

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
«Кваркенская средняя общеобразовательная школа»

Всероссийский школьный конкурс ко старистике «Тренд»

Номинация 1. «Учимся собирать статистические данные».

Тема исследования: «Оценка рисков снижения количества микрозелени от переохлаждения».

Работу выполнили учащиеся 9Б  
класса: Воронова Елена,  
Померко Валерия,  
Трусикова Дарья  
Научный руководитель: учитель  
биологии МАОУ «Кваркенская  
СОШ» Безлюдная Мария  
Александровна

с. Кваркено  
Оренбургской области  
2022 – 2023 учебный год

## Аннотация

Цель нашего проекта определить риски снижения количества микрозелени от переохлаждения. В ходе исследования были использованы такие ресурсы как Excel (первичный анализ, создание графиков и диаграмм для наглядного представления результатов выращивания микрозелени, Яндекс.Документы (для написания работы).

Работа состоит из нескольких частей: аннотации, введения, агротехники микрозелени, программы исследования, результатов исследования. Финальный продукт исследования: оценка рисков отрицательного влияния на проростки пониженных температур.

## Оглавление:

Аннотация

Введение

Агротехника микрозелени

Пошаговая технология выращивания микрозелени. Дневник наблюдений

Сбор и анализ полученных данных (контрольная и экспериментальная группы)

Результаты работы

Источники информации

Приложение

## **Введение**

Микрозелень, или так называемый микрогрин – это молодые ростки растений, которым более 14 дней [5]. Они представляют молодые побеги овощей и зелени, достигшие 2-5 см роста и раскрывшие первые листочки. Сейчас они активно входят в моду, так как имеют большое разнообразие видов, очень полезны и легко выращиваются.

Микрогрин обладает приятным перечным вкусом и тонким ароматом. Готова к срезке и употреблению примерно через 10 дней после посева, но стоит учитывать, что процессы жизнедеятельности у каждого вида растений осуществляются при определенном тепловом режиме, который зависит от качества тепла и продолжительности его воздействия. Разные растения нуждаются в разном количестве теплоты и обладают различной способностью переносить отклонения (как в сторону понижения, так и повышения) температуры от оптимальной. Оптимальная температура — наиболее благоприятная температура для определенного вида растения в определенной стадии развития. Исходя из актуальности нами сформулирована проблема исследования: Каковы риски снижения микрозелени от переохлаждения.

Цель: оценка рисков снижения количества микрозелени от переохлаждения.

Задачи:

1. изучить и проанализировать литературу по теме исследования;
2. изучить агротехнику микрозелени;
3. составить алгоритм исследования;
4. проанализировать влияние переохлаждения на срок созревания и на количество микрозелени.

Гипотеза: Если охладить всходы микрозелени после прорастания, то это отразится на высоте растений и сроках её созревания.

Объект исследования: горчица.

Исследование проводилось на базе МАОУ «Кваркенская СОШ».

## Агротехника микрозелени

Вырастить микрозелень легко даже начинающему агроному. В сети Интернет большое количество сайтов и блогов, на которых вам подскажут алгоритм действий.

Итак, для выращивания микрогрин подойдет любая низкая широкая ёмкость (контейнер, тепличка и т. д. Ее заполняют на 2/3 субстратом (можно использовать любой грунт для рассады или комнатных растений, а также песок, бумажные или хлопчатобумажные салфетки, листы агроваты). Их увлажняют и слегка уплотняют (если это почва). Семена раскладывают по поверхности подготовленного субстрата, слегка присыпают и еще раз уплотняют. Увлажнение проводят из опрыскивателя. Затем ёмкость накрывают стеклом или пленкой и не снимают её до появления всходов. Семена прорастают на свету при комнатной температуре. В фазе первой пары настоящих листочков микрозелень срезают ножницами. Обычно это наступает на 8-10 день после посева. Оптимальная длина микрозелени горчицы составляет 2-5 см.

### Условия выращивания микрозелени

- Оптимальной температурой для выращивания микрозелени является 20-22 °С. При ее снижении, растениям понадобится больше времени для роста, а при повышении, они могут застрять или пересохнуть.
- За свой короткий рост, микрогрин не успевает заразиться какими-либо заболеваниями. Но бывают и исключения. При переизбытке влаги или плохом качестве семян на них может появиться плесень. Если Вы сомневаетесь в качестве семян, предварительно замочите их в растворе соды (1 г на 200 мл) или борной кислоты (0,2 г на 1 л) на сутки.
- После каждого сбора урожая, емкость, которая будет повторно использоваться должна тщательно очищаться и дезинфицироваться.
- Коврики из льна, вату, кокосовый субстрат и т.д., не стоит применять второй раз. В случае, если планируете вторично использовать почву, ее нужно прокалить и продезинфицировать раствором магранцовки.
- Размещайте мини-ростки на солнечном месте, но избегайте прямых солнечных лучей. Микрозелени столько света не требуется, это может лишь высушить растения или привести к активному росту патогенных грибов.
- Не стоит превышать густоту посева, так как проростки будут хуже проветриваться и в результате на них появиться плесень.
- Также стоит уметь отличать плесень от наличия нормальных корневых волосков на проростках. Они нужны для лучшего удерживания влаги. Корневые волоски имеют нечеткую структуру, плесень больше напоминает паутину. Плесень, в

отличии, от волосков, слизистая на ощупь. Также при наличии плесени на корнях появиться характерный запах. Плесень исчезает после полоскания водой, а корневой волос возвращается через пару часов. И последнее, здоровые волоски располагаются только на корнях, а плесень может поражать все части растения [4].

Для проведения нашего эксперимента нам потребовались:

- Семена горчицы, которые не были обработаны пестицидами (мы взяли 800 семян, одинаковое количество для контрольной и экспериментальной групп);
- тара для выращивания (одноразовые контейнеры с крышкой);
- субстрат (агровата для порашивания);
- комнатные термометры;
- ручной распылитель для полива;
- линейки и острые ножницы.

### **Пошаговая технология выращивания микрозелени. Дневник наблюдений.**

1. Перед началом эксперимента мы разделили семена на 2 группы (по 400 семян в каждой группе). Посевной материал был отобран и посеян в одинаковые условия 14 ноября.

2. На дно мини-теплички выложили агровату (в соответствии с инструкцией ее ничем не обрабатывали) и равномерно разложили семена по поверхности.

3. Обильно полили семена с помощью распылителя.

4. Затем накрыли тару крышкой и перенесли в теплое место. Для лучшего эффекта, накрыли мини-тепличку тканью.

5. Во время прорастания семена проветривали и поливали 1-2 раза в день. Следили, чтобы при недостатке воздуха и избытке влаги семена не покрылись плесенью. Первые всходы появились 15 ноября в 8-30 (семена набухли, стал наклеиваться первичные корешки). Температура днем (была ясная погода поднималась до 26 ° C, а вечером опускалась до 20 ° C - это не сильно отличается от оптимальной температуры для прорастивания микрозелени горчицы, что позволяет поддерживать оптимальных условий для роста растений). Первичные корешки начали появляться 16 ноября.

6. После того, как семена начали прорасти (16 ноября в 15-00), убрали крышки и часть растений поставили на светлое место (подоконник) – контрольная 1-4 группа, а экспериментальную – убрали в бытовой холодильник и выдержали при температуре 3° C сутки (поскольку горчица является морозостойкой культурой и может выдерживать мороз ниже пяти градусов). Понижение температуры замедляет процессы метаболизма, тем самым замедляет процессы роста и развития растения.

7. После этого обе группы поместили на один подоконник, выходящий на южную сторону. Стоит отметить, что часть микрозелени (как контрольной, так и экспериментальной группы) располагались ближе к системе отопления: у них фиксировалась температура на 2-3° С выше, чем та, которая стояла у окна. Среднесуточная температура составляла 23° С.

8. Следили за проростками обеих группы, чтобы они не попадали прямые солнечные лучи, так как они могут высушить маленькие растения и тогда бы эксперимент пришлось повторять. К концу эксперимента за окном установилась пасмурная погода, выпал снег, поэтому температура стала фиксироваться на 4-6° С ниже (в районе 15-18° С), что значительно повлияло на рост молодых растений.

9. В дальнейшем микрозелень умеренно поливать (опрыскивали из распылителя) 1-2 раза в день по мере подсыхания субстрата, стараясь не переувлажнять, чтобы не начала расти плесень.

10. К употреблению микрозелень была готова через 8 дней (контрольная группа), а через 13 дней – экспериментальная.

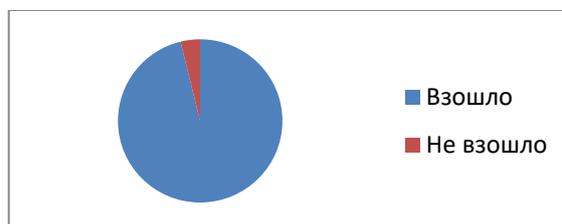
11. Готовые ростки срезали ножницами, у всех выросших образцов измерили длину и все данные внесли в таблицы – составили вариационные ряды, или последовательность численных показателей проявлений определенного признака (варианты), расположенных в порядке их возрастания или убывания[1]. По данным таблиц мы смогли построить вариационные кривые, подсчитали варианты модификации каждой из исследуемых групп. В результате опытов было установлено, часть семян не взошло (элемент случайности, который невозможно предусмотреть), поэтому решение посеять 100 семян оправдало себя.

### Сбор и анализ полученных данных

#### (контрольная и экспериментальная группы)

В ходе эксперимента было посеяно 800 семян горчицы (рис. 1), из которых не взошло 32 семени, что всхожесть посевного материала составляет 96%. Это соответствует достаточно высокому уровню всхожести семян. На субстрате плесень не развилась, что говорит о том, что мы достаточно хорошо ухаживали за микрогрином, а условия созданные для неё были оптимальными.

Рисунок 1. Всхожесть семян горчицы.



Проанализируем данные контрольных и экспериментальных групп эксперимента. Для этого построим вариационные кривые для каждой группы, отражающие размах вариации и частоту встречаемости (это будет графическим выражением изменчивости высоты растения). Зная, что высота растения меняется в определенных пределах, чем стабильнее условия, тем короче ряд. Определим, насколько наша вариационная кривая соответствует среднему значению признака.

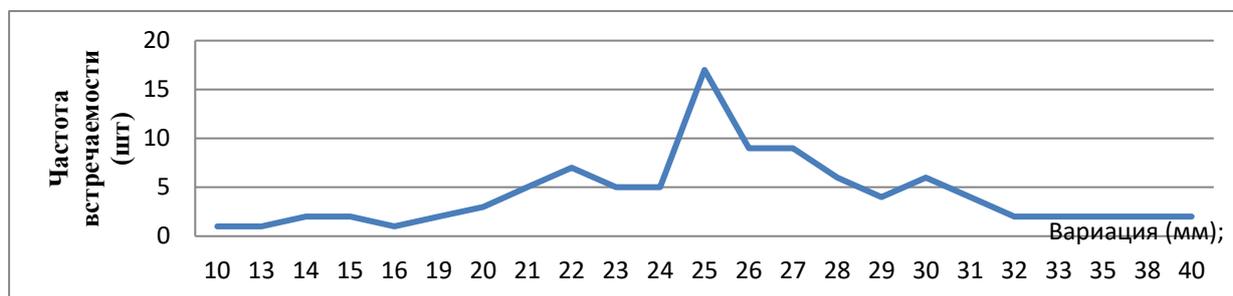
Зная частоту встречаемости (P), размах вариации (V) и n – общее количество растений, можно подсчитать среднее значение модификации по формуле:

$$M = \frac{\sum(P*V)}{n} \quad (1)$$

Анализ полученных данных (контрольная группа)

Растения контрольной группы не подвергались переохлаждению, но стоит отметить то, что температурные условия группы 1 и 3 отличались от данных показателей группы 2 и 4 на 2-3° С выше, поскольку они стояли ближе к системе отопления. В данной группе проросло 99 семян. Проанализируем все данные, полученные от контрольных групп. Построим график вариационной кривой группы 1 (рис. 2). В данной группе мы насчитали 23 варианта длины.

Рисунок 2. Вариационный ряд группы 1.



Растения этой группы росли на хорошо освещенном солнцем месте (рис. 2). С достаточно высокой температурой. Поэтому вариационный ряд не очень длинный, самое большое количество приходится на 25 - 27 мм (35 растений), что соответствует среднему значению признака. Определим частоту встречаемости отдельных вариантов вариационном ряду и представим их в виде таблицы (табл 1).

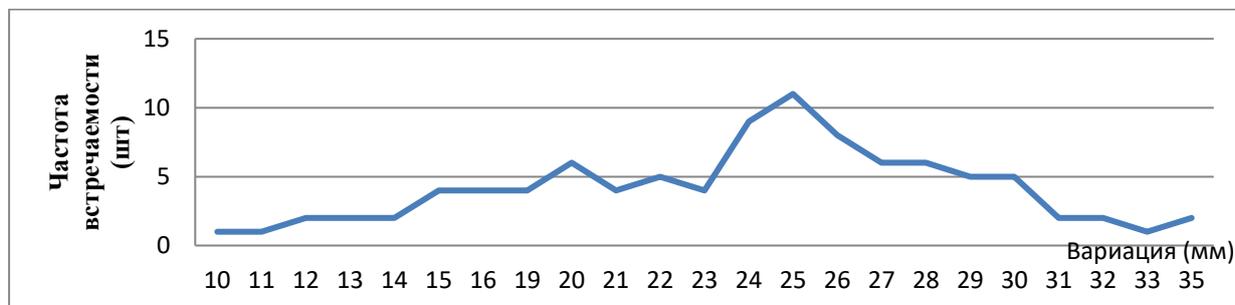
Таблица 1. Частота встречаемости отдельных вариантов в вариационном ряду

Длина микрорзелени	Количество растений (шт)	Значение (%)
Среднее значение признака 25 – 27 мм	35	35,35
Отклонение в меньшую сторону от 10 до 24 мм	34	34,34
Отклонение в большую сторону от 28 до 40 мм	30	30,30

Исходя из полученных, можно сделать вывод, что частота встречаемости средних членов вариационного ряда группы 1 практически отличается от вариант с наибольшим и наименьшим значением признака. Среднее значение признака рассчитаем по формуле 1. Оно составляет 25,61 мм.

Проанализируем данные группы 2 и представим их в виде графика (рис 3).

Рисунок 3. Вариационный ряд группы 2.



Растения группы 2 росли ближе к окну (температура на 2-3° ниже, чем в группе 1). Из 100 посаженных семян возшло 96. Всего в этой группе мы насчитали 23 варианты длины. Наибольшая частота встречаемости приходится на 25-26 мм. Определим частоту встречаемости отдельных вариантов вариационном ряду и представим их в виде таблицы (табл 2).

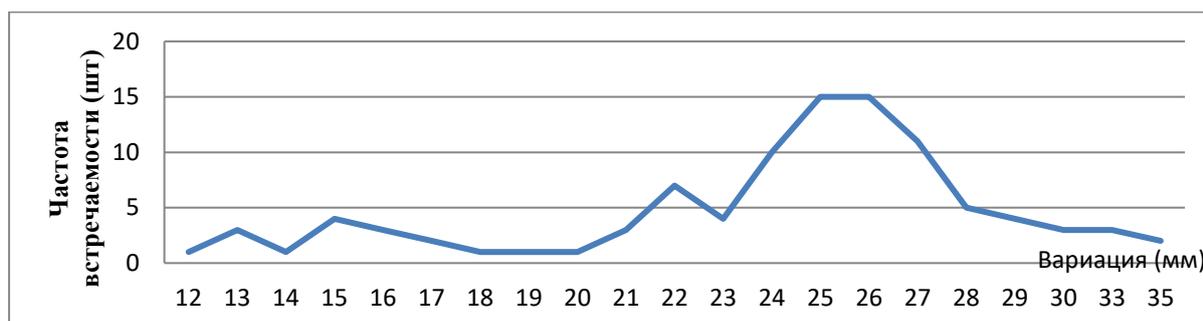
Таблица 2. Частота встречаемости отдельных вариантов в вариационном ряду.

Длина микрозелени	Количество растений (шт)	Значение (%)
Среднее значение признака 24 – 26 мм	28	29,17
Отклонение в меньшую сторону (от 10 до 23 мм)	39	40,63
Отклонение в большую сторону (от 27 до 35 мм)	29	30,21

Исходя из полученных, можно сделать вывод, что частота встречаемости средних членов вариационного ряда группы 2 незначительно отличается от вариант с наибольшим составляет 30,21%, а с наименьшим только 29,17%. Среднее значение признака рассчитаем по формуле 1. Оно составляет 23,52 мм.

Растения этой группы 3 росли на хорошо освещенном солнцем месте (рис. 4). С достаточно высокой температурой близко к системе отопления (был велик риск гибели растений из-за быстрого высыхания субстрата). Из 100 посеянных семян возшло 99. В данной группе мы насчитали 21 вариант (наименьший в контрольной группе) длины микрозелени (рис 4).

Рисунок 4. Вариационный ряд группы 3.



Наибольшая частота встречаемости приходится на 24-27 мм. Определим частоту встречаемости отдельных вариантов вариационном ряду и представим их виде таблицы (табл 3).

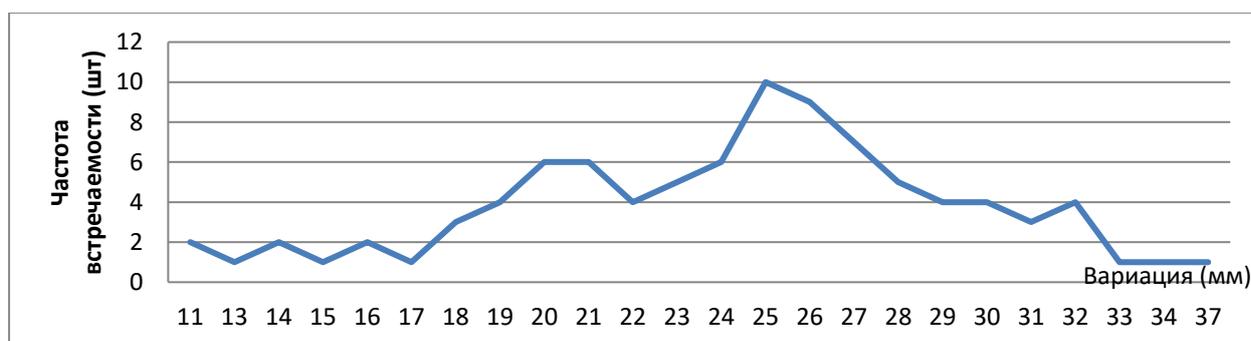
Таблица 3. Частота встречаемости отдельных вариантов в вариационном ряду.

Длина микрозелени	Количество растений (шт)	Значение (%)
Среднее значение признака 24 – 27 мм	51	51,51
Отклонение в меньшую сторону (от 12 до 23 мм)	31	31,31
Отклонение в большую сторону (от 28 до 35 мм)	17	17,17

Исходя из полученных, можно сделать вывод, что частота встречаемости средних членов вариационного ряда группы 3 незначительно отличается от вариант с наименьшим составляет 51,51%, а с наибольшим только 17,17%. Среднее значение признака рассчитаем по формуле 1. Оно составляет 24,14 мм.

Растения группы 4 росли ближе к окну (температура на 2-3° ниже, чем в группе 3). Из 100 посаженных семян возшло 92 (это самый низкий показатель в контрольной группе). Всего в этой группе мы насчитали 25 вариантов длины. Все данные мы представили в виде графика (рис. 5).

Рисунок 5. Вариационный ряд группы 4.



Наибольшая частота встречаемости приходится на 25-27 мм. Определим частоту встречаемости отдельных вариант вариационном ряду и представим их виде таблицы (табл 4).

Таблица 4. Частота встречаемости отдельных вариант в вариационном ряду.

Длина микрозелени	Количество растений (шт)	Значение (%)
Среднее значение признака 25 – 27 мм	26	28,26
Отклонение в меньшую сторону (от 11 до 24 мм)	43	46,74
Отклонение в большую сторону (от 28 до 37 мм)	23	25

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что частота встречаемости средних членов вариационного ряда группы 4 отличается от вариант с наименьшим составляет 28,26%, а с наибольшим - 25%. Среднее значение признака рассчитаем по формуле 1. Оно составляет 24,17 мм.

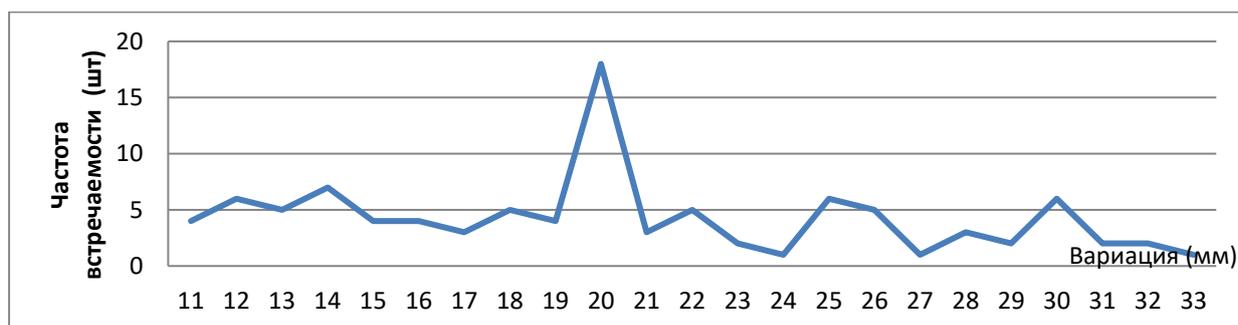
Итак, наименее благоприятные условия в контрольной группе были у растений 2 и 4 группы. Среднее значение модификации у них оказалось 23,52 мм и 24,17 мм соответственно. В группе 4 всхожесть семян оказалась самой низкой. Среднее значение модификации с группе 1 составил 26,61 мм, а в 3 – 24,14. Всхожесть семян в этих группах оказалась выше. Наименьшее количество вариантов мы насчитали в 3 группе (наиболее благоприятные результаты для выращивания микрозелени), а наибольшее – в 4 группе (25вариантов). Стоит отметить, что растения контрольной группы достигли товарной зрелости на 8 день.

#### Анализ результатов экспериментальной группы

Растения экспериментальной группы подвергались переохлаждению (после появления всходов они были помещены в холодильник), также стоит отметить то, что температурные условия группы 1 и 2 отличались от данных показателей группы 3 и 4 на 2-3° С выше, поскольку они стояли ближе к окну. В группе 1 проросло 99 семян. Построим график вариационной кривой группы 1 (рис. 6). В данной группе мы насчитали 23 варианта длины.

Растения этой группы росли на хорошо освещенном солнце месте (рис. 6). Вариационный ряд не очень длинный, он отличается от других тем, что очень много растений небольшого размера, а также не наблюдается плавного перехода от минимальны и максимальных значений к средней варианте.

Рисунок 6. Вариационный ряд группы 1.



Самое большое количество вариаций приходится на 20 мм (18 растений). Определим частоту встречаемости отдельных вариантов вариационном ряду и представим их виде таблицы (табл 5).

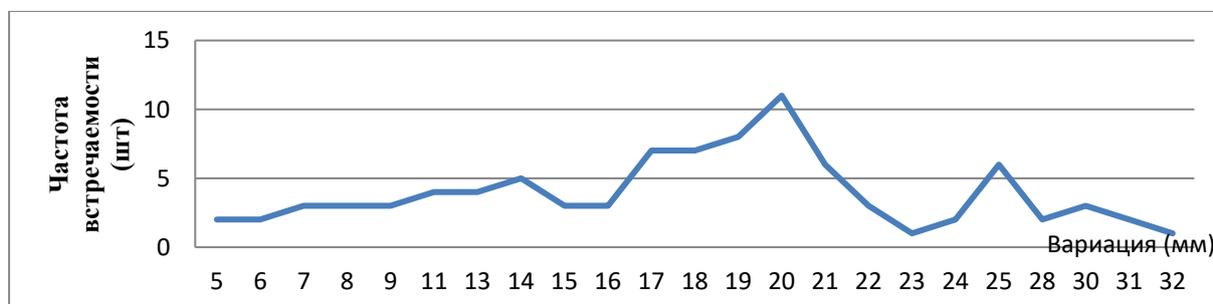
Таблица 5. Частота встречаемости отдельных вариантов в вариационном ряду

Длина микрозелени	Количество растений (шт)	Значение (%)
Среднее значение признака 20 мм	18	18,18
Отклонение в меньшую сторону (от 10 до 24 мм)	42	42,42
Отклонение в большую сторону (от 28 до 40 мм)	39	39,39

Исходя из полученных (табл. 5), можно сделать вывод, что частота встречаемости средних членов вариационного ряда группы 1 значительно отличается от вариант с наибольшим и наименьшим значением признака. Среднее значение признака рассчитаем по формуле 1. Оно составляет 20,31 мм.

В группе 2 проросло всего 91семя. Мы насчитали в ней 23 варианты. Проанализируем данные группы и представим их в виде графика (рис 7).

Рисунок 7. Вариационный ряд группы 2.



Растения группы 2 росли ближе к окну (температура на 2-3° С ниже, чем в группе 1). Наибольшая частота встречаемости приходится на 17-21 мм. Определим частоту встречаемости отдельных вариантов вариационном ряду и представим их виде таблицы (табл 6).

Таблица 6. Частота встречаемости отдельных вариантов в вариационном ряду.

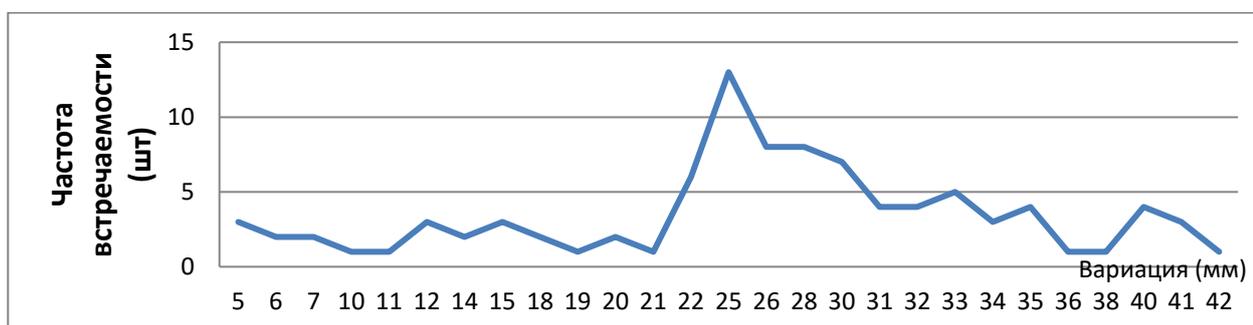
Длина микрозелени	Количество растений (шт)	Значение (%)
Среднее значение признака 17 – 21 мм	39	42,86
Отклонение в меньшую сторону (от 5 до 16 мм)	32	35,16
Отклонение в большую сторону (от 22 до 32 мм)	20	21,98

Исходя из полученных, можно сделать вывод, что частота встречаемости средних членов вариационного ряда группы 2 незначительно отличается от вариант с наименьшим и составляет 42,86%, а с наименьшим только 21,98%. Среднее значение признака рассчитаем по формуле 1. Оно составляет 17,84 мм.

Группа 3 и 4 росла ближе к системе отопления, поэтому и показатели у них получились выше, чем в группах 1 и 2. Проанализируем данные этих групп.

В группе 3 взошло и выросло 95 растений. Всего в этой группе мы насчитали 27 вариантов длины. Все данные мы представили в виде графика (рис. 8).

Рисунок 8. Вариационный ряд группы 3.



Наибольшая частота встречаемости приходится на 22-27 мм. Определим частоту встречаемости отдельных вариантов вариационном ряду и представим их виде таблицы (табл 7).

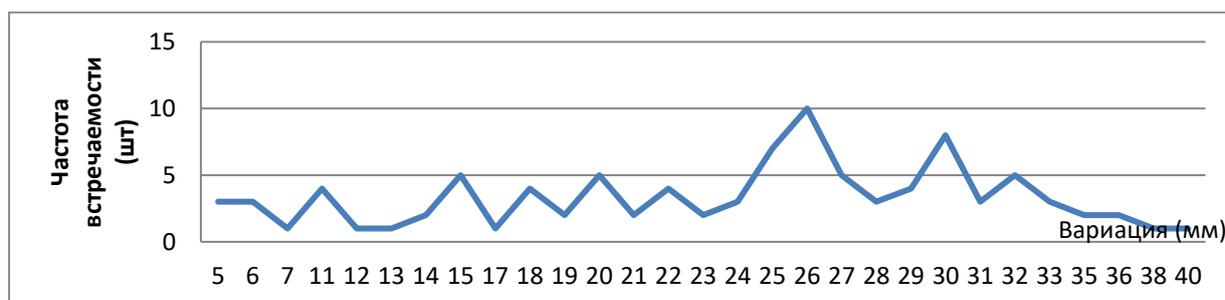
Таблица 7. Частота встречаемости отдельных вариантов в вариационном ряду.

Длина микрозелени	Количество растений (шт)	Значение (%)
Среднее значение признака 22 – 30 мм	42	44,21
Отклонение в меньшую сторону (от 5 до 21 мм)	23	24,21
Отклонение в большую сторону (от 31 до 42 мм)	30	34,58

Исходя из полученных (табл. 7), можно сделать вывод, что частота встречаемости средних членов вариационного ряда группы 3 значительно отличается от вариант с наибольшим и наименьшим значением признака. Среднее значение признака составляет 25,72 мм (формула 1).

Анализируя данные группы 4 мы получили большое количество вариант – 29. Здесь проросло 97 семян. Все данные мы представили в виде графика (рис. 8).

Рисунок 8. Вариационный ряд группы 3.



Наибольшая частота встречаемости приходится на 25-30 мм. Определим частоту встречаемости отдельных вариант вариационном ряду и представим их виде таблицы (табл 8).

Таблица 8. Частота встречаемости отдельных вариант в вариационном ряду.

Длина микрозелени	Количество растений (шт)	Значение (%)
Среднее значение признака 25 – 30 мм	37	38,14
Отклонение в меньшую сторону (от 5 до 24 мм)	43	44,33
Отклонение в большую сторону (от 31 до 40 мм)	17	17,53

Частота встречаемости средних членов вариационного ряда группы 3 (табл. 8) значительно отличается от вариант с наибольшим значением признака и составляет только 17,53%. Среднее значение признака составляет 23,39 мм (формула 1).

### Результаты работы

Сравним среднее значение признака и срок созревания всех групп исследования, представив все данные исследования в таблице (табл 9).

Как видим из таблицы температура роста микрогрин очень сильно влияет на сбор урожая. Если ростки горчицы подверглись охлаждению (экспериментальная группа), то это значительно отодвигает сроки сбора готовой продукции. Стоит отметить, что на рост растения достаточно сильно влияет температура окружающей среды: у групп у групп 1 и 3 показатель среднего значения признака немного выше, чем у 2 и 4 групп, у

которой температура была ниже на 2-3° С. Похожий результат мы получили и в экспериментальной группе (сравнивая результаты групп 1,2 и 3,4).

Таблица 9. Сравнительный анализ вариант и сроков созревания микрозелени контрольной и экспериментальной групп.

Группа	Условия роста	Среднее значение признака (мм)	Срок срезки микрогрена
Контрольная группа			
1	Ближе к системе отопления	25,61	8 дней
2	Ближе к окну	23,52	8 дней
3	Ближе к системе отопления	24,14	8 дней
4	Ближе к окну	24,17	8 дней
Экспериментальная группа			
1	Ближе к окну	20,31	13 дней
2	Ближе к окну	17,84	13 дней
3	Ближе к системе отопления	25,72	13 дней
4	Ближе к системе отопления	23,39	13 дней

Итак, результаты нашего эксперимента подтвердили нашу гипотезу. Низкие температуры отрицательно влияют на проростки горчицы, увеличивая срок созревания и уменьшая среднюю длину микрозелени.

#### Источники информации

1. Панкратова А. Семена. Выбор, подготовка к посеву, семеноводство. Библиотека журнала «Черноземочка». М: Социум. 2012
2. Статистика в 2 т. Том 1: Учебник / Елисеева И.И. - Отв. ред. — 4-е изд., пер. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 332.
3. Статистика в 2 т. Том 2: Учебник / Елисеева И.И. - Отв. ред. — 4-е изд., пер. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 346
4. Чурсина. М. Способы выращивания микрозелени. // <https://semena.cc/blog/microgreen/sposoby-vyrashhivaniya-mikrozeleni/>
5. Супермаркет Семян. Все об овощных культурах и их выращивании. Проростки. // <https://pro-rostki.ru/infografika/vremya-prorastaniya-semyan/>

Приложение  
Этапы исследования

