

ВЛИЯНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РОСТ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА

THE INFLUENCE OF AGROCLIMATIC CONDITIONS ON THE GROWTH AND YIELD OF WINTER WHEAT IN THE CONDITIONS OF THE AGROECOLOGICAL STATION

**N. Lagutina
T. Dzhancharov
A. Yevgrafov
D. Shalamov
M. Kutenkova**

Summary. On the territory of the ecological station, we conducted an experiment to assess the productivity of grain crops. The methodology of the study is based on the analysis of the influence of weather conditions on the growth and development of winter wheat, as well as the resulting harvest. A psychrometric booth with dry and wet thermometers was used to measure the air temperature. Relative air humidity is the ratio of absolute air humidity to the density of saturated water vapor at the same temperature, expressed as a percentage. The amount of sunlight was determined in hours using a pyranometer. An anemometer was used to determine wind speed in m/s.

Keywords: winter wheat, abiotic factors, weather conditions, bioproductivity, sowing, harvest.

Лагутина Наталия Владимировна

канд. тех. наук,

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва

nlagutina@rgau-msha.ru

Джанчаров Турмушбек Мурзабекович

канд. биол. наук,

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва

tdzhancharov@rgau-msha.ru

Евграфов Алексей Викторович

канд. тех. наук,

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва

a.evgrafov@rgau-msha.ru

Шаламов Дмитрий Игоревич

Ассистент,

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва

shalamov.dmitrii@rgau-msha.ru

Кутенкова Мария Викторовна

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва

kutenkovamaria@gmail.com

Аннотация. На территории экологического стационара нами был проведен эксперимент по оценке продуктивности зерновых культур. Методология исследования основывается на анализе влияния погодных условий на рост и развитие озимой пшеницы, а также получаемого урожая. Для измерения температуры воздуха использовалась психометрическая будка с сухим и влажным термометрами. Относительная влажность воздуха, представляет собой соотношение абсолютной влажности воздуха к плотности насыщенного водяного пара при той же температуре, выражаемой в процентах. Количество солнечного света определялось в часах с помощью пиранометра. Анемометр использовали для определения скорости ветра в м/с.

Ключевые слова: озимая пшеница, абиотические факторы, погодные условия, биопродуктивность, посев, урожай.

Введение

Одним из ключевых аспектов, влияющих на развитие растений, являются абиотические факторы, поскольку именно они оказывают наибольшее воздействие на растительную жизнь. Современные глобальные изменения климата выдвигают новые вызовы для аграрных наук, что подчеркивает актуальность данной проблемы.

Изменения температуры, уровня осадков, влажности и концентрации углекислого газа оказывают значительное влияние на процессы фотосинтеза, дыхания и роста растений. Повышение средней температуры может привести к изменению сроков цветения и плодоношения.

Кроме того, изменение климата способствует увеличению частоты экстремальных погодных явлений — засух, наводнений и ураганов. Эти явления могут разрушать почвенный покров, вызывать эрозию и снижать плодородие земель. В результате, агрономам необходимо адаптировать методы ведения сельского хозяйства, внедрять устойчивые к изменению климата сорта растений и использовать инновационные технологии.

Минеральные удобрения имеют решающее значение для роста и развития пшеницы. В частности, макроэлементы, такие как азот, фосфор и калий, играют наиболее важную роль в этом процессе. Высокий уровень азота в пахотном горизонте способствует активному развитию надземной части растений, в то время как его недоста-

ток может существенно замедлить рост и негативно сказаться на урожайности. Поэтому очень важно правильно выбирать время для внесения азотных удобрений, принимая во внимание разные фазы развития растений. [2]

Для обеспечения оптимальных условий роста и развития пшеницы необходимо поддерживать сбалансированное содержание азота, калия и фосфора в почве. В частности, фосфор играет ключевую роль в формировании колоса, поэтому его уровень следует тщательно контролировать. Азот, в свою очередь, оказывает непосредственное влияние на развитие колоса и его налив, что делает контроль за его содержанием в почве на протяжении всего вегетационного периода критически важным для мониторинга роста и развития растений. [2]

Недостаток азота может привести к снижению урожайности и качества зерна, а также к увеличению восприимчивости растений к болезням и вредителям. С другой стороны, избыток азота может вызвать чрезмерный рост вегетативной массы в ущерб формированию колоса и качеству зерна.

Оптимальное соотношение азота, калия и фосфора может быть достигнуто путем внесения минеральных удобрений в соответствии с агрохимическими анализами почвы и потребностями культуры. Кроме того, важно учитывать влияние других факторов, таких как влажность почвы, температура и освещенность, которые также могут влиять на доступность и эффективность питательных веществ для растений. [1]

Цель исследования — провести комплексное исследование влияния агроклиматических условий на рост, развитие и урожайность озимой пшеницы, учитывая региональные особенности и климатические изменения.

Задачи исследования:

1. Изучить воздействия погодных условий на развитие озимой пшеницы сорта Юбилейная Тимирязевская в период ее роста.
2. Собрать и проанализировать динамические показатели роста и развития изучаемой культуры.
3. Сопоставление агроклиматических особенностей с ростом и развитием экспериментальной культуры.
4. Собрать и проанализировать качественные характеристики зерна сорта Юбилейная.

Температурный режим оказывает значительное влияние на развитие озимой пшеницы. В зависимости от стадии вегетационного цикла растения, требуются различные температурные диапазоны. Данный вид агрокультуры демонстрирует повышенную устойчивость к низким температурам, однако он также чувствителен к освещению и относится к категории растений длинного светового дня.

Оптимальные условия для прорастания семян и появления всходов предполагают поддержание температуры в диапазоне от +12 до +15°C. В зимний период, после успешной адаптации к холодам, пшеница способна выдерживать снижение температуры до -16°C в области кущения. Сорты с высокой морозостойкостью могут переносить снижение температуры до -20°C. Однако, высокая устойчивость к морозам наблюдается только при наличии снежного покрова и при условии, что у ростков сформировано от 2 до 4 побегов, а в узлах кущения накопилось от 30 до 35 % сахаров.

Весной, с началом возобновления роста, благоприятной для озимой пшеницы является температура от 12 до 15°C. Для фазы стеблевания оптимальная температура составляет 15–16°C, а для фазы цветения — 18–20°C.

Климат Москвы умеренно-континентальный, с четко выраженными сезонами. Погодные условия в данном городе отличаются переменчивостью, резкие перепады температур происходят в течении коротких промежутков времени. Годовая амплитуда температур составляет 28 °C. В среднем морозные дни (особенно с температурой ниже -5 °C) могут составлять от 60 до 70 дней в году. Жаркие дни с температурами выше +25 °C могут длиться около 30–40 дней, но в некоторые годы это количество может существенно увеличиваться, особенно в условиях аномально теплого лета. [12]

На территории экологического стационара выражены Урбанизированные агродерново-подзолистые почвы. Рельеф стационара неоднороден имеются как возвышенности, так и низины, встречаются равнины. Среди ряда равнинных участков располагается пойма реки Жабенка. От нее лучами отходят мелиоративные каналы, построенные в прошлом веке с целью оросительно-осушительных мероприятий. [14,15]

Приборы и методология исследований

На территории экологического стационара нами был заложен опыт по оценке продуктивности развития зерновых культур. Методика основана на оценке роста растения и связанных с ней погодных условий. [9]

В качестве метеорологических данных изучалось количество солнечной радиации, осадков, относительная влажность, скорость ветра, температура в полдень, как одна из наиболее высоких, и температура в полночь, как одна из наиболее низких, на их основе проводилось нахождение разницы температур.

Осадки измеряются при помощи специализированных емкостей, которые закапываются в землю, а над ними ставится воронка, которая и собирает все осадки с данной поверхности. [3]

Для измерения скорости ветра в рамках данного исследования был задействован анемометр, специализирующийся на мониторинге движения газовых сред в атмосфере или же в вентиляциях. В данном контексте прибор применялся исключительно с целью определения параметров ветрового потока.

Солнечная радиация измеряется с помощью пиранометра, определяющего плотность потока солнечного излучения, выраженного в ваттах на квадратный метр, поступающего с верхней полусферы. В качестве сенсора в пиранометре могут использоваться термопары, покрытые черной краской, или фотодиоды. Датчик помещается под прозрачный стеклянный или пластиковый купол для защиты от внешних воздействий.

Предпосевная подготовка

Чтобы узнать, насколько хорошо зерно пшеницы прорастает, применяют специальные методы. Например, можно проращивать его в чашках Петри или на рулонах из фильтровальной бумаги. [4]

Выбирая сорт изучаемого растения, нужно повторить эксперимент с чашками Петри трижды и при этом результат прорастания семян должен составлять примерно 90–95 %. В таком случае основной эксперимент будет иметь меньшую погрешность.

Посев и агротехнические приемы

До начала посевных работ на территории стационара был проведён ряд подготовительных действий, среди которых важным шагом стала уборка полей от отходов. Дис-

кование почвы осуществляется перед её обработкой для лучшего рыхления и подготовки грунта к предстоящим посевным работам. Посев озимой пшеницы проводился на поле размером 1,2 гектара 5 сентября 2022 года. [6,10]

Фитосанитарный контроль

В период вегетации на территории экологического стационара были обнаружены насекомые-вредители. Среди них была идентифицирована обыкновенная злаковая тля, которая является одним из наиболее распространённых вредителей злаковых культур в центральном регионе Российской Федерации.

Результаты анализа погодных условий

Данные о погодных явлениях были перенесены в графический вид и подвергнуты анализу.

За исследуемый период на данной территории наблюдался устойчивый многолетний температурный режим. Осенью температура колебалась в пределах от $-9,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+13,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, зимой — от $-21,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, весной — от $-5,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+19,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, а летом — от $+9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+24\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 1). [11]

Уровень влажности был признан подходящим, однако были случаи, когда этот параметр приближался к верхним порогам регламентированных значений. Из рисунка 2 видно, что самое высокое среднее значение относительной влажности в ноябре 2022 года. Максимальный уровень влажности на пике активных метеорологических наблюдений, зарегистрированный в отчетной документации, достиг 98 % и отметился

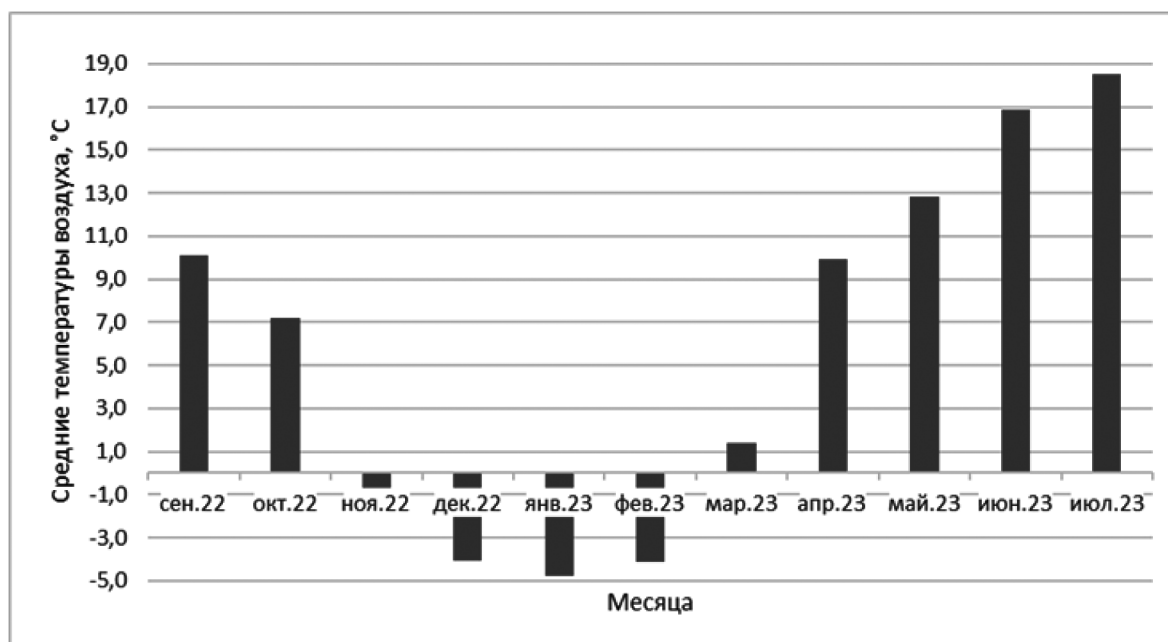


Рис. 1. Средняя температура воздуха каждого месяца за период 2022-2023 гг.

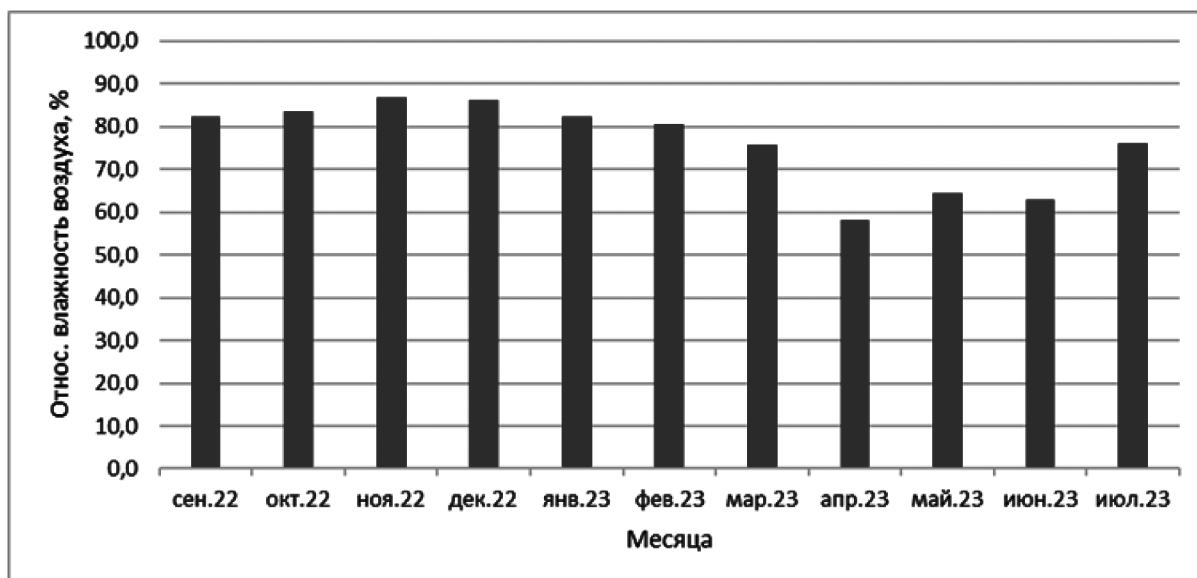


Рис. 2. Среднемесячные показатели относительной влажности воздуха за период 2022–2023 гг.

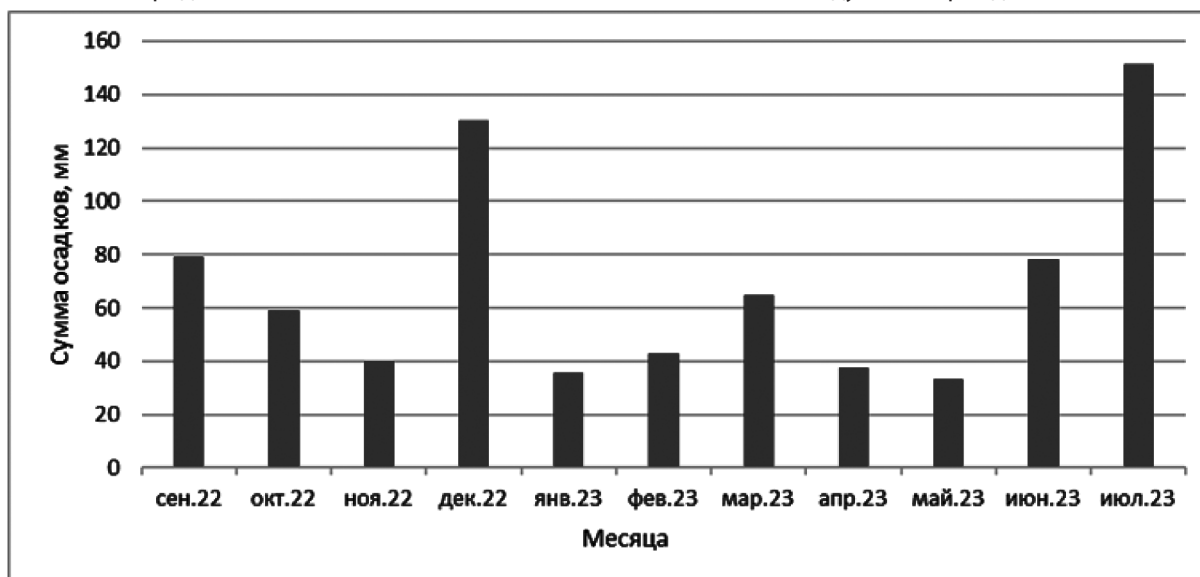


Рис. 3. Количество выпавших осадков за каждый месяц вегетационного периода за 2022–2023 гг.

11 декабря 2022 года. Минимальный уровень влажности был 16 апреля 2023 года и составлял 31 %.

За рассматриваемый период, данные о количестве осадков укладывались в установленные нормативы. Максимальное количество осадков выпало в июле 2023 года, минимальное в мае 2023 года (рис. 3). В декабре 2022 года выпало выше среднемесячной нормы количества осадков по Москве на 75 мм. В Москве в июле в среднем выпадает около 90 мм осадков, в 2022 году выпало 151 мм. Исходя из графика можно сделать вывод, что год выдался удачным на количество осадков, что благоприятно повлияло на рост и развитие озимой пшеницы.

В течение всего периода вегетации количество солнечных дней достигло 193. Самым солнечным месяцем

был июнь (295 часов). Максимальное количество солнечного света за сутки составило 14,3 часов 12 июня 2023 года. Самыми малосолнечными месяцами были ноябрь, декабрь и январь (рис. 4).

Самая высокая среднемесячная скорость ветра наблюдалась в феврале и составляла 3,3 м/с. Самыми ветренными дня были 13.11.2022 и 14.04.2023 скорость ветра составляла 7 и 6 м/с соответственно. Мало ветреным месяцем стал май (рис. 5).

Проанализировав метеоданные за период посадки и выращивания озимой пшеницы можно сделать вывод, что погодные условия были благоприятны для получения хорошего урожая. Зима выдалась многоснежной, разница в температурах днем и ночью была небольшой,

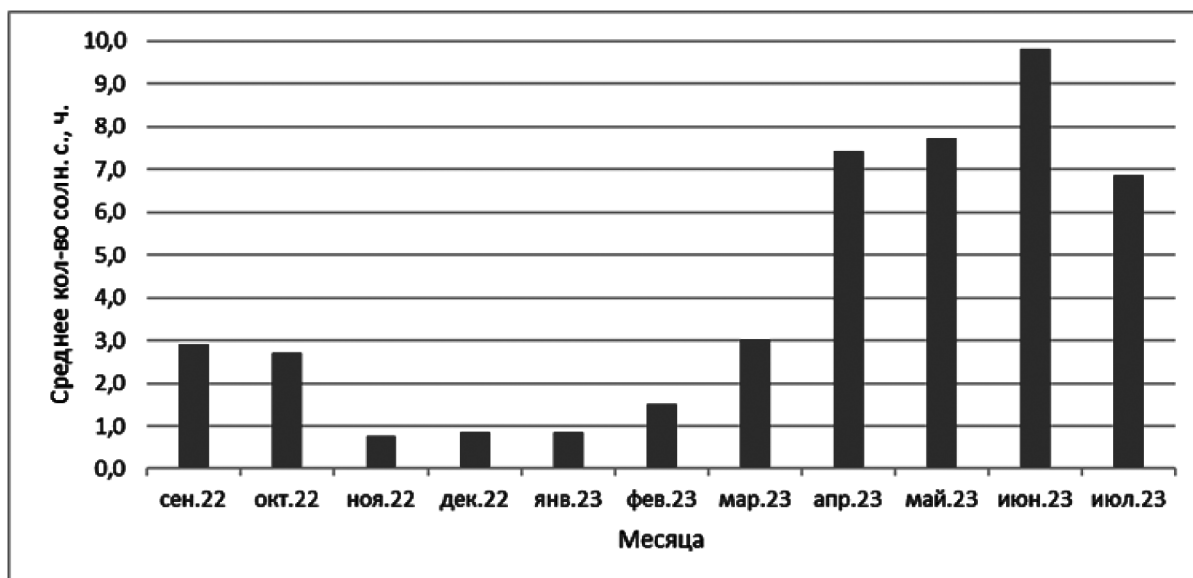


Рис. 4. Среднемесячное количество солнечного света за период 2022–2023 гг.

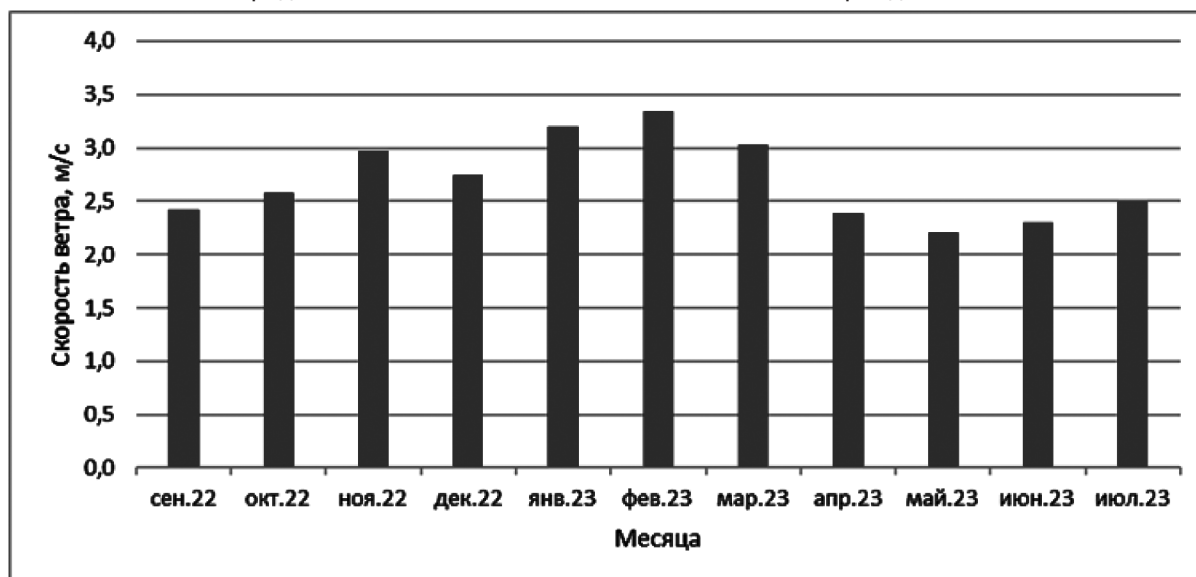


Рис. 5. Среднемесячная скорость ветра 2022–2023 гг.

скорость ветра была не более 5 м/с, благодаря чему поверхность почвы не оголялась. [7,8]

В весенний период разница в температурах днем и ночью большая, что приводит молодые ростки в стрессовое состояние. Однако благодаря снежной зиме, при ночных заморозках ростки подвергались меньшему стрессу. Увлажнение почв обеспечивалось атмосферными осадками, а также снежным покровом. Заморозки закончились в середине марта. В среднем за сутки в марте солнечного света было по 3 часа, всего за этот месяц сумма солнечного света составила 93 часа. В апреле и мае ситуация была лучше за сутки выходило в среднем по 7 часов солнечного света, а за весь месяц составило 223 и 239 часов соответственно.

В июне и июле диапазон температуры за сутки был не большой. За июнь было всего 9 дней, характеризующихся слабым уровнем стресса и один день с средним уровнем стресса, что свидетельствует о стабильности температуры. В июле же было 2 дня среднего уровня стресса и один — малого. Количество осадков за июнь составило 78мм, это чуть больше среднемноголетней нормы. Июль же выдался дождливым. Всего за этот месяц выпало 151 мм осадков, что в два раза больше нормы.

Данный сезон оказался благоприятным в контексте исследований погодных условий на рост и развитие изучаемого растения. Достаточное количество солнечного света, осадков, влажности и температуры позволили получить хороший урожай озимой пшеницы с точки зрения количества и качества. [5]

Результаты анализа качественных характеристик пшеницы

Сбор урожая проводился 20 июля 2023 года. Урожайность составила 67 ц/га, из них были отобраны 100 колосов для проведения исследований.

Для оценки качественных характеристик зерен озимой пшеницы были исследованы физико-химические параметры. В частности, анализировались такие показатели, как длина колоса, количество зерен в колосе, размеры отдельных зёрен, их масса, общая масса урожая, а также степень стекловидности, натурная масса, содержание влаги, белка и клейковины.

На основе изученных физических данных больше всего оказалось средних зерен (от 0,7 см до 0,8 см). Средняя масса зерен в одном колосе составила 2,17 г, общая масса зерен составила 217,77 грамм, средняя длина колоска была 9,2 см.

В ходе эксперимента, направленного на оценку натурально-физических характеристик зерна, была использована Pfeuffer пурка. В результате измерений установлено, что масса одного литра зерна озимой пшеницы составляет 782 грамма, а плотность — 0,782 г/мл. Эти показатели превышают нормативные значения, которые обычно находятся в диапазоне 0,54–0,62 г/мл (согласно таблице 1).

Превышение натурности зёрен может свидетельствовать о повышенном содержании влаги в зерновой массе. Это, в свою очередь, может негативно сказаться на качестве хлебобулочных изделий и их характеристиках.

Таблица 1.

Результаты определения натурности озимой пшеницы

Физические величины, ед. измерения	Значения
Вес/ масса, г	782
Объём, мл	100
Кубический корень объёма, мл	10
Плотность, г/мл	0,782

При определении стекловидности было взято 100 семян, проанализированы и результаты были закодированы в таблицу, где М — мучнистое зерно, Ч — частично стекловидное, С — стекловидное (табл. 2).

Основываясь на таблице 2 построили круговую диаграмму для лучше наглядности распределения данных стекловидности зерна.

Диаграмма 1.

Результаты исследования на стекловидность

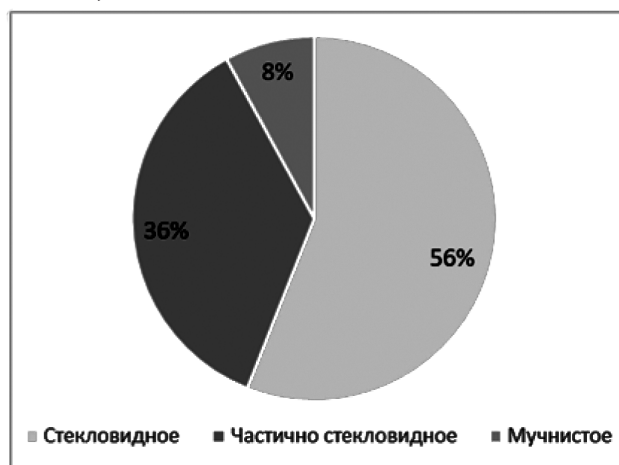


Таблица 2.

Результаты анализа 100 семян озимой пшеницы сорта Юбилейная на стекловидность

№	Результат									
	М	Ч	С	Ч	С	С	С	С	Ч	С
1	М	Ч	С	Ч	С	С	С	С	Ч	С
2	Ч	С	С	С	С	Ч	С	Ч	С	С
3	С	Ч	Ч	М	Ч	С	М	Ч	С	С
4	С	Ч	Ч	С	С	С	С	С	С	Ч
5	С	Ч	С	С	Ч	С	С	М	С	С
6	С	С	Ч	М	Ч	С	С	Ч	Ч	С
7	Ч	Ч	Ч	С	С	Ч	Ч	С	С	С
8	М	Ч	С	С	Ч	Ч	Ч	С	С	Ч
9	Ч	С	Ч	М	Ч	С	С	С	М	С
10	С	С	Ч	Ч	С	Ч	С	С	Ч	С

Из диаграммы 1 видно, что зерно относится к средне-стекловидной группе — 56 из 100, что является хорошим показателем для пшеницы.

Для проведения химического анализа были измельчены зерна с использованием электрической мельницы. Полученная пшеничная мука была загружена в инфракрасный анализатор ИНФРАСКАН-1050. Полученные данные были занесены в таблицу и подвергнуты анализу.

Таблица 3.

Качественные показатели пшеничной муки озимой пшеницы сорта Юбилейная Тимирязевская

Показатель качества, ед. измерения	Значения	Норма
Белок (протеин), %	14,44	8–25
Влага, %	14,22	14–16
Клейковина, %	24,16	18–36

На основании проведённых расчётов можно сделать вывод о повышенной плотности пшеничной муки, что отражено в таблице 3. Это свидетельствует о высоком содержании белковых веществ в муке и обеспечивает значительное количество сырой клейковины с высокими упругими свойствами и низкой пластичностью. Такие характеристики способствуют высокой газодерживающей способности теста, что, в свою очередь, придаёт хлебу правильную форму, значительный объём и оптимальную пористость. [13]

Качественные показатели пшеничной муки соответствуют установленным нормам, что указывает на высокое качество исходного зерна, пригодного для производства муки и хлебобулочных изделий.

Заключение

1. Проведя исследование влияния погодных условий на рост и развитие озимой пшеницы, мы пришли к выводу о том, что агроклиматические факторы значительно оказывают влияние на растения.
2. Для анализа качественных характеристик роста и развития озимой пшеницы мы использовали такие показатели как длина колоска, количество зерен в колоске, размер зерна, вес отдельного зерна и их общая масса. Проанализировав собранные данные получили, что урожай составил 67 ц/га, колоски были среднего размера, зерно также в среднем было среднего размера. Общая масса всех зёрен в колоске составила 217,77 г, а средняя масса одного зернышка — 2,17 г.
3. В текущем сезоне были зафиксированы благоприятные погодные условия для изучения влияния климатических факторов на рост и развитие исследуемой культуры. Достаточное количество солнечного света, а также оптимальные показатели осадков, влажности и температуры способствовали формированию высокого урожая озимой пшеницы (67 ц/га), как с точки зрения его количественных, так и качественных характеристик.
4. В результате анализа качественных характеристик зерна сорта «Юбилейная» можно заключить, что зерно озимой пшеницы демонстрирует высокие показатели стекловидности (вторая степень) и натуры, что свидетельствует о его высоком качестве. Содержание белка и клейковины находится в пределах нормы, а уровень влажности соответствует установленным стандартам. Это подтверждает пригодность зерна для использования в пищевой промышленности и производстве различных продуктов, включая муку, хлеб и другие хлебобулочные изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аккумуляция кадмия в овощных культурах в зависимости от условий минерального питания / Б.А. Ягодин, В.Н. Маркелова, И.В. Панферова [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. — 1993. — № 2. — С. 126–134.
2. Влияние абиотических факторов на рост и развитие яровых растений в условиях Экологического стационара / Т.М. Джанчаров, Д.И. Шаламов, А.Т. Котрелева // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. — 2024. — № 4–2. — С. 10–16.
3. Выездная учебная практика экологов. Яшин И.М., Васнев И.И., Постников Д.А., Атанбеков Р.А., Таллер Е.Б., Джанчаров Т.М., Рамазанов С.Р., Черников В.А., Прохоров И.С., Морев Д.В. Москва, 2015.
4. Ивенин, В.В. оптимизация биологических и химических факторов при возделывании яровой пшеницы / В.В. Ивенин [и др.] // Земледелие и его ресурсное обеспечение. Матриалы научно-практ. конференции. — Н. Новгород, 2010. — 44–49.
5. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. / Москва: Изд-во ВНИИА, 2012, 512 с.
6. Методика закладки опытов с влаголюбивыми культурами (мох, тростник, рогоз) в условиях городских экосистем. Шаламов Д.И., Джанчаров Т.М. Агротехнический вестник. 2022. № 3. С. 74–78.
7. Методические указания. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых. ВИР: пополнение, сохранение и изучение (под ред. Вишняковой М.А.). — СПб.: ООП «КопиР. Групп», 2010 — 142 с.
8. Немченко, В.В. Оптимизация приемов агротехники перспективных сортов яровой пшеницы / В.В. Немченко, А.С. Филиппов // Земледелие. — 2011. — № 6. — С. 15–17.

9. Обработка почвы, как фактор регулирования почвенного плодородия/ А.Ф. Витери, В.И. Турусов, В.М. Гармашов и др. Воронеж: Изд-во «Истоки», 2011. — 208 с.
10. Оценка влияния структуроулучшающих добавок и минеральных удобрений на содержание тяжелых металлов в городских почвах под газонами. Гвоздь В.К., Джанчаров Т.М., Шаламов Д.И., Жевнеров А.В., Васильев Д.А. *Агрехимический вестник*. 2023. № 3. С. 86–90.
11. *Российский статистический ежегодник*. М., 2022–2023.
12. Сборник материалов III международной научно-практической конференции «современные исследования: теория, практика, результаты» (шифр – МКСИ) «ЦРОН», г. Москва 2024 г. — С. 276.
13. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024623198 Российская Федерация. «Эффективное внедрение биопрепаратов в аграрном секторе на примере препаратов фирмы ООО «Живые бактерии»: № 2024622646: заявл. 21.06.2024; опубл. 18.07.2024 / Т.М. Джанчаров, Н.В. Лагутина, А.В. Евграфов, Д.И. Шаламов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева».
14. Технология посадки рогоза узколистного на торфяном грунте для достижения максимального накопления органического углерода в почве / В.К. Гвоздь, Д.И. Шаламов // *АгроЭкоИнфо*. — 2023. — № 5(59).
15. Функционально-экологическая оценка пространственно-временной изменчивости эмиссии потоков парниковых газов в посадке ивы пурпурной на городских почвах / М.В. Тихонова, М.Т. Спыну // *Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды : сборник материалов всероссийской школы-семинара, посвященной памяти Н.Ф. Реймерса и Ф.Р. Штильмарка*, Пермь, 22–23 апреля 2021 года. — Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2021. — С. 430–432.

© Лагутина Наталия Владимировна (nlagutina@rgau-msha.ru); Джанчаров Турмушбек Мурзабекович (tdzhancharov@rgau-msha.ru);
Евграфов Алексей Викторович (a.evgrafov@rgau-msha.ru); Шаламов Дмитрий Игоревич (shalamov.dmitrii@rgau-msha.ru);
Кутенкова Мария Викторовна (kutenkovamaria@gmail.com)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»