

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РОСТ КАПУСТЫ

**Клычникова Ольга Александровна,**

бакалавр, химик - микробиолог в ООО «Агрофермент»,

магистрант ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,

г. Мичуринск, Россия

**Брижанский Лев Викторович**

кандидат технических наук, старший преподаватель

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,

г. Мичуринск, Россия

**Гордеев Александр Сергеевич**

доктор технических наук, профессор

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,

г. Мичуринск, Россия

**Мишин Борис Сергеевич**

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,

г. Мичуринск, Россия

klycnicova.a.a@mail.ru

## **Аннотация**

Белокочанная капуста — высокоурожайная универсальная овощная культура. Наличие специализированных сортов разных сроков созревания и хозяйственного назначения позволяет использовать капусту в свежем виде на протяжении всего года. Её используют в свежем, маринованном и сушеном виде. Из нее готовят различные овощные консервы [1].

**Ключевые слова:** капуста, статья, радиация.

## **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ**

Целью настоящей работы является собрать данные и провести анализ влияния лазерного излучения разной мощности и времени продолжительности на рост и

развитие капусты белокочанной с использованием лазерного инфракрасного низкоинтенсивного излучения.

*Задачи, решаемые в ходе выполнения работы:*

1. Установить, при какой мощности и времени обработки корней и листьев рассады капусты белокочанной, наблюдается улучшение показателей ее развития;
2. Определить, какая методика посадки рассады капусты белокочанной подходит для данной работы;
3. Провести, экспериментальные исследования влияния лазерной обработки на рост и развитие капусты белокочанной;
4. Сделать выводы по работе и выяснить влияние лазерной обработки на урожайность капусты белокочанной

*Объект исследования*

Предпосевная обработка листьев и корня капусты белокочанной; лазерное электромагнитное поле.

Предмет исследования: влияние лазерного излучения на рост капусты.

*Оборудование, программное обеспечение и приборы, применяемые при выполнении работы:* Лазерная установка; компьютер; программный пакет Mathcad 15, Matlab.

Гипотеза: обработка лазерным электромагнитным полем позволит стимулировать рост капусты белокочанной.

Капуста – один из самых популярных овощей. Выращивается для приготовления пищи (брокколи, савойская, цветная, белокочанная) и используется в салатах (пекинская и краснокочанная). Применяется, как растительный корм для животных (белокочанная). Семена различных ее сортов широкодоступны в семенных магазинах. Капуста выращивается в богатых влагой (естественные осадки или искусственное орошение) условиях. Потребность в воде у этого овоща высокая [2]. Раннеспелую белокочанную капусту убирают по мере достижения кочанами товарной спелости (средняя масса кочана 400 грамм). С времени посадки должно пройти примерно 3 – 3,5 месяца.

В основу наших экспериментальных исследований положено оборудование (стенд) для облучения рассады капусты.

Таким образом для выращивания капусты требуется длительное время. Для ускорения роста и улучшения качества капусты белокочанной нами предлагается способ обработки лазерным излучением.

### **ПРОЦЕСС ОБЛУЧЕНИЯ РАССАДЫ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ.**

Облучение рассады капусты происходило в лаборатории Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Мичуринского государственного аграрного университета. Лазерный диод представлен на рисунке 1.1. Стенд для лазерного излучения представлен на рисунке 1.2, 1.3. Для изучения влияния лазерного излучения на рост капусты были выбраны следующие параметры обработки корней и листьев рассады капусты белокочанной:

1.отсутствие лазерной обработки (контрольная группа); 2. обработка при мощности (P) 5 Вт в течение (T) 10 секунд; 3. обработка при мощности (P) 5 Вт в течение (T) 20 секунд; 4. обработка при мощности (P) 5 Вт в течение (T) 40 секунд.



*Рис. 1.1 - Лазерный диод.*



- 1 – Лазерные диоды
- 2 – блок управления лазерными диодами
- 3 – штатив для лазерных диодов

*Рисунок 1.2 – Стенд для облучения листьев и корней рассады капусты белокочанной.*



- 1 – Лазерные диоды
- 2 – штатив для лазерных диодов
- 3 – облучаемая рассада капусты
- 4 - подставка

*Рисунок 1.3 – Стенд для облучения листьев и корней рассады капусты белокочанной.*

Назначение стенда: 1. Облучение листьев и корней отдельной рассады капусты лазерным излучением; 2. Регулирование лазерных диодов на необходимом расстоянии; 3. Корень капусты, облучаемый лазерными диодами; 4. Подставка служит для регулировки расстояния до диодов.

Обработке лазерным облучателем была подвержена однородная рассада капусты белокочанной в количестве сорока штук. Объект для облучения представлен на рис. 1.4, 1.5.



*Рисунок 1.4 – Рассада капусты белокочанной.*



*Рисунок 1.5 - Рассада капусты белокочанной.*

Для проведения эксперимента и лучшего понятия влияния лазерного облучения на рост капусты из сорока штук рассады десять штук не было подвержено облучению в последствие 1.1, 1.2, десять штук облучались при мощности (Р) 5 Вт в течение (Т) 10 секунд в последствие 2.1, 2.2, десять штук облучались при мощности (Р) 5 Вт в течение (Т) 20 секунд в последствие 3.1, 3.2, десять штук при мощности (Р) 5 Вт в течение (Т) 40 секунд в последствие 4.1, 4.2.

#### **Наблюдение и уход за высаженным материалом.**

После проведения облучения корней и листьев рассады капусты белокочанной, следующим этапом эксперимента была высадка изучаемого объекта.

Высадка в открытый грунт состоялась 14 (четырнадцатого) мая 2018 года в с. Хобот – Богоявленском Первомайского района Тамбовской области. Перед высадкой рассады было проведено ряд мероприятий для лучшего роста капусты белокочанной. Для лучшей приживаемости рассады, территория для выращивания капусты, представленная на рисунке 1.6, была обработана от сорняков и тщательно подвержена рыхлению. Так же перед высадкой рассады из земли были сооружены лунки, в последствие, хорошо политые чистой водой.



*Рисунок 1.6 - Территория для выращивания капусты.*

Для исследования влияния определенного месторасположения неподверженной облучению, в количестве 10 шт, и подверженной облучению рассады капусты белокочанной на рост и развитие, представленное на рисунке 1.7,1.8, на земельном

участке произошло в следующем виде.



Рисунок 1.7 – Распределение рассады на земельном участке.



Рисунок 1.8 – Высаженная рассада.

В течение 116 дней проводилась проверка роста и развития капусты. Все данные записывались в журнал каждые 5 дней.

На 116 день роста была произведена уборка урожая, представленная на рисунке 1.9.



Рисунок 1.9 – Сбор урожая.

### **Требования к качеству капусты белокочанной при реализации**

Качество белокочанной капусты оценивают по **ГОСТ 1724** "Капуста белокочанная свежая, заготавливаемая и поставляемая", **ГОСТ 51809** "Капуста белокочанная, реализуемая в розничной торговой сети" (делится на два сорта: отборная и обыкновенная). При оценке качества учитывают:

#### ***ГОСТ Р 51809-2001***

Наименование на русском языке Капуста белокочанная свежая

РАЗРАБОТАН Государственной инспекцией по качеству сельскохозяйственной продукции,

сырья и продовольствия Правительства Москвы и рабочей группой с участием специалистов Всероссийского

научно-исследовательского института овощеводства (ВНИИО) РАСХН [4].

### ***Среда моделирования MATLAB***

Программа считывания и обработки изображения капусты. Программа считывает и обрабатывает изображения листьев капусты белокочанной, рассчитывает  $r$ ,  $g$ ,  $b$  - координаты цвета, выводит черно-белое изображение, рассчитывает среднее значение сигнала  $m$  и среднеквадратическое отклонение  $\sigma$  изображения выбранного участка листа капусты, показывает гистограмму выбранного участка изображения.

Программа считывания и обработки изображения капусты

```
% Программа считывания и обработки изображения капусты
```

```
clc;close all;clear all;% очисткаэкрана
```

```
I2=imread('D:\Диплом 2019\Фотографии\2.jpg');
```

```
%Чтение изображения из файла
```

```
%Показ изображения
```

```
imshow(I2);
```

```
%Вырезание изображения
```

```
D=imcrop(I2);
```

```
figure,imshow(D);
```

```
%Количество точек для анализа
```

```
n=3;
```

```
%Построение профиля
```

```
[cx,cy,c,xi,yi]=improfile(n);
```

```
%Определение значения пикселей
```

```
[xi yi P1]=impixel(D,[cx],[cy]);
```

```
P1
```

```
%Создание черно-белого изображения
```

```
D1=rgb2gray(D);  
figure,imshow(D1);  
%Вывод гистограммы черно-белого изображения  
figure,imhist(D1);  
%среднее значение элементов матрицы  
r=mean2(P1(:,1));  
g=mean2(P1(:,2));  
b=mean2(P1(:,3));  
temp=[rgb]  
%Конец эксперимента
```

После установки и запуска программы MATLAB, для обработки фотографий необходимо:

1. Открыть необходимую фотографию с помощью кнопки «Run»;
2. Поступит запрос для продолжения работы. Необходимо нажать кнопку «ChangeFolder». После нажатия кнопки «ChangeFolder» появляется выбранное изображение.
3. Далее для продолжения работы необходимо отметить фрагмент изображения, на котором необходимо определить координаты  $r$ ,  $g$ ,  $b$ . Для этого мышкой выделяется необходимый прямоугольник. После выделения нужного фрагмента изображения, двойным нажатием мышкой на этот фрагмент программа продолжает работу.
4. В появившемся окне перекрестием и двойным нажатием мышкой, выделяем участок, на котором указываются точки поверхности для определения координат  $r$ ,  $g$ ,  $b$ ,
5. В третьем окне появляется черно-белое изображение выделенного участка листа.





Для обработки экспериментальных данных нами использовалась среда MATLAB, в среде которой получали регрессионные зависимости, а также обрабатывали изображения листьев капусты белокочанной.

Программа для расчета координат цвета листьев капусты белокочанной и расчета регрессионных зависимостей излучения влияния на качество капусты белокочанной. Программа считывает изображения капусты белокочанной, рассчитывает  $r$ ,  $g$ ,  $b$  - координаты цвета, рассчитывает параметры уравнений регрессии и строит их графические зависимости.

$$y_1 = a_0 + a_1x - \text{первая степень}; \quad (2.1)$$

$$y_n = a_0 + a_1x^1 + a_2x^2 + a_nx^n - n\text{-ая степень}. \quad (2.2)$$

%Программа обработки данных эксперимента с капустой

%Считать матрицу данных

clc;close all;

dataPIR= xlsread('D:\Диплом 2019\Дневник обработки.xlsx');

RGB= xlsread('D:\Диплом 2019\RGB.xlsx');

%% Построение графиков

%Выбор векторов из основной матрицы

%X1-время роста (день)

%X2-номер капусты

%X3-пункт капусты

%X4-мощность обработки P, Вт

%X5-время обработки T, с

%X6-масса капусты M, грамм

%X7-длина капусты L, см

%X8-кол-во листьев, шт

%X9-№ фото

%X10-координата r

%X11-координата g

%X12-координата b

m = 1;

```

n = 1; % порядок регрессии
%% Создание массивов данных
    kap(:, :) = dataPIR(:, :);
m = 1;
%% Формулы регрессии

n = 4; % степень регрессии
% y = kap(:, 9);
% x = kap(:, 1);
% p = polyfit(x, y, n);
%
% y1 = p(2) + p(1) * x; % первая степень
% y1 = p(3) + p(2) * x + p(1) * x.^2; % вторая степень
% % y1 = p(4) + p(3) * x + p(2) * x.^2 + p(1) * x.^3; % третья степень
% y1 = p(5) + p(4) * x + p(3) * x.^2 + p(2) * x.^3 + p(1) * x.^4; % четвертая степень
% y1 = p(6) + p(5) * x + p(4) * x.^2 + p(3) * x.^3 + p(2) * x.^4 + p(1) * x.^5; % пятая степень
% y1 = p(7) + p(6) * x + p(5) * x.^2 + p(4) * x.^3 + p(3) * x.^4 + p(2) * x.^5 + p(1) * x.^6; %
шестая степень
%
% y1 = p(8) + p(7) * x + p(6) * x.^2
+ p(5) * x.^3 + p(4) * x.^4 + p(3) * x.^5 + p(2) * x.^6 + p(1) * x.^7; % седьмая степень
%
% y1 = p(9) + p(8) * x + p(7) * x.^2
+ p(6) * x.^3 + p(5) * x.^4 + p(4) * x.^5 + p(3) * x.^6 + p(2) * x.^7 + p(1) * x.^8; % восьмая
степень
%
% y1 = p(10) + p(9) * x + p(8) * x.^2
+ p(7) * x.^3 + p(6) * x.^4 + p(5) * x.^5 + p(4) * x.^6 + p(3) * x.^7 + p(2) * x.^8 + p(1) * x.^9; %
девятая степень

```

В ходе эксперимента мы получили графики зависимостей качественных показателей капусты, представленные на рисунках 2.1 - 2.10, показывающие

развитие капусты белокочанной на разных этапах роста, с определенной мощностью обработки и разным временем обработки.

На рисунке 2.1 показана регрессионная зависимость координаты  $r$  от времени роста (день) капусты. По мере роста капусты при увеличении времени координата  $r$  увеличивается. Экспериментальные данные аппроксимированы уравнением 1 степени уравнением (4.1). Отражение красного цвета становится больше это можно объяснить уменьшением количества влаги в листьях. Мы предполагаем, влажность можно определить по  $r$  составляющей.

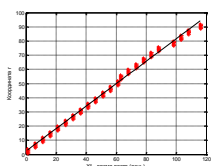


Рисунок 2.1 – Зависимость координаты  $r$  от времени роста  $X_1$  полиномом 1 степени.

Параметры уравнения: (2.1)  $a_0 = 2.3408$ ;  $a_1 = 0.7929$ ;

На рисунке 2.2 показана регрессионная зависимость координаты  $g$  от времени роста (день) капусты. По мере роста капусты при увеличении времени координата  $g$  снижается, с циклом от 25 дня до 57 дня т.е. 32 дня. Отражение зеленого цвета становится меньше. Экспериментальные данные аппроксимированы уравнением 9 степени уравнением (2.2).

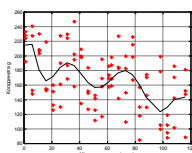


Рисунок 2.2 – Зависимость координаты  $g$  от времени роста  $X_1$  полиномом 9 степени.

На рисунке 2.3 показана регрессионная зависимость координаты  $b$  от времени роста (день) капусты. По мере роста капусты при увеличении времени координата  $b$  снижается. Экспериментальные данные аппроксимированы уравнением 9 степени уравнением (2.2).

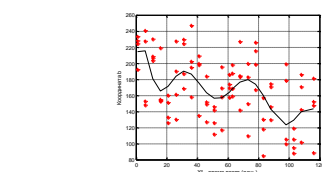


Рисунок 2.3 - Зависимость координаты  $b$  от времени роста  $X_1$  полиномом 9 степени.

На рисунке 2.4 показана регрессионная зависимость длины капусты от времени роста (день) капусты. По мере роста капусты при увеличении времени длина капусты увеличивается. Экспериментальные данные аппроксимированы уравнением 9 степени уравнением (2.2).

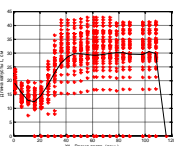


Рисунок 2.4 – Зависимость длины капусты от времени роста  $X_1$  полиномом 9 степени.

На рисунке 2.5 показана регрессионная зависимость длины капусты

от времени обработки капусты. По мере увеличения времени обработки длина капусты уменьшается. Экспериментальные данные аппроксимированы уравнением 1 степени уравнением (2.1).

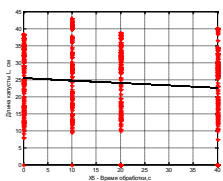


Рисунок 2.5 – Зависимость длины капусты от времени обработки  $X_5$ , полиномом 1 степени.

На рисунке 2.6 показана регрессионная зависимость кол-ва листьев капусты от времени роста (день) капусты. По мере роста капусты при увеличении времени кол-во листьев капусты увеличивается с циклом от 15-50 дней, 8 степень, это можно объяснить определенным ростом капусты. На начальной стадии роста образуются новые листья в последствии формирующиеся в кочан. Вывод: Время влияет на кол-во листьев капусты. В соответствии с рисунком 4.10 мы наблюдаем, что кол-во листьев не увеличивается. В этот период 10 дней растение приживается, вся энергия уходит на его сохранение. После того как растение приживется энергия направляется на развитие новых листьев. Рост листьев продолжается 2 месяца. Далее происходит образование кочана в течении 1 месяца. После полного образования кочана листья опадают от 85 дня. Экспериментальные данные аппроксимированы уравнением 8 степени уравнением (2.2).

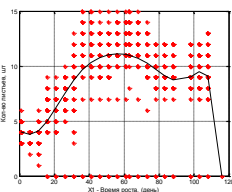


Рисунок 2.6 – Зависимость кол-ва листьев от времени роста  $X_1$ , полиномом 8 степени.

На рисунке 2.7 показана регрессионная зависимость кол-ва листьев, шт капусты от времени обработки капусты. По мере увеличения времени обработки кол-во листьев капусты уменьшается, 1 степень. Время обработки снижает кол-во листьев. Экспериментальные данные аппроксимированы уравнением 1 степени уравнением (2.1).

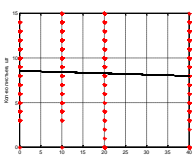


Рисунок 2.7 – Зависимость кол-ва листьев капусты от времени обработки  $X_5$ , полиномом 1 степени.

На рисунке 2.8 показана регрессионная зависимость массы

капусты от мощности обработки капусты. По мере увеличении мощности обработки масса капусты уменьшается. Экспериментальные данные аппроксимированы уравнением 1 степени уравнением (2.1).

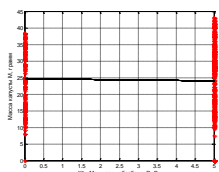


Рисунок 2.8 – Зависимость массы капусты от мощности обработки  $X_4$ , полиномом 1 степени.

На рисунке 2.9 показана регрессионная зависимость массы капусты от времени обработки капусты. По мере увеличении времени обработки масса капусты уменьшается. Экспериментальные данные аппроксимированы уравнением 3 степени уравнением (2.2).

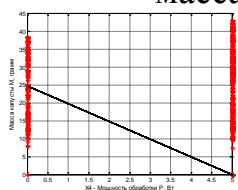


Рисунок 2.9 – Зависимость массы от мощности обработки  $X_4$ , полиномом 3 степени.

На рисунке 2.10 показана регрессионная зависимость массы капусты от времени обработки капусты. По мере увеличении времени обработки масса капусты уменьшается. Экспериментальные данные аппроксимированы уравнением 2 степени уравнением (2.2).

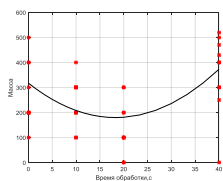


Рис. 2.9 - Зависимость массы капусты от времени обработки  $X_4$ , полиномом 2 степени.

Параметры уравнения: (2.2)  $a_0 = 317.3518$ ;  $a_1 = -15.0045$ ;  $a_2 = 0.4097$ .

Экспериментальные данные аппроксимированы уравнением 2 степени уравнением (2.2).

Судя по графику, мы можем сделать предположение, что чем больше время обработки, тем лучше будет эффект. Чем больше время обработки, тем больше конечная масса капусты.

Разница между необрабатываемой капустой и капустой подверженной лазерной обработке 40с. мы можем наблюдать на рисунках 2.11 и 2.12.



Рисунок 2.11 – Капуста неподверженная лазерной обработке.



*Рисунок 2.12 – Капуста подверженная лазерной обработке 40с.*

После всего выше изложенного мы можем сделать предположение, что время обработки более 20с при мощности обработки 5 Вт положительно влияет на конечную массу капусты.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Капуста белокочанная является полезным продуктом и источником витаминов С1, В1, В2, РР, каротина, минеральные вещества, в том числе калия. Первым этапом выращивания капусты является выращивание рассады.

2. Капуста является ценным продуктом так как белокочанную капусту можно длительное время использовать в свежем виде, солить и мариновать.

3. Для улучшения качества капусты в процессе роста и после нами предлагается способ обработки лазерным электромагнитным излучением.

4. Для исследования влияния низко интенсивного лазерного ИК - излучения на качества капусты нами предлагается использовать оборудование, аналогичное оборудованию для обработки семян сахарной свеклы Брижанского Л. В.

5. Для обработки экспериментальных данных целесообразно использовать программную среду Matlab, которая позволит получить регрессионные зависимости, а также обработать изображения капусты.

6.Для проведения эксперимента подготовлены фотографии капусты на разной стадии роста.

7.Смонтирован стенд для обработки рассады капусты низкоинтенсивным лазерным излучением с использованием в качестве излучателя диода ЛПИ-101.

8.В соответствии с планом, приведенным в главе 2, осуществлено облучение рассады капусты на стенде.

9.Получена матрица результатов облучения рассады капусты в зависимости от мощности и времени излучения. Матрица представлена в виде таблицы.

10.Сформирована база данных изображений капусты, полученных в процессе проведения эксперимента.

11. По результатам проведенного эксперимента (таблица 1) программой расчета координат цвета и расчета регрессионных зависимостей «Цвет» получены регрессионные зависимости показателей качества капусты от переменных факторов качества капусты и условий проведения эксперимента.

12. Выявлена регрессионная зависимость красной координаты цвета  $r$  поверхности листа капусты от времени её роста. Координата  $r$  увеличивается. Отражение красного цвета становится больше это можно объяснить уменьшением количества влаги в листьях. Мы предполагаем, влажность можно определить по  $r$  составляющей.

13. Регрессионная зависимость зеленой координаты цвета  $g$  поверхности земляники от времени роста уменьшается

14. Регрессионная зависимость синей координаты цвета  $b$  поверхности земляники от времени роста уменьшается.

15. Регрессионная зависимость длины капусты от времени роста (день) капусты увеличивается.

16. Регрессионная зависимость длины капусты от времени обработки капусты уменьшается.

17. Регрессионная зависимость кол-ва листьев капусты от времени роста (день) капусты увеличивается с циклом от 15-50 дней, это можно объяснить определенным ростом капусты. На начальной стадии роста образуются новые листья в последствии формирующиеся в кочан.

18. Регрессионная зависимость кол-ва листьев капусты от времени обработки капусты уменьшается.

19. Регрессионная зависимость массы капусты от времени обработки увеличивается. При обработке более 20с конечная масса капусты увеличивается. Мы можем сделать предположение, что при обработке до 100 секунд, происходит улучшение ростовых качеств капусты.

#### **Список использованных источников**

1. <https://www.agrobase.ru>



2. <https://bisnesideya.ru/sel-skoe-hozyajstvo/vyrashhivanie-kapusty-vygodnoe-li-eto-delo.html>

3. <https://rags.ru/gosts> РАГС - РОССИЙСКИЙ АРХИВ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ

## **RESEARCH OF THE EFFECT OF LASER RADIATION ON GROWTH OF CANCER**

**Klychnikova Olga Alexandrovna,**

Bachelor, chemist - microbiologist at Agroferment LLC,  
undergraduate

**Brizhansky Lev Viktorovich**

candidate of technical sciences, senior teacher

**Gordeev Alexander Sergeevich**

doctor of technical sciences, professor

**Mishin Boris Sergeevich**

Michurinsk State Agrarian University,

Michurinsk, Russia

klycnicova.a.a@mail.ru

### **Annotation**

White cabbage is a high-yield universal vegetable crop. The presence of specialized varieties of different ripening and household purposes allows the use of fresh cabbage throughout the year. It is used fresh, pickled and dried. From it prepare a variety of canned vegetables [1].

**Keywords:** cabbage, article, radiation