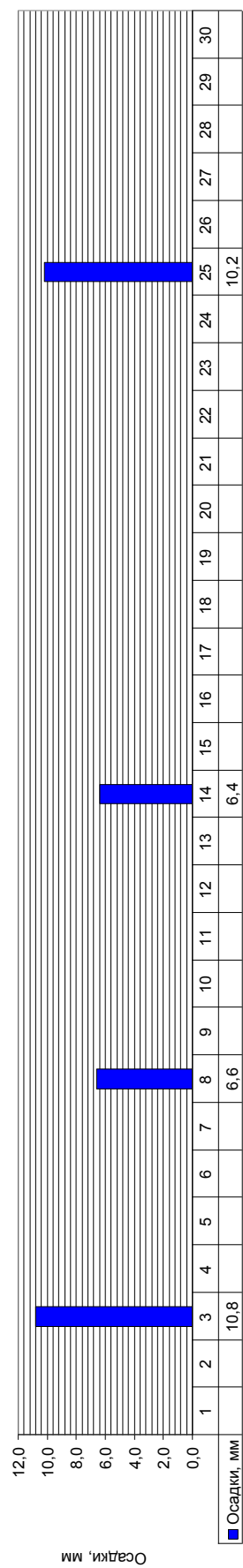
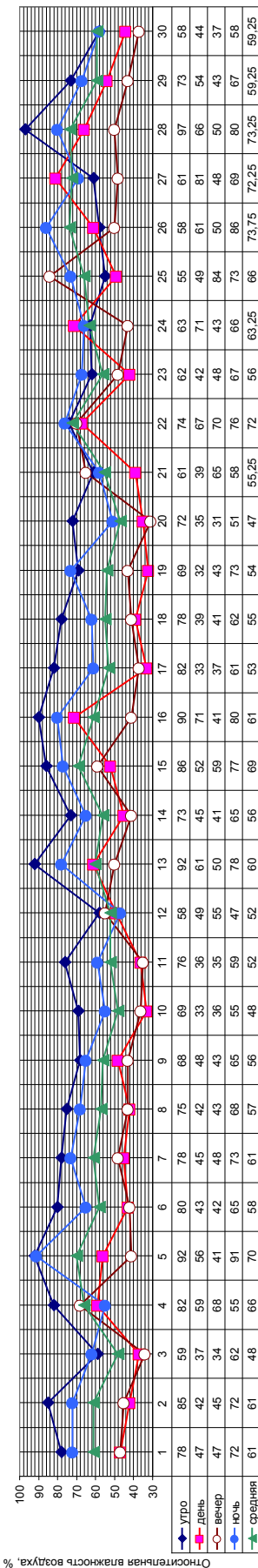
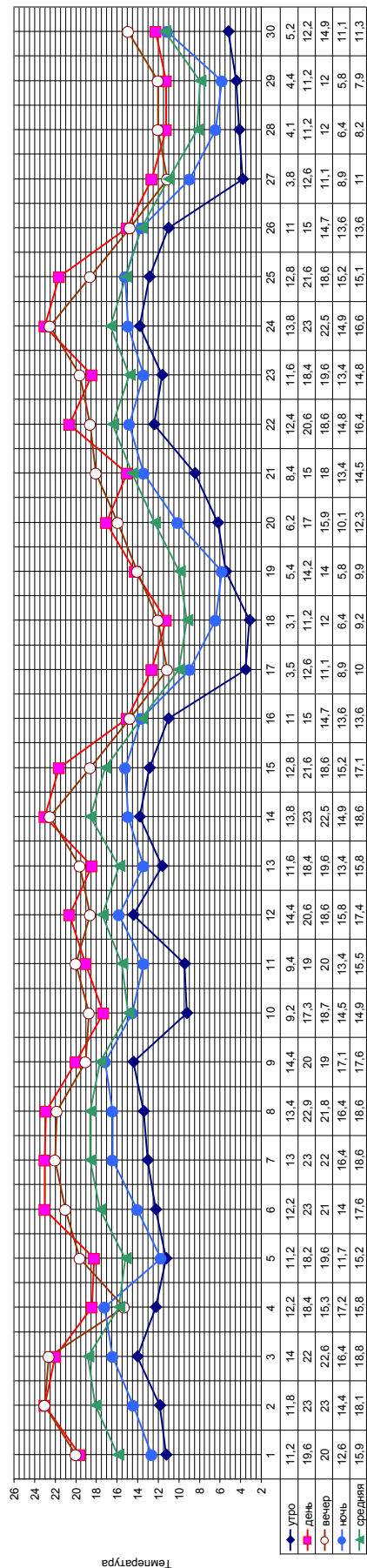




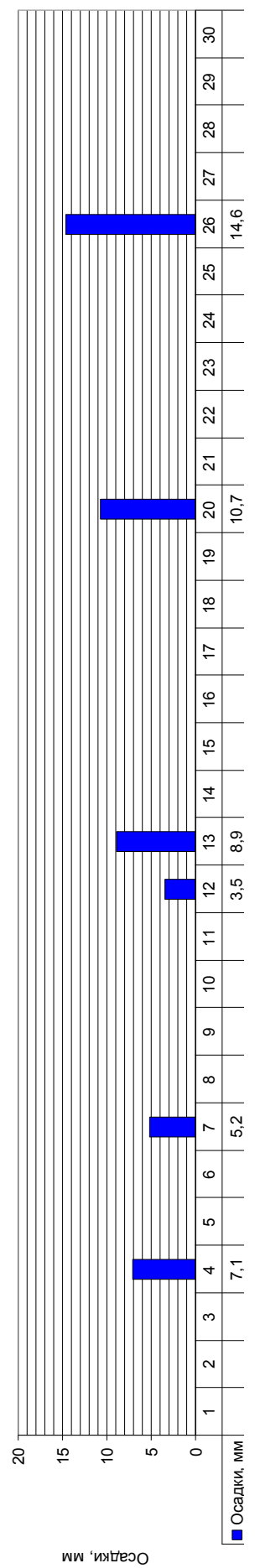
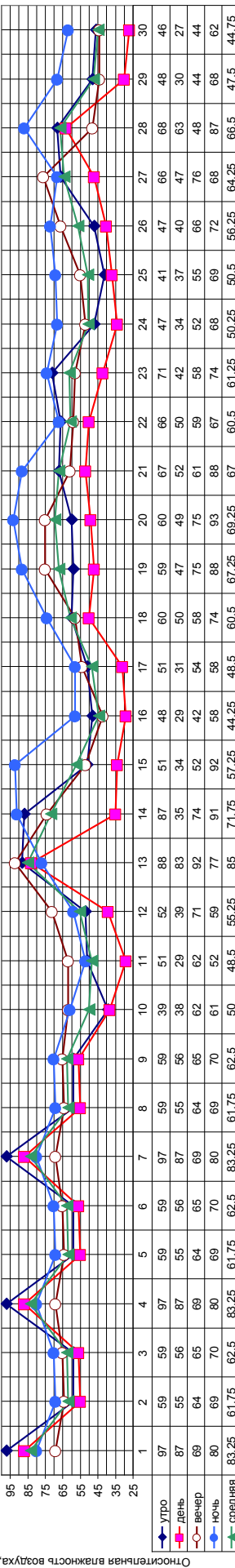
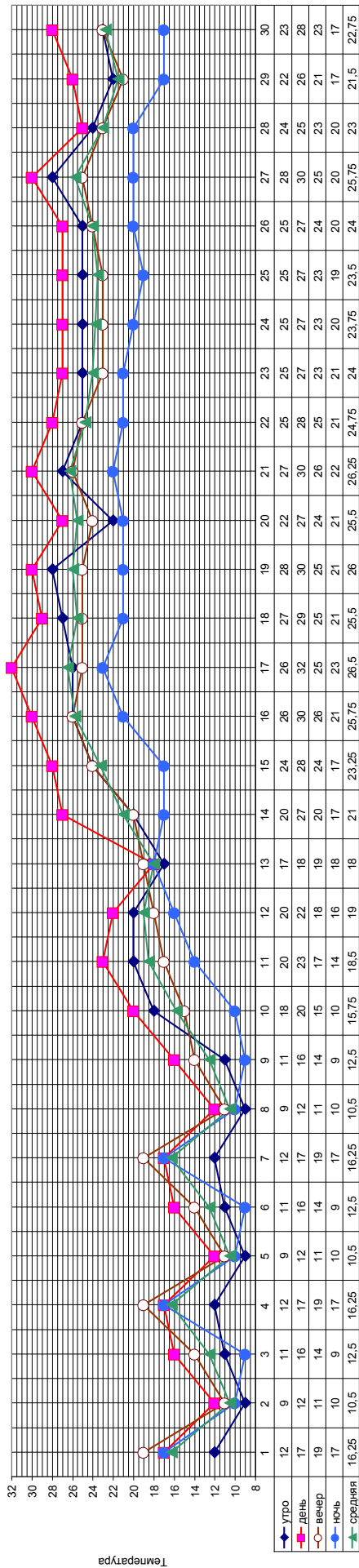
# Метеорологические данные вегетационного периода 2014 г. – Август



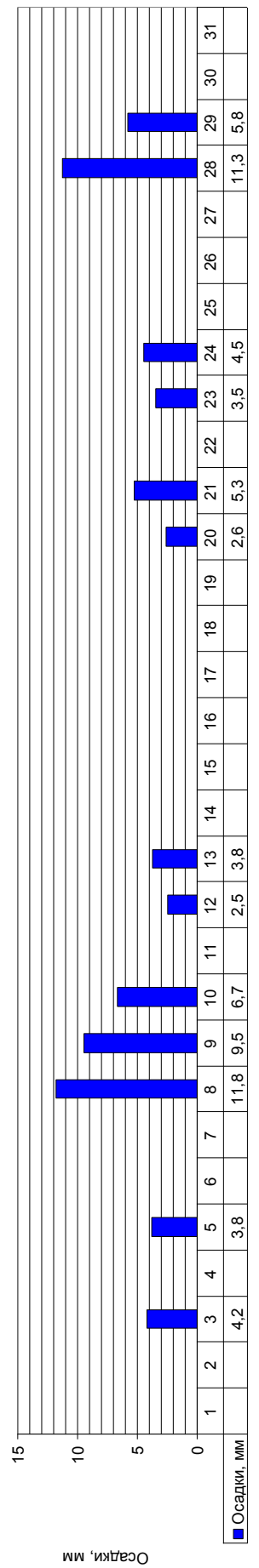
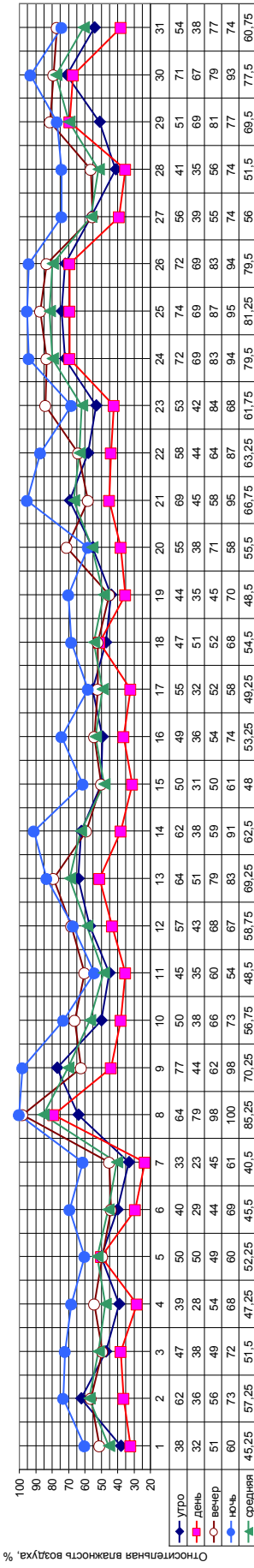
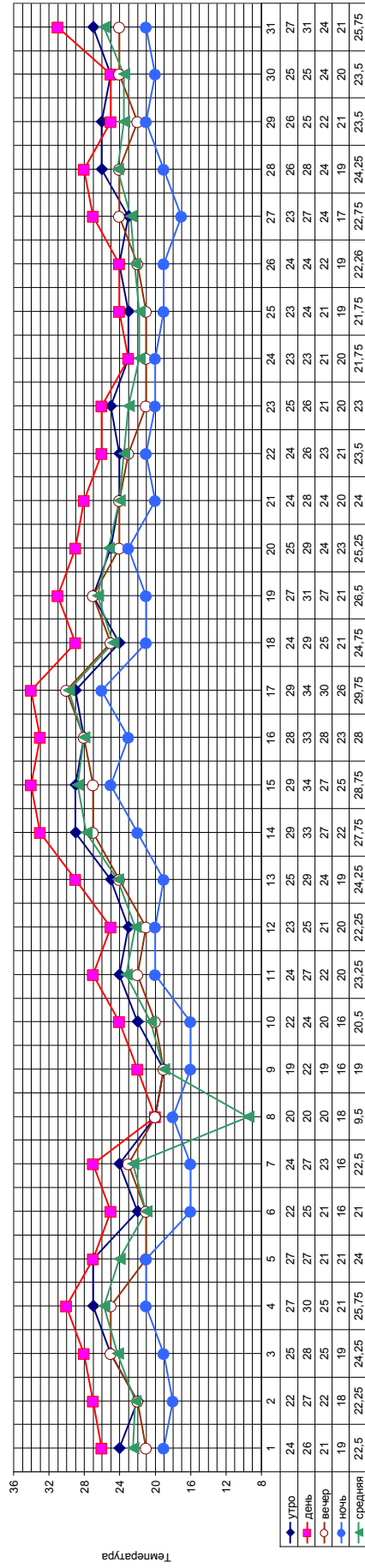
# Метеорологические данные вегетационного периода 2014 г. – Сентябрь



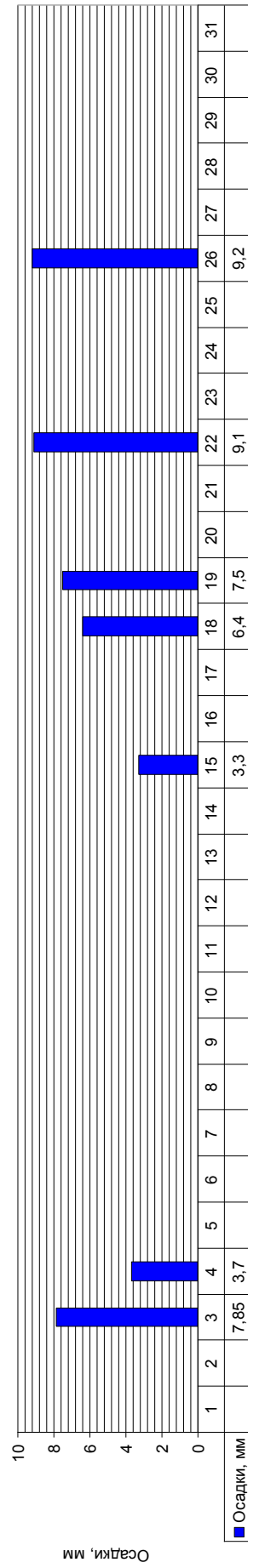
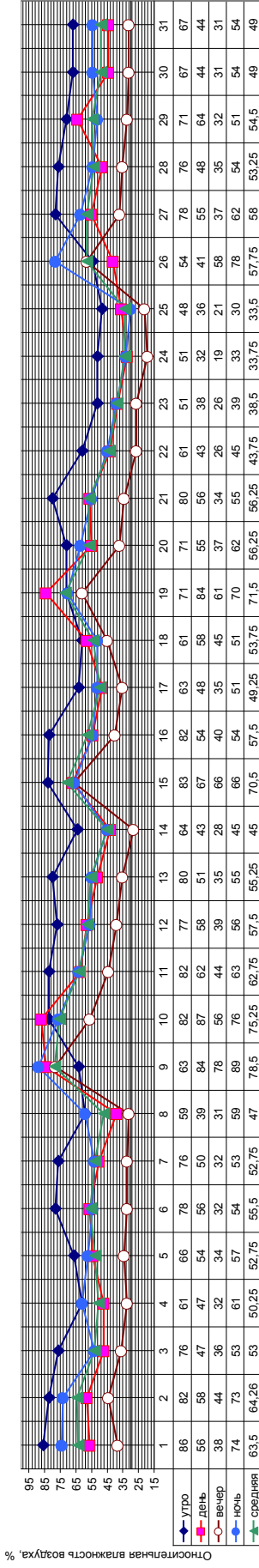
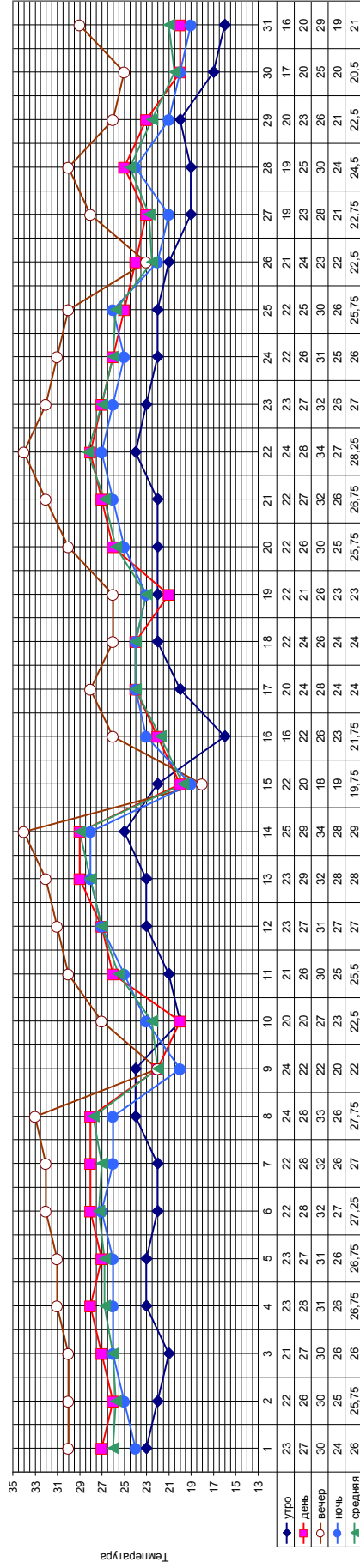
# Метеорологические данные вегетационного периода 2016 г. – Июнь



# Метеорологические данные вегетационного периода 2016 г. – Июль

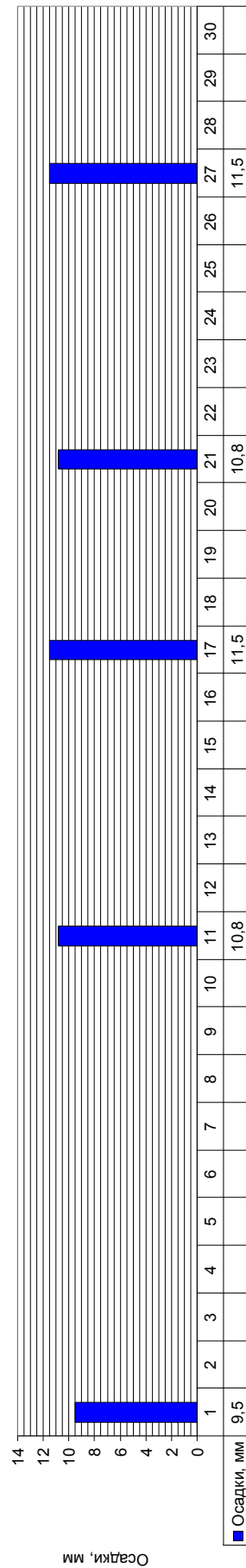
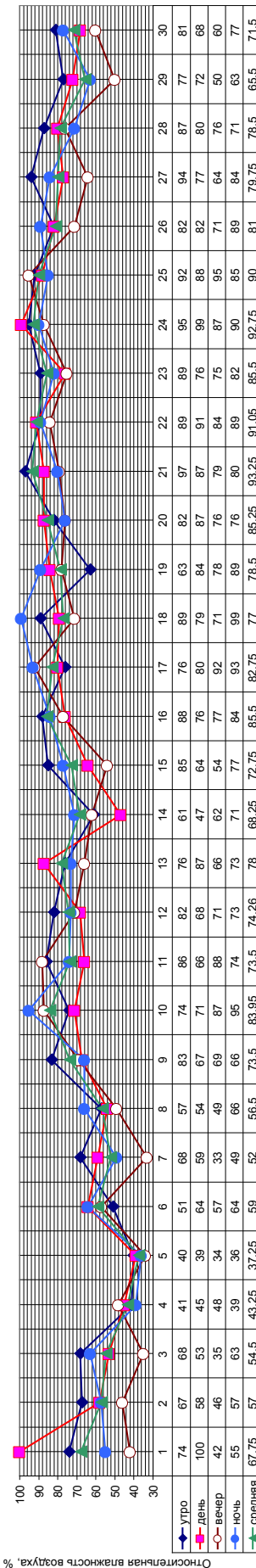
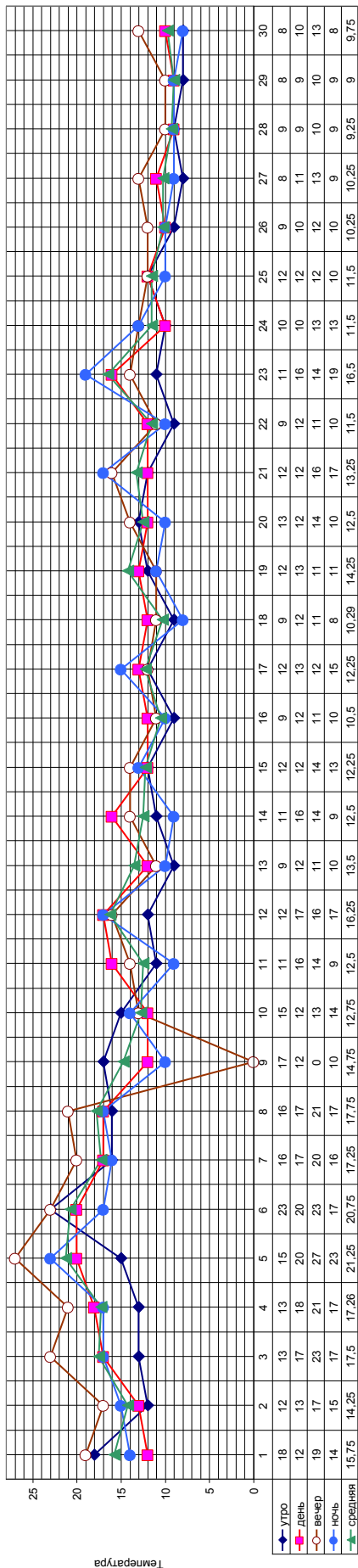


Метеорологические данные вегетационного периода 2016 г. – Август

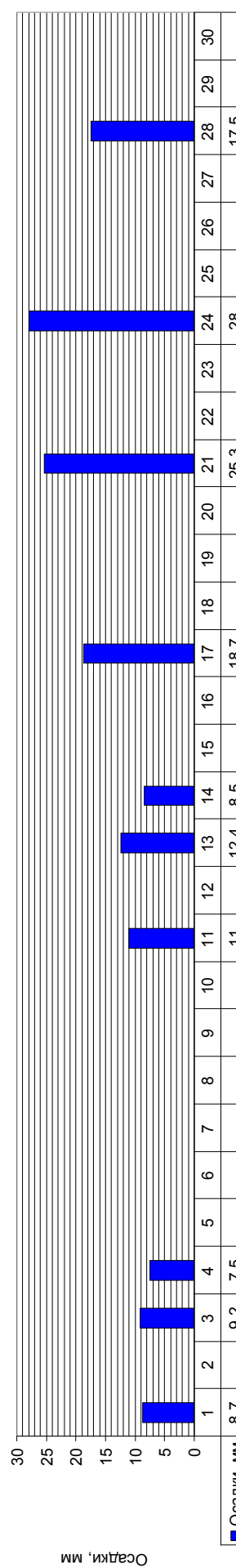
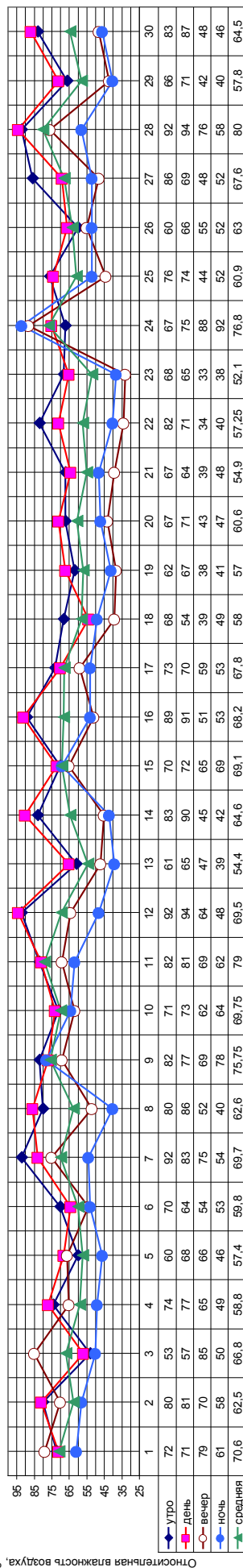
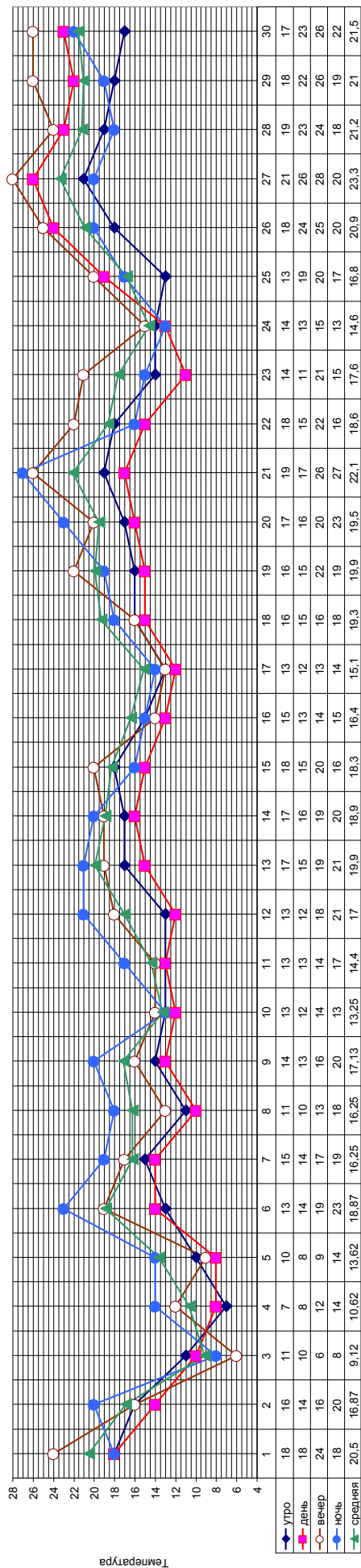




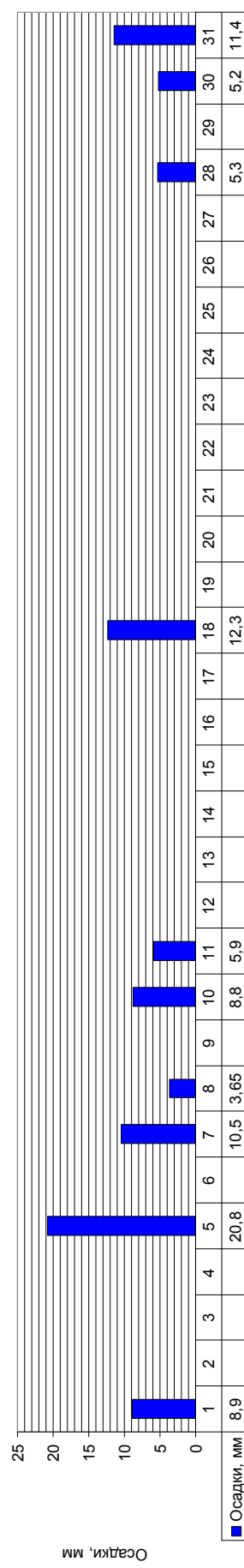
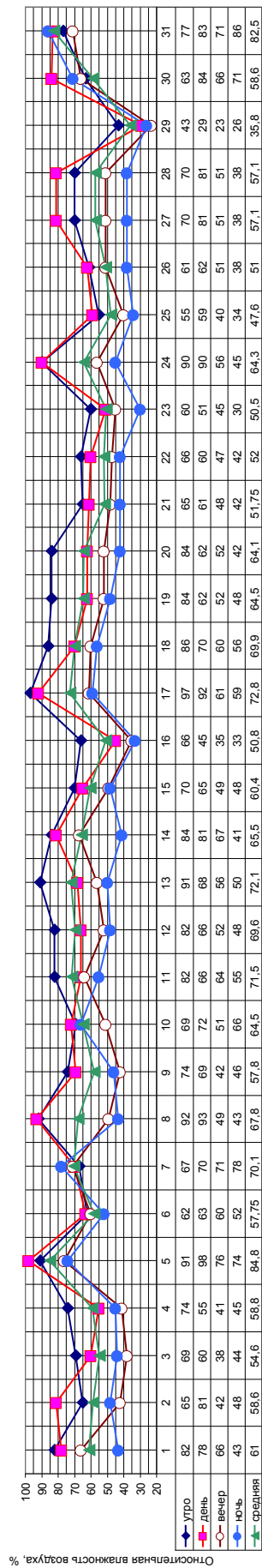
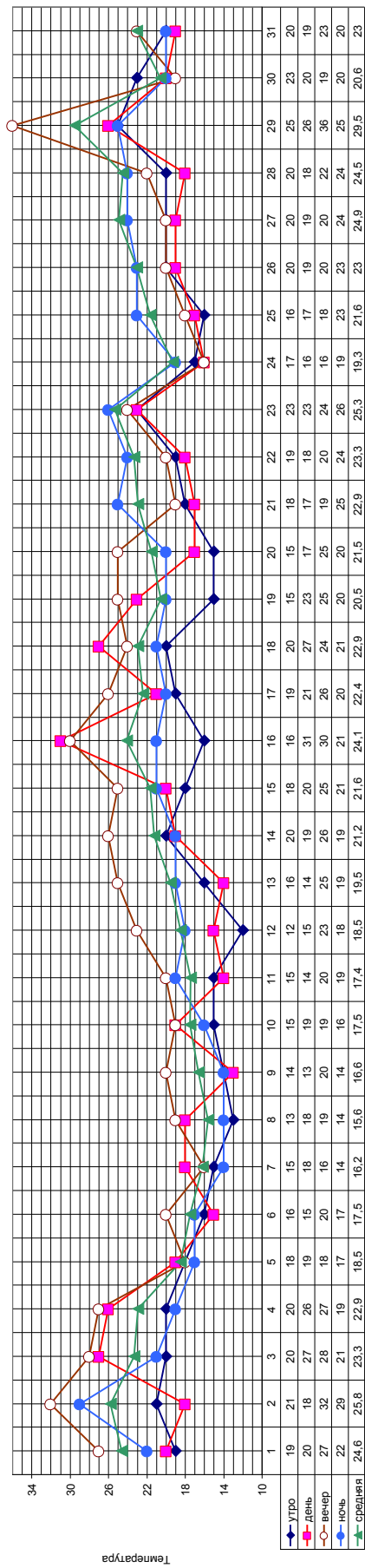
## Метеорологические данные вегетационного периода 2016 г. – Сентябрь



# Метеорологические данные вегетационного периода 2017 г. – Июнь

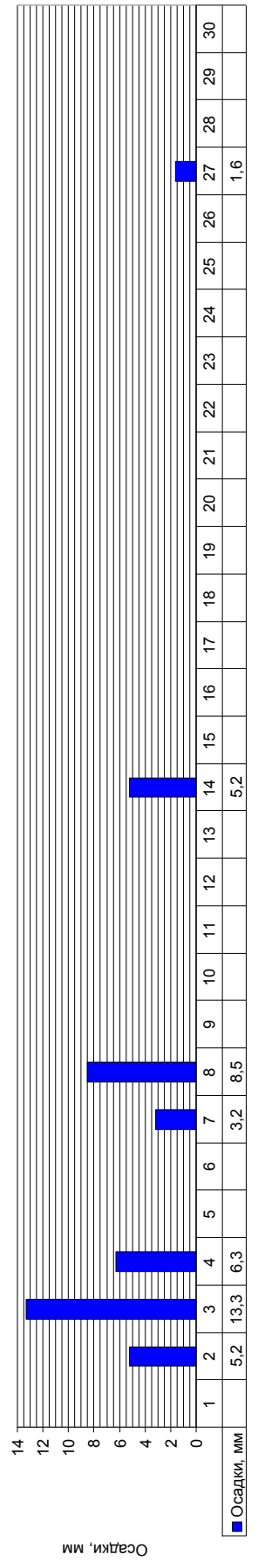
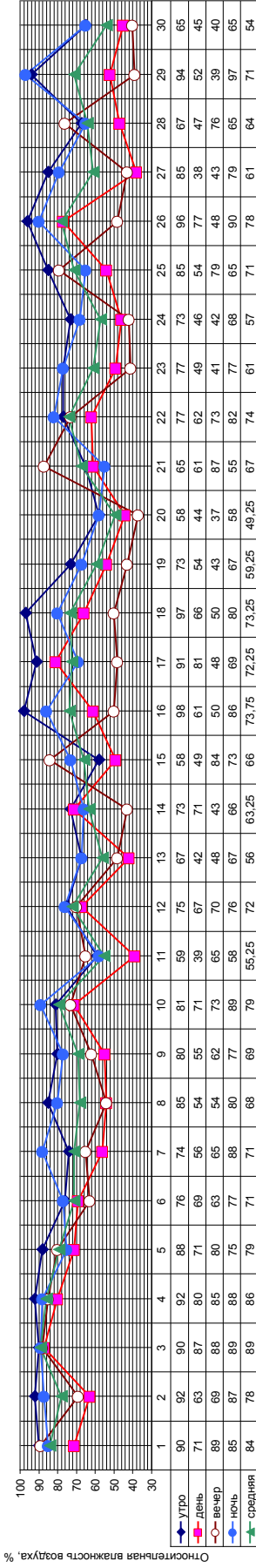
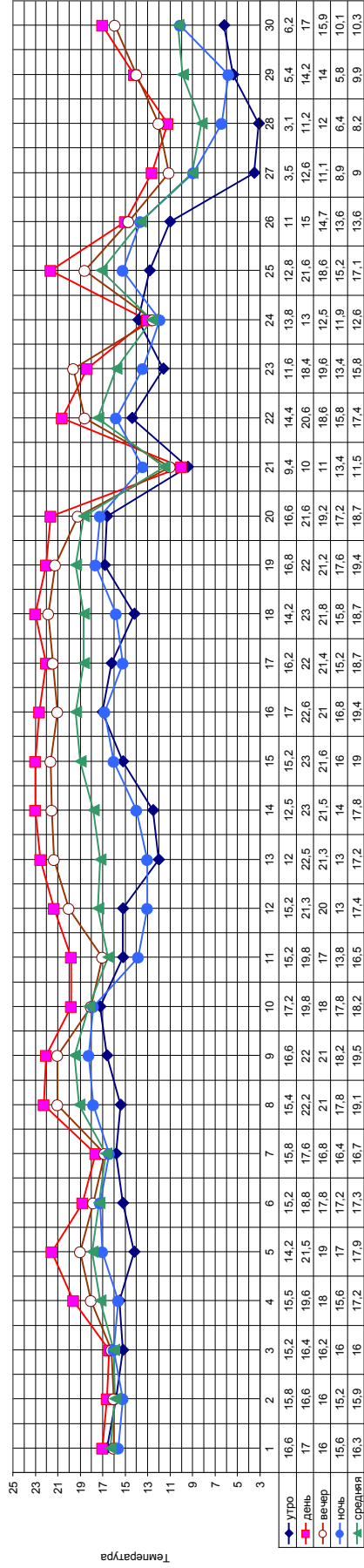


## Метеорологические данные вегетационного периода 2017 г. – Июль





Метеорологические данные вегетационного периода 2017 г. – Сентябрь



Приложение 2

График 1 –Динамика влажности почвы 0,9НВ за 2014 год

Динамика влажности почвы 0,9НВ за 2014 год

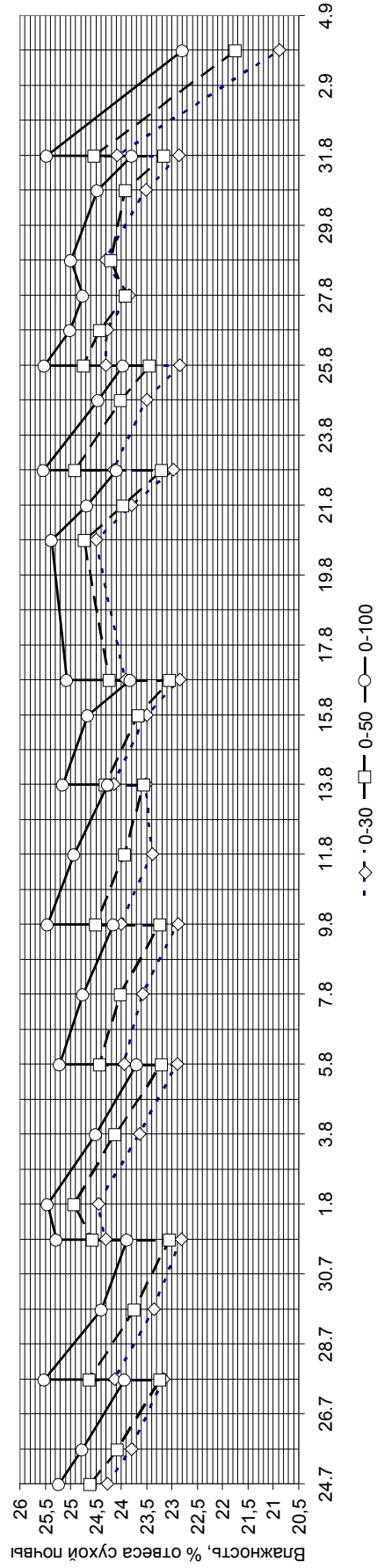
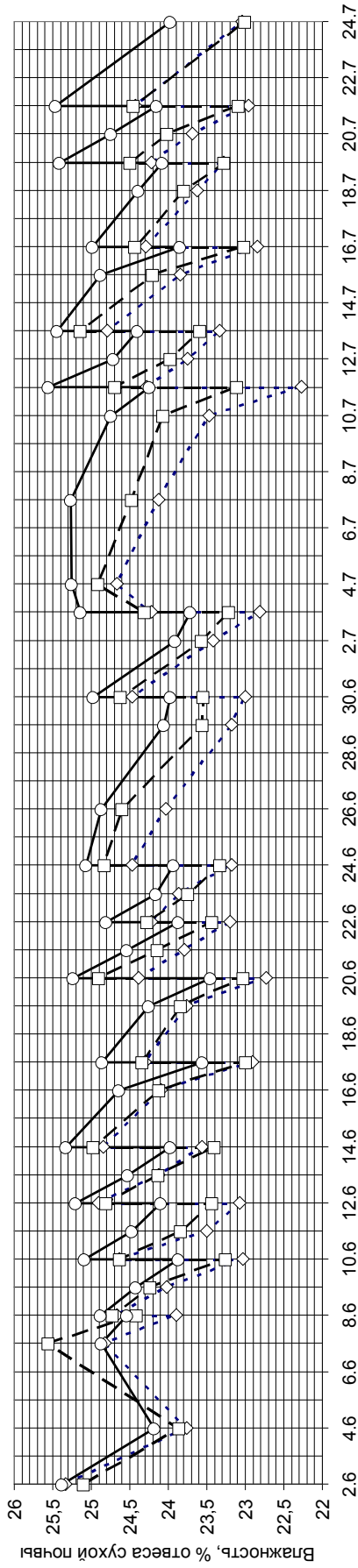


График 2 Динамика влажности почвы 0,8НВ за 2014 год

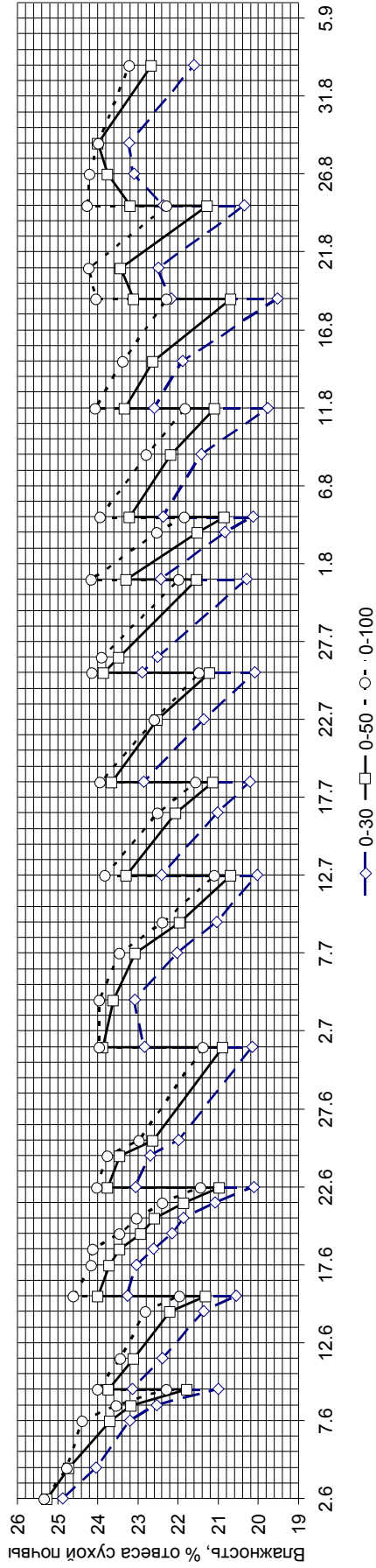


График 3 Динамика влажности почвы 0,7НВ за 2014 год

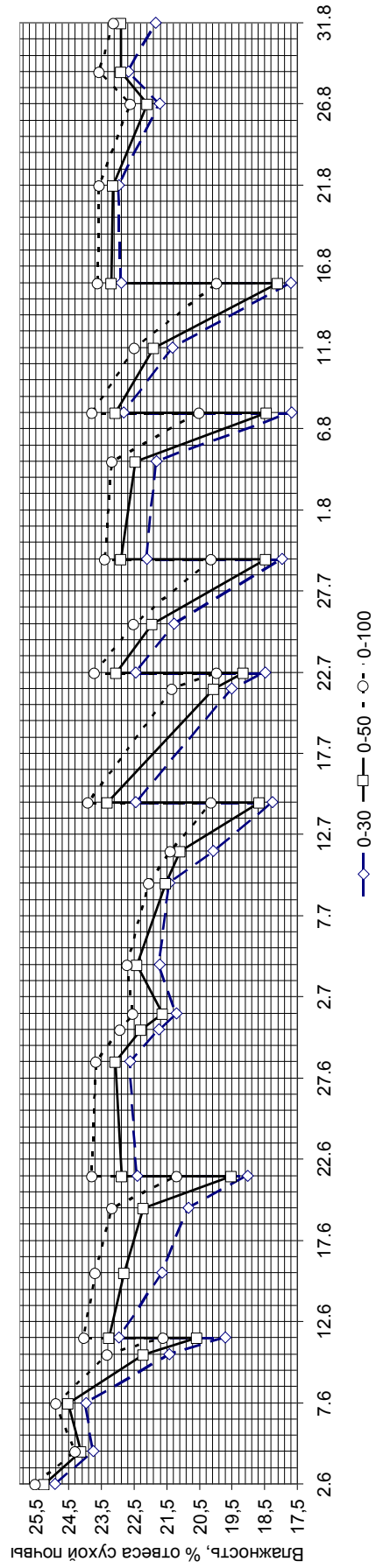




График 4 –Динамика влажности почвы 0,9НВ за 2016 год

Динамика влажности почвы 0,9НВ за 2016 год

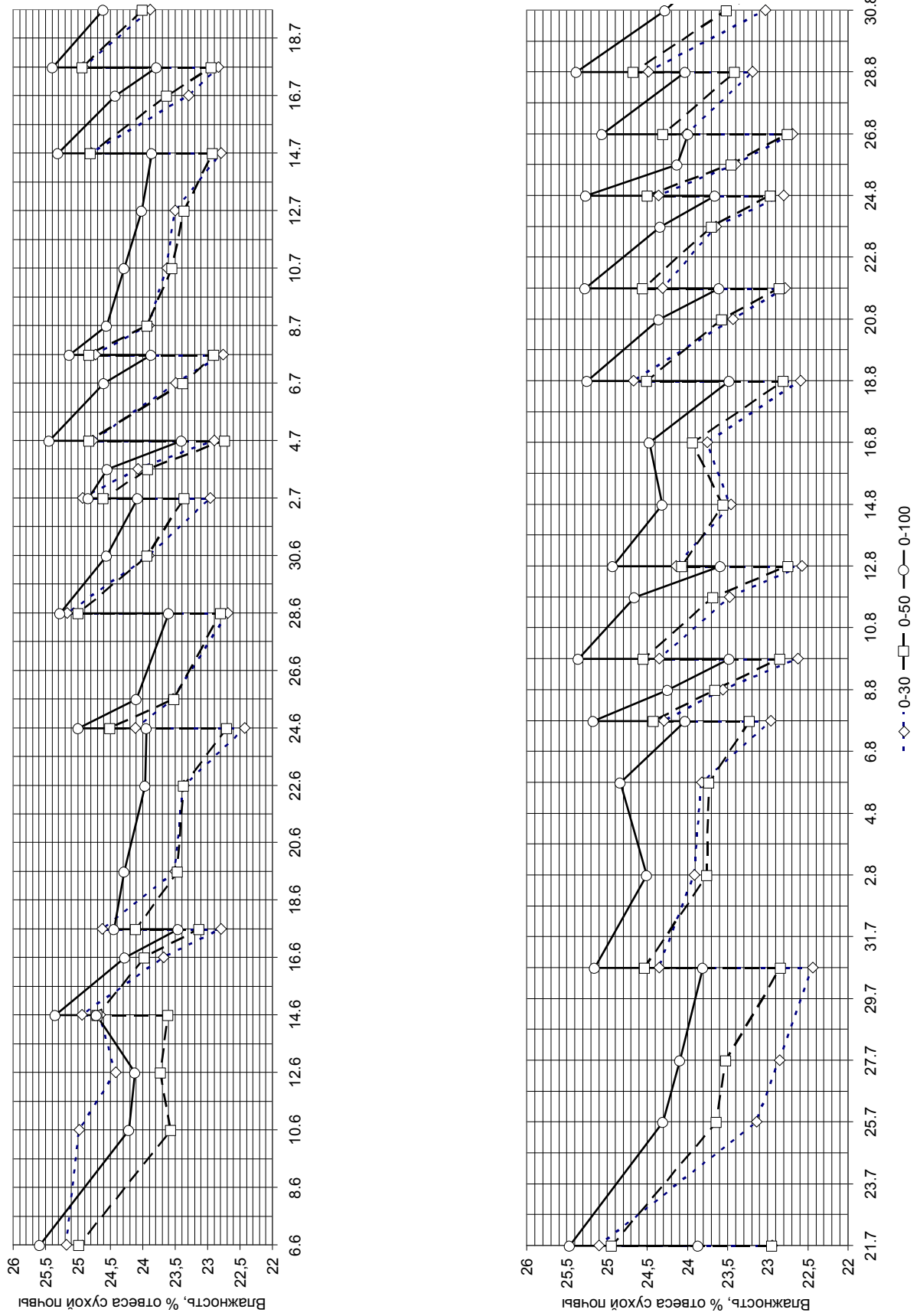


График 5 - Динамика влажности почвы 0,8НВ за 2016 год

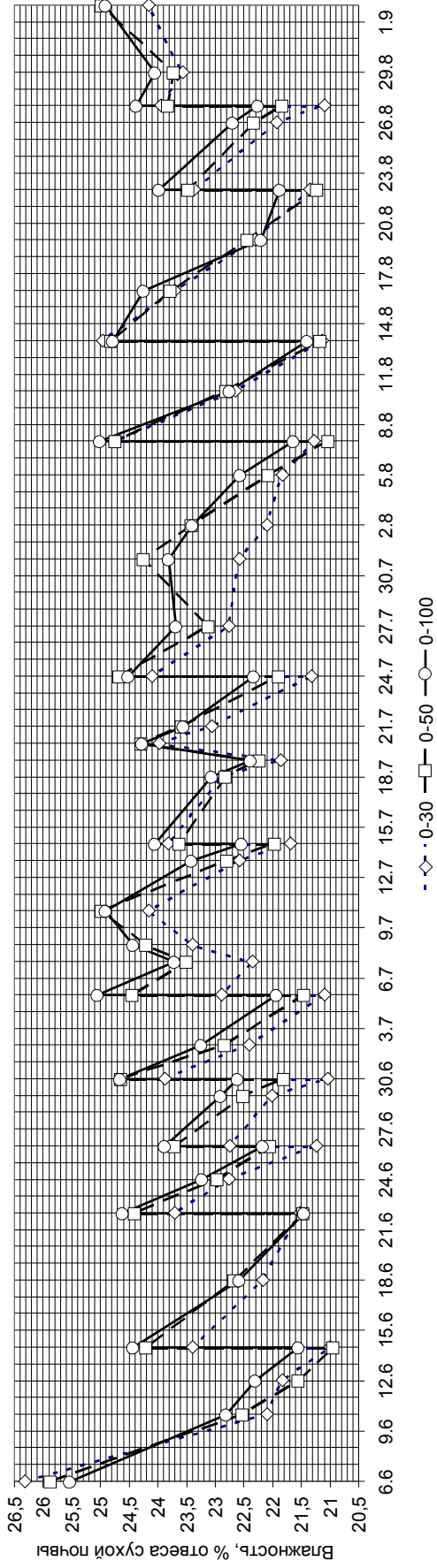


График 6- Динамика влажности почвы 0,7НВ за 2016 год

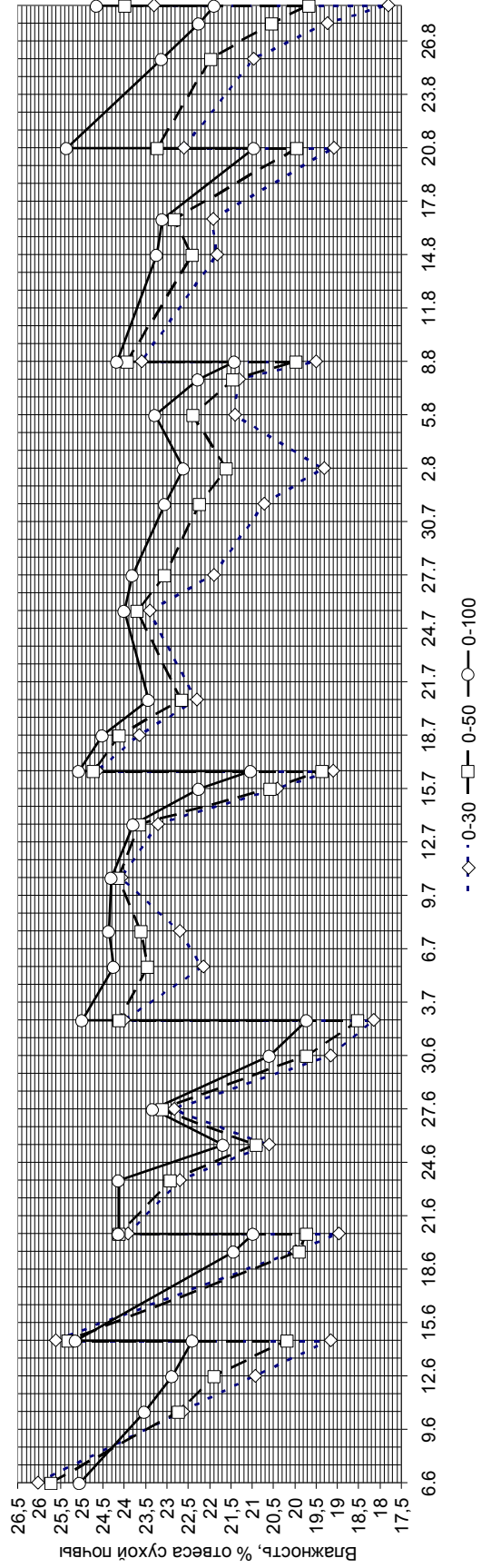


График 7 –Динамика влажности почвы 0,9НВ за 2017 год

Динамика влажности почвы 0,9НВ за 2017 год

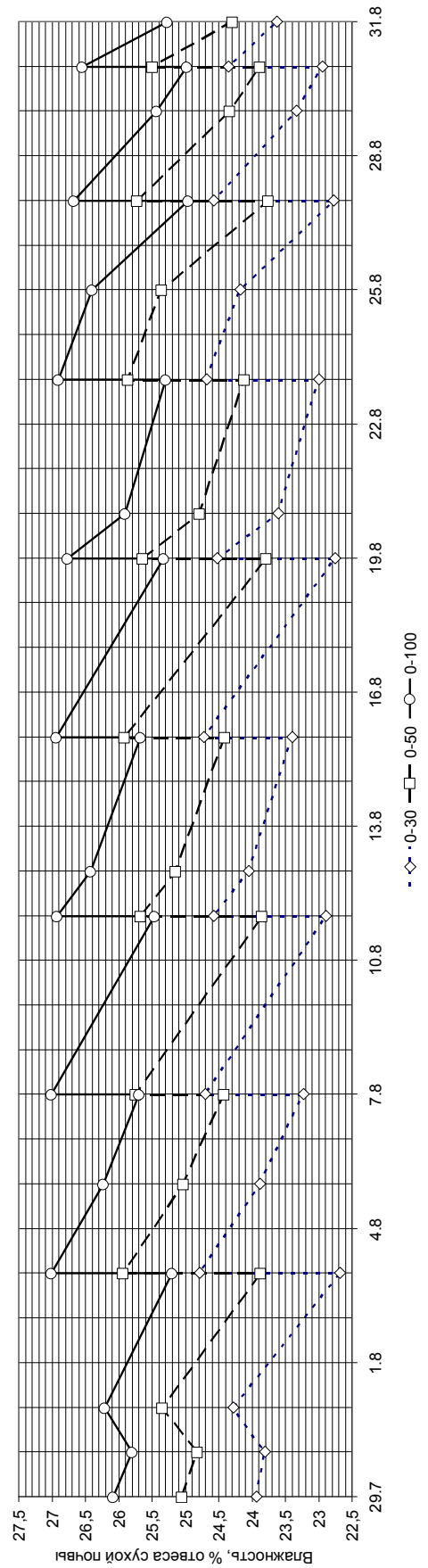
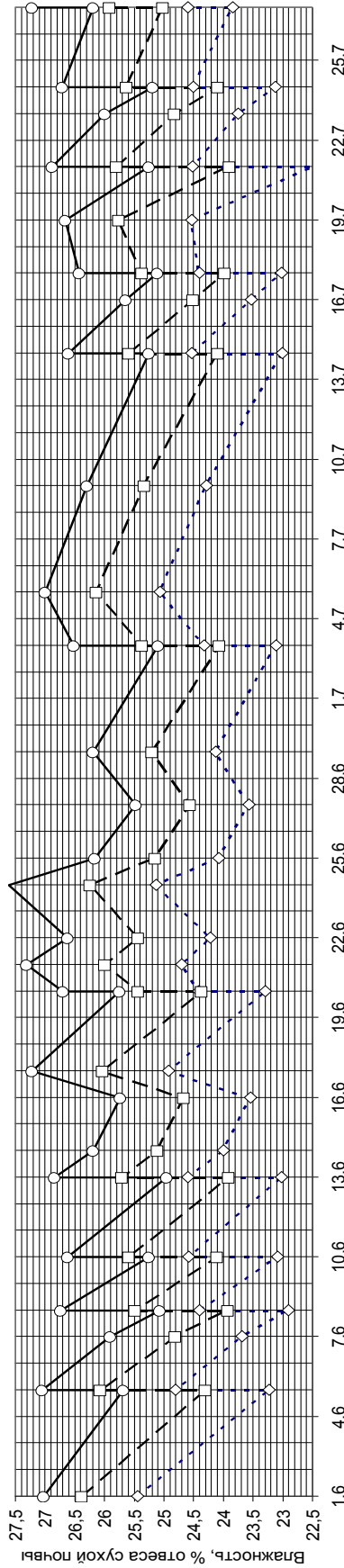


График 8 - Динамика влажности почвы 0,8НВ за 2017 год

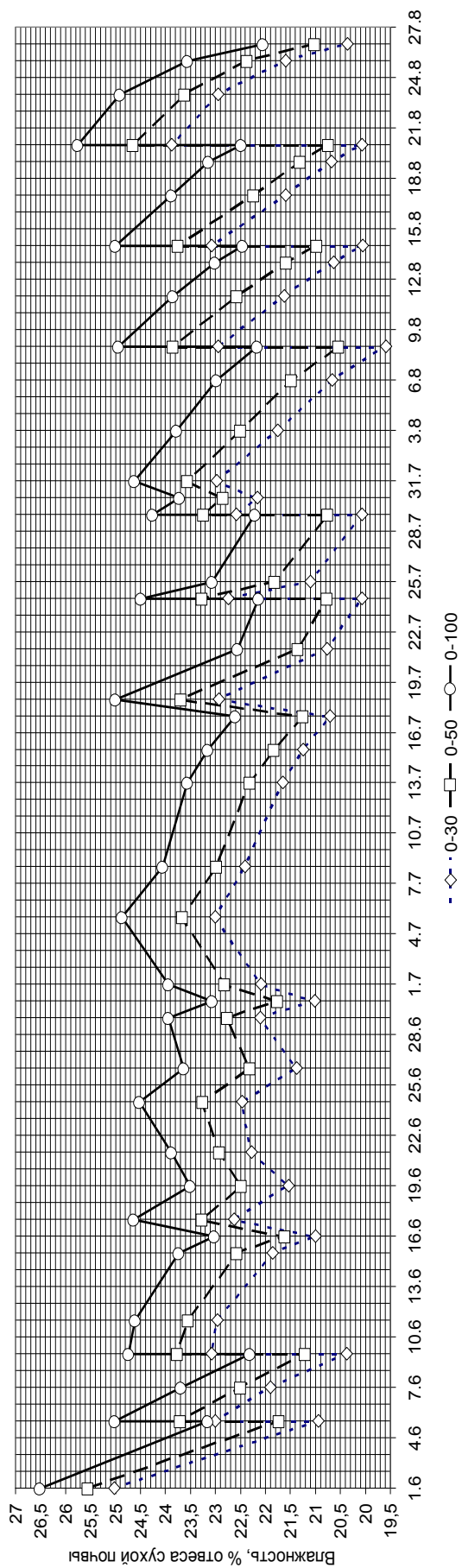
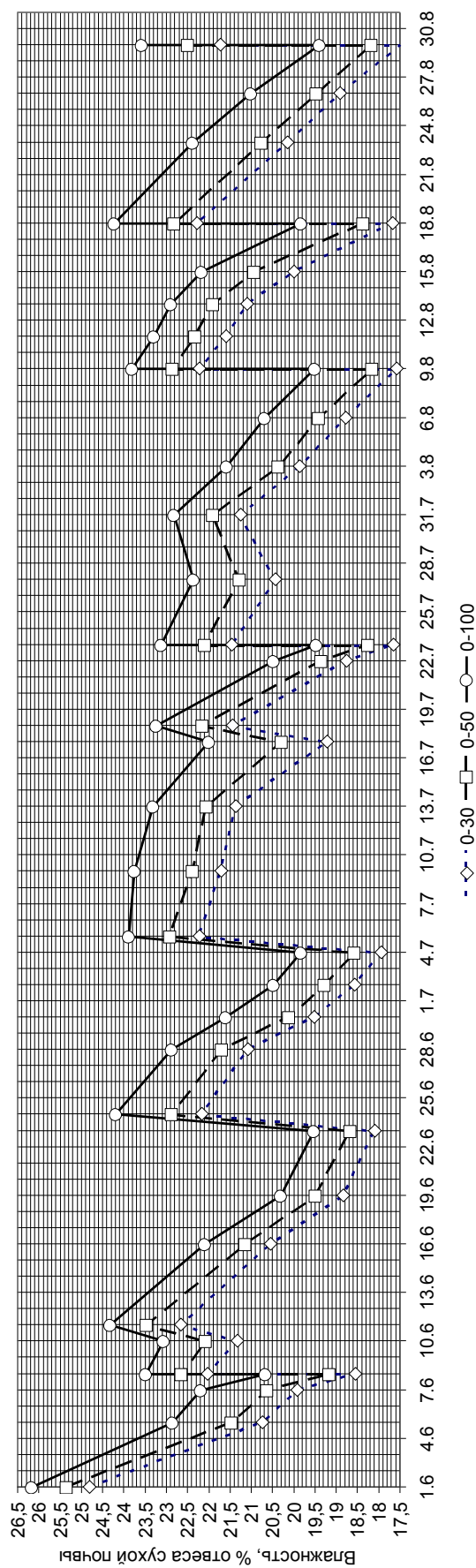


График 9 - Динамика влажности почвы 0,7НВ за 2017 год



Приложение 3 – Урожайность капусты белокочанной поздней по годам исследований

Вариант		Урожайность, т/га			
Диапазон влажности, доля НВ	Доза удобрений, кг д.в./га	2014	2016	2017	Среднее
Амагер 611					
0,7-1,0	Без удобрений	39,53	104,37	53,13	65,68
	N100P50K40	50,90	112,57	55,37	72,95
	N190P80K70	57,20	121,97	61,23	80,13
0,8-1,0	Без удобрений	43,93	107,33	54,63	68,63
	N100P50K40	54,17	115,63	58,28	76,03
	N190P80K70	62,19	126,30	62,80	83,76
0,9-1,0	Без удобрений	52,00	104,35	57,00	71,12
	N100P50K40	55,93	112,43	60,37	76,24
	N190P80K70	66,70	122,83	67,23	85,59
НСР <sub>05</sub> А		2,94	4,00	0,91	2,45
НСР <sub>05</sub> В		1,52	3,13	1,14	1,65
НСР <sub>05</sub> АВ		3,62	11,03	3,62	8,55
Колобок F1					
0,7-1,0	Без удобрений	29,37	77,54	31,30	41,27
	N100P50K40	37,87	83,76	33,50	46,76
	N190P80K70	46,67	99,51	36,17	54,17
0,8-1,0	Без удобрений	34,76	84,93	33,30	45,40
	N100P50K40	43,10	92,00	35,53	50,97
	N190P80K70	52,06	105,72	38,73	58,36
0,9-1,0	Без удобрений	44,14	88,57	34,13	49,54
	N100P50K40	48,08	96,64	36,73	53,73
	N190P80K70	59,37	109,33	40,03	61,86
НСР <sub>05</sub> А		1,36	3,20	0,85	2,00
НСР <sub>05</sub> В		0,63	2,70	0,99	2,20
НСР <sub>05</sub> АВ		0,86	7,17	0,81	8,80