

УДК 621.38

UDC 621.38

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

06.00.00 Agricultural sciences

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОЗОНА НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ СЕМЯН КУКУРУЗЫ****STUDY OF THE INFLUENCE OF OZONE ON THE GROWTH PROCESSES OF MAIZE SEEDS**

Шевченко Андрей Андреевич  
к.т.н., доцент  
SPIN-код: 3348-9421

Shevchenko Andrey Andreevich  
Cand.Tech.Sci., associate professor  
SPIN-code: 3348-9421

Сапрунова Елена Анатольевна  
к.э.н., доцент  
SPIN-код: 2976-6430

Saprunova Elena Anatolievna  
Cand.Econ.Sci., associate professor  
SPIN-code: 2976-6430

*ФГБОУ ВПО Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Повышение урожайности сельскохозяйственных растений - глобальная задача, которая ставится перед учеными всего мира. Для достижения данной цели используются различные способы, одним из которых является озонирование семенного материала перед севом. Данный способ угнетает вредоносную микрофлору, которая могла образоваться на семенах за период хранения, и возбуждает химические процессы внутри семени, что позволяет ускорить процесс произрастания. Но не смотря на положительное действие озонозовоздушной смеси на семена и множеству проведенных исследований до сих пор нет достоверных данных о технологических параметрах воздействия озона на семена сельскохозяйственных растений (например, кукурузу). В связи с этим нами были проведены экспериментальные исследования по определению эффективных параметров озонирования семян кукурузы, таких как: концентрация озона в озонозовоздушной смеси, время воздействия и отлежка после обработки. Влияние данных параметров оценивалось по изменению ростовых показателей семенного материала, таких как: энергия прорастания, всхожесть и сила роста. Так же по окончании экспериментального исследования был проведен статистический анализ полученных данных, который позволил оценить степень влияния каждого независимого параметра (концентрация озона, время воздействия, отлежка после обработки) на каждый зависимый параметр (энергия прорастания, всхожесть, сила роста). Полученные данные представлены в статье

Increasing the yield of crops is a global challenge substantiated by the scientists from all over the world. To achieve this goal, there are various ways, one of which is the ozonation of seeds before sowing. This method inhibits harmful microflora, which could be formed on the seed during the period of storage, and excites the chemical processes within the seed that can accelerate the process of growth. But despite the positive effect of ozone-air mixture of seeds and a variety of conducting research there is still no reliable data on the technological parameters of ozone effects on seed crops (e.g., corn). In this regard, we have conducted experimental studies to determine the effective parameters of the ozonation of corn seeds, such as the concentration of ozone in the ozone-air mixture, exposure time and binning after treatment. The influence of these parameters was assessed by changes in growth performance of seed, such as germination, germination and growth of strength. Just at the end of the pilot study we carried out a statistical analysis of the data, which allowed us to estimate the degree of influence of each independent parameter (ozone concentration, exposure time, binning after treatment) for each dependent parameter (germination energy, germination, growth force). The data obtained is presented in the article

Ключевые слова: ОЗОНОВОЗДУШНАЯ СМЕСЬ, ГЕНЕРАТОР ОЗОНА, ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ, ЭНЕРГИЯ ПРОРАСТАНИЯ, ВСХОЖЕСТЬ, СИЛА РОСТА

Keywords: OZONE MIXTURE, OZONE GENERATOR, EXPERIMENTAL RESEARCH, VIGOR, GERMINATION, GROWTH POWER

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур имеет весьма важное научно-практическое значение, поэтому для их решения

ученые различных стран затрачивают значительные усилия при проведении исследований во всевозможных направлениях: от обработки почвы, предпосевной обработки семян, внесения удобрений и добавок, до выращивания специальных сортов [2]. Нами, для увеличения урожайности, предлагается обрабатывать семенной материал перед севом озоновооздушной смесью. Данный способ требует дополнительных исследований для подтверждения его эффективности [1].

В лаборатории ФГБОУ ВПО КубГАУ был поставлен эксперимент по выявлению влияния озоновооздушной смеси, при различных значениях концентрации и экспозиции, на энергию прорастания семян кукурузы. Первоначально был проведен поисковый эксперимент. Для проведения этого эксперимента нами было обработано 8 партий семян по 400 шт. при концентрации озона  $32 \text{ мг/м}^3$ , с различным значением экспозиции. Семена были высажены и проращены в соответствии с требованиями по определению посевных качеств семян. Вместе с обработанными семенами был высажен контроль. По результатам эксперимента была построена зависимость.

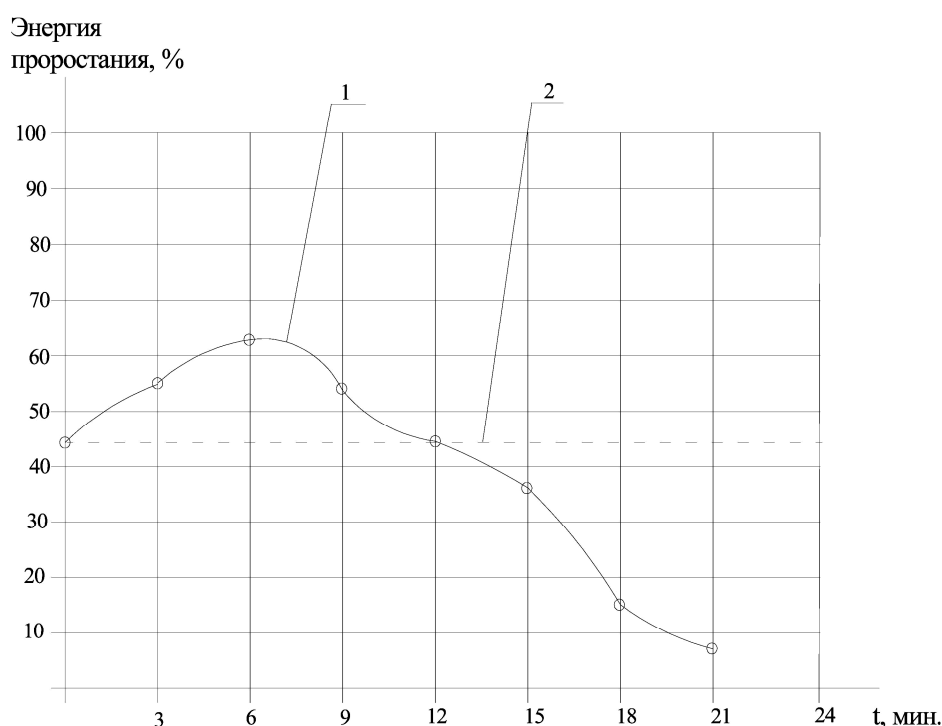


Рисунок 1 - Данные предварительного эксперимента

На рисунке 1 линия 1 – обработанные семена; 2 – не обработанные семена.

Проанализировав рисунок 1, можно сделать вывод, что область положительного влияния озона на семена кукурузы лежит в пределах 3 – 9 минут.

Для более точного определения эффекта влияния озона на семена был заложен полнофакторный эксперимент. Семена были обработаны по следующей схеме: четыре уровня концентрации при четырех уровнях времени (в оптимальной области). После чего семена высаживались через четыре одинаковых промежутка времени.

По итогам полнофакторного эксперимента была построена следующая зависимость:

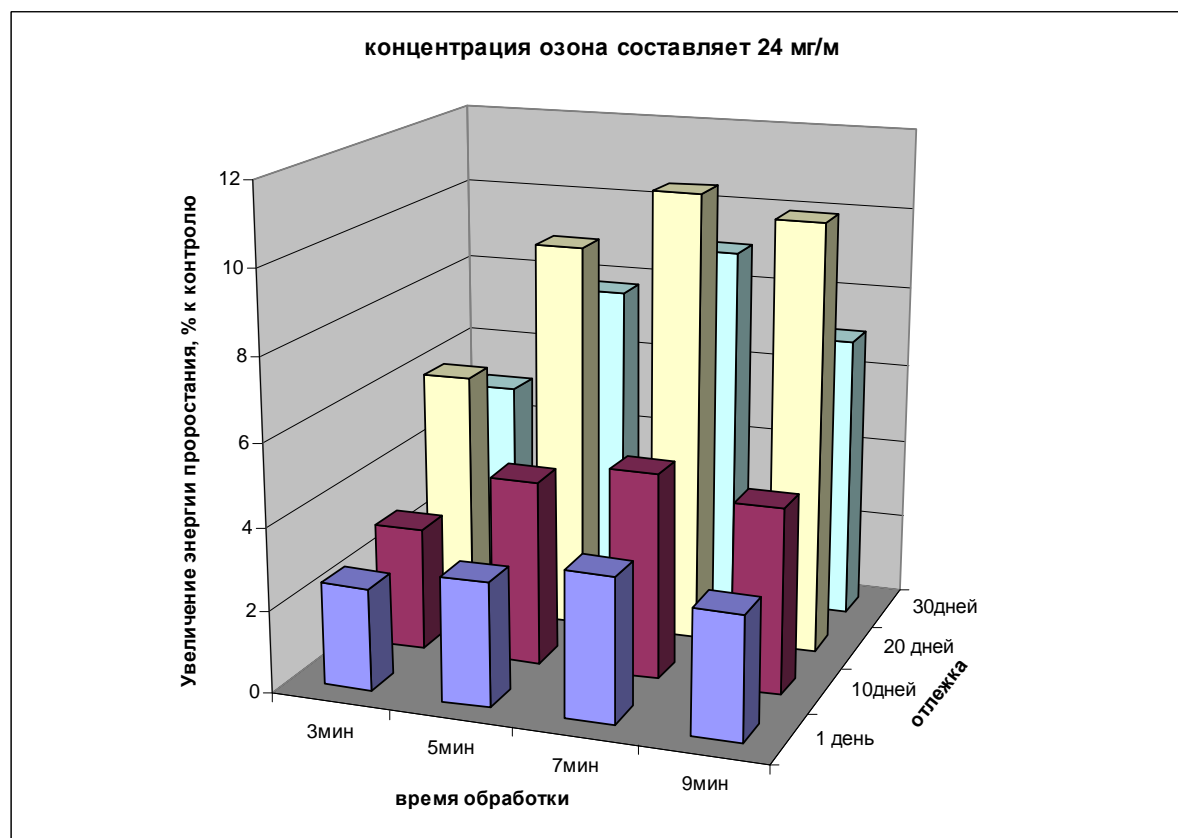


Рисунок 2 - Влияние озона на семена кукурузы при различных режимах обработки

Увеличение энергии прорастания проростков наблюдается при всех режимах обработки. Так, при самом минимальном уровне воздействия озоном  $X_1$  – 3 минуты;  $X_2$  – 24 мг/м<sup>3</sup>;  $X_3$  – 1 день; энергия прорастания

составляет около 2%. Это говорит о недостаточном количестве озонозоооздушной смеси, для полного активизирования запаса питательных веществ внутри семени. Следует отметить, что уже при  $X_1 = 9$  минут начинается спад положительного воздействия озонозоооздушной смеси на энергию прорастания.

Данная гистограмма показывает, что наиболее приемлемой для обработки семян кукурузы является режим, при котором время обработки ( $X_1$ ) составляет 7 минут, а время отлежки ( $X_3$ ) - 20 дней. При таком уровне обработки повышение энергии прорастания по сравнению с контролем составляет более 10%, что говорит о повышении посевных качеств семян.

Как показывает гистограмма, время отлежки является также не малооажным фактором. Так, при отлежке ( $X_3$ ) 1 день и времени обработки 7 минут при концентрации 24 мг/м<sup>3</sup> энергия прорастания увеличилась примерно на 2%, через 10 дней она составляла 4,5%, еще через 10 дней ее уровень поднялся до 10,5%, а по прошествии еще 10 дней начал снижаться и составил 9%. Исходя из этого, можно сказать, что озон полностью усваивается семенем и активизирует процессы внутри семени за 20 дней. Это воздействие наблюдалось во всех режимах, рассматриваемых в работе [4].

Данные были обработаны с помощью компьютерной программы «STATISTICA 6.0» и было получено уравнение множественной регрессии, которое приняло вид:

$$Y = 3.66 + 0.46 \cdot X_1 X_3 + 0.40 \cdot X_2 X_3 - 5.96 \cdot X_3^3 + 7.86 \cdot X_3^2 - 1.99 \cdot X_3 - 0.26 \cdot X_1 X_2 X_3 - 1.23 \cdot X_1 - 3.7 \cdot X_1^3 + 4.9 \cdot X_1^2 - 1.88 \cdot X_2^3 + 1.89 \cdot X_2^2, \quad (1)$$

где  $X_1$  – время обработки зерна озоном, мин.;  $X_2$  – концентрация, мг/м<sup>3</sup>;  $X_3$  – отлежка, дней;  $Y$  – энергия прорастания, %.

В результате установлена тесная ( $r = 0,96$ ) корреляционная взаимосвязь между энергией прорастания и изучаемыми факторами. Также установлено,

что 92% вариации  $Y$  (энергии прорастания) «объясняется» всеми переменными  $X$ . Проведённые  $t$ -тесты для отдельных коэффициентов регрессии, показывают, насколько значимой является той или иной  $X$  – переменной на  $Y$  при условии, что все другие  $X$ -переменные остаются неизменными.

Сдвиг определяет прогнозируемое значение  $Y$ , когда все переменные  $X$  равны 0 (в нашем случае  $a = 3,66\%$ ) и интерпретируется следующим образом: типичная энергия прорастания зерна, которое необработано и не отлеживалось после обработки, составляет 3,66%.

Коэффициенты регрессии интерпретируются как влияние каждой из переменных на величину энергии прорастания, если все другие независимые («объясняющие») переменные остаются неизменными.

Коэффициент регрессии для взаимодействия времени обработки зерна озоном и отлежки ( $b_{X_1X_3} = 0,46$ ) указывает, что, при всех прочих равных условиях, энергия прорастания выше на 0,46% при взаимодействии времени обработки зерна и отлежки и, наоборот, при изменении времени обработки зерна озоном на единицу, энергия прорастания снижается на 1,23%. Таким образом, производится интерпретация всех коэффициентов при переменных  $X$  в случае, если эти значения являются значимыми (уровень значимости  $p < 0,05$ ). Если коэффициент является незначимым (т.е.  $p > 0,05$ ), то он не подлежит интерпретации и может быть исключен из уравнения, в связи с тем, что он не несет дополнительной информации для прогнозирования значения энергии прорастания.

Так же в ходе эксперимента определялась всхожесть семян, которая является одним из наиболее значимых показателей. Увеличение всхожести семян прямо указывает на увеличение конечной урожайности культуры. Так, например, увеличение всхожести на 1% с помощью селекции растений, считается большим шагом в науке.

Воздействие озона тоже позволяет увеличить всхожесть семян за

счет активизации внутренней энергии семян, без изменений на генном уровне и за счет обеззараживания семян.

Нами был проведен эксперимент по выявлению влияния концентрации озона, времени обработки и времени отлежки после обработки на всхожесть семян кукурузы.

Эксперимент проводился с четырехкратной повторностью, чтобы избежать неточности в получаемых данных [6].

На основании данных, полученных в процессе проведенного эксперимента, были построены поверхности, отображающие влияние озоноздушного смеси на исследуемый объект. Так, на следующем рисунке представлена плоскость изменения всхожести в зависимости от концентрации и отлежки семян кукурузы сорта Т22МВ [2]:

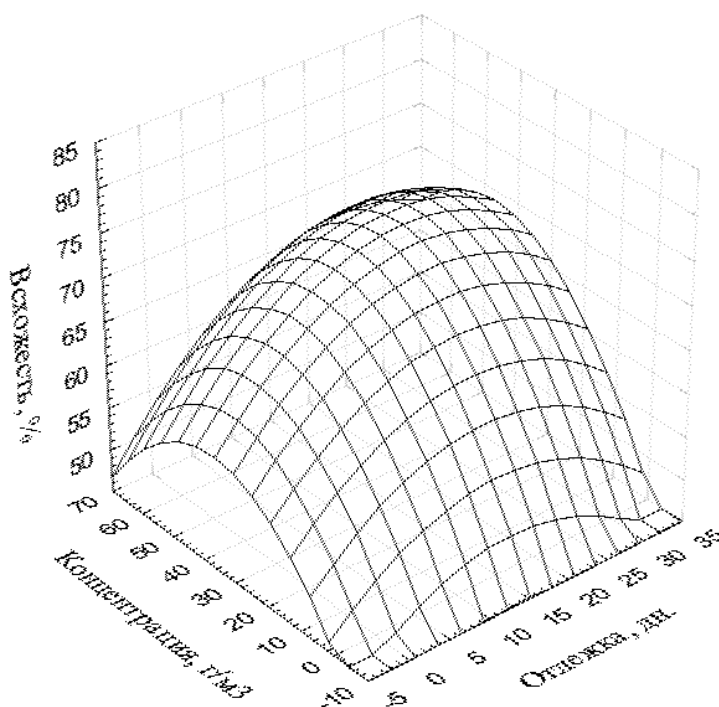


Рисунок 3 - Увеличение всхожести семян кукурузы под влиянием концентрации озона и отлежки после обработки

Поверхность, представленная на рисунке 3 аппроксимирована программой, поэтому на ней присутствуют отрицательные значения

концентрации и отлежки. Также надо отметить, что при концентрации, равной нулю и изменении значений отлежки, происходит возрастание всхожести. Это изменение связано с условиями аппроксимации, заложенными в программное обеспечение.

Рассмотрев поверхность, можно сказать, что наиболее приемлемыми режимами для повышения всхожести семян кукурузы, являются режимы, при которых концентрация озона составляет от 20 до 40 мг/м<sup>3</sup> и время отлежки после обработки составляет 15-25 дней. При таких данных всхожесть составляет порядка 80%, при этом первоначальная всхожесть зерна составляла около 65%.

Так же надо отметить, что при увеличении переменной  $X_2$  – концентрации озона  $Y$  – всхожесть, начинает уменьшаться. При проведении эксперимента было отмечено, что ростки семян при больших дозах обработки имеют черные (обожженные) концы. Это говорит о том, что окислительные свойства озона при больших концентрациях начинают разрушать строение клеток и частично их уничтожает. Следовательно, при дальнейшем увеличении концентрации зерно получит смертельную дозу озона и погибнет из-за разрушения клеток [3].

Так, при  $X_2$  порядка 70 мг/м<sup>3</sup> и  $X_1$  – времени обработки 5 минут всхожесть составляет около 50 %, при контрольной всхожести зерна 65%. При дальнейшем увеличении концентрации всхожесть продолжает уменьшаться, и в конечном итоге, у семени погибает зародыш.

Проведя регрессионный анализ, данные для которого сведены в таблицу 1, мы получили уравнение регрессии:

$$Y = 52.9 + 0.35 X_2 X_3 - 5.66 X_1^3 - 2.49 X_1 - 0.096 X_2^3 - 2.25 X_2^2 - 1.79 X_3^3 + 1.5 X_3^2 + 0.39 X_1 X_3 + 7.68 X_1^2 + 2.66 X_2 - 0.28 X_1 X_2.$$

(2)

где  $Y$  – Зависимая переменная, всхожесть семян кукурузы.

Полученные данные свидетельствуют о достаточной взаимосвязи ( $r = 0,94$ ) между всхожестью и изучаемыми факторами. При этом в 88% случаев факторы, включенные в уравнение, влияют на всхожесть, а 12% контролируется другими факторами, которые не учтены при построении математической модели.

Таблица 1 - Данные для регрессионного анализа по выявлению влияния воздействия озона на всхожесть семян кукурузы

Показатель	Коэффициент при переменной	Стандартная ошибка оценки	Сдвиг и нестандартизирован. коэффиц.	Стандартная ошибка оценки св. члена	t (56)	p – уровень значимости
Сдвиг			52.98863	1.670959	31.7115	0.000000
$X_2X_3$	0.34946	0.116411	0.00438	0.001460	3.00196	0.004002
$X_1^3$	-5.65938	1.259506	-0.14643	0.032588	-4.49334	0.000036
Время обработки ( $X_1$ )	-2.49026	1.098786	-6.75512	2.980588	-2.26637	0.027312
$X_2^3$	-0.09613	1.524686	-0.00001	0.000107	-0.06305	0.949954
$X_2^2$	-2.25038	2.703556	-0.01067	0.012817	-0.83238	0.408732
$X_3^3$	-1.79387	0.351913	-0.00116	0.000228	-5.09747	0.000004
$X_3^2$	1.50206	0.417704	0.03013	0.008379	3.59600	0.000684
$X_1X_3$	0.39352	0.125258	0.03472	0.011053	3.14170	0.002683
$X_1^2$	7.68262	2.255453	1.92422	0.564909	3.40624	0.001225
Концентрация ( $X_2$ )	2.65791	1.295675	0.94522	0.460778	2.05137	0.044920
$X_1X_2$	-0.28189	0.173186	-0.01303	0.008006	-1.62767	0.109208
$R = 0,94; r^2 = 0,88$						

Следует отметить, что коэффициенты при переменных взаимодействия времени обработки зерна озоном с его концентрацией ( $X_1X_2$ ), квадрат ( $X_2^2$ ) и куб ( $X_2^3$ ) концентрации – не являются значимыми и могут быть не только не интерпретированы, но и удалены из уравнения, в связи с отсутствием влияния на всхожесть зерна, тогда уравнение приобретет вид:



$$Y = 52.9 + 0.35 X_2 X_3 - 5.66 X_1^3 - 2.49 X_1 - 1.79 X_3^3 + 1.5 X_3^2 + 0.39 X_1 X_3 + 7.68 X_1^2 + 2.66 X_2.$$

(3)

Рассмотрев уравнение можно сказать, что наибольшее влияние на  $Y$  имеет сочетание факторов  $X_1 X_3$  (времени обработки и отлежки), их влияние составляет 0,39%, при всех остальных одинаково постоянных условиях. Это не смотря на то, что само время обработки ( $X_1$ ) снижает эффективность обработки на 2,49%. Все это говорит о том, что использовать обработку семян озоном без отлежки после обработки не целесообразно. Сочетание факторов  $X_2 X_3$  аналогично  $X_1 X_3$  имеют влияние на всхожесть семян, но влияние в процентном соотношении несколько меньше (0,35%).

Из единичных факторов наибольшее положительное влияние имеют факторы  $X_1^2$ ,  $X_2$  и  $X_3^2$ , имеющие коэффициенты соответственно 7,68; 2,66; 1,5.

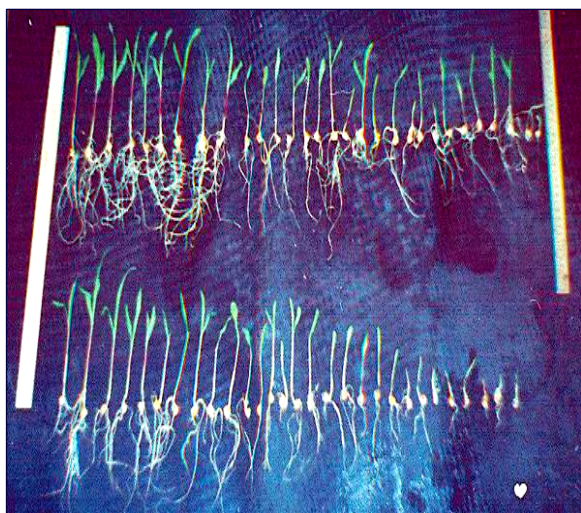
Оставшиеся факторы имеют отрицательное влияние на всхожесть семян кукурузы, так как коэффициенты, стоящие перед показателями имеют знак минус.

После всхожести семян нами определялась сила роста проростков семян, которая определяет степень их развития. Так, если растение малоразвито (имеет слабый корешок и росток), то оно может не достичь момента созревания початка или достичь его гораздо позже, чем нормально развитые растения, что не приемлемо, в связи с ограниченными сроками уборки урожая из-за агротехнических требований.

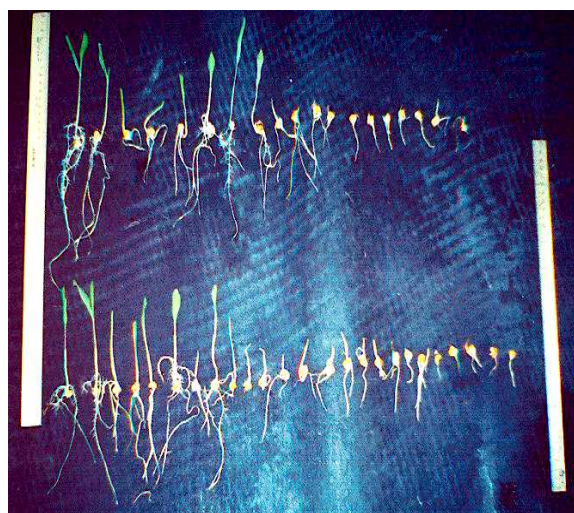
Сила роста может повлиять также на количество початков на растении. Так, обычно на одном стебле кукурузы располагается один початок или два слаборазвитых. Если же сила роста растения будет высокой, то у растения уменьшится вегетативный период, оно сможет набрать больший запас питательных веществ до летней засухи, и, как

следствие, лучше ее перенести и дать более здоровые и развитые початки.

Нами был поставлен эксперимент по выявлению влияния озонозооной смеси на силу роста проростков семян кукурузы. Проведенный эксперимент показал, что обработанные семена обладают более высокой силой роста, зрительно они имеют более насыщенный цвет. Корневая система обработанных семян мощная, имеет один длинный мощный корень (порядка 10 см) с небольшими отростками в отличие от корневой системы необработанных семян, которая имеет корневую систему длиной около 5 см (для измерения длины корней берутся 10 типичных проростков). Так как корневая система обработанных семян имеет длинный корень, то растение будет более засухоустойчиво, что немаловажно в связи с особенностями климатических условий Краснодарского края. Проращенные семена представлены на рисунке 4.



Обработанное зерно



Необработанное зерно

Рисунок 4 - Образцы проращенных семян кукурузы

Для того чтобы определить степень влияния изучаемых факторов на силу роста проростков, необходимо прибегнуть к статистической обработке данных эксперимента [5].

Для выявления взаимосвязи между изучаемыми факторами и силой роста была построена математическая модель, результаты построения которой представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты регрессионного анализа для зависимой переменной сила роста проростков

Показатель	Коэффициент при переменной	Стандартная ошибка оценки	Сдвиг и нестандартизирован. коэффиц.	Стандартная ошибка оценки св. члена	t (60)	p – уровень значимости
Сдвиг			23.78217	2.234094	10.6451	0.000000
Отлежка ( $X_3$ )	1.76992	0.124907	1.55774	0.109933	14.1699	0.000000
$X_3^3$	-1.29478	0.124907	-0.00118	0.000113	-10.3659	0.000000
$X_1^3$	-2.49447	0.433482	-0.09046	0.015719	-5.7545	0.000000
$X_1^2$	2.37060	0.444381	0.83216	0.155992	5.3346	0.000002
$X_2^3$	-4.05503	0.861148	-0.00040	0.000085	-4.7089	0.000015
$X_2^2$	5.75469	1.365206	0.03824	0.009071	4.2153	0.000085
Концентрация ( $X_2$ )	-1.88175	0.568086	-0.93791	0.283148	-3.3124	0.001570
R = 0,91; r <sup>2</sup> = 0,84						

После статистической обработки данных эксперимента мы получили уравнение множественной регрессии, имеющее вид:

$$Y = 23.8 + 1.77 X_3 - 1.29 X_3^3 - 2.49 X_1^3 + 2.37 X_1^2 - 4.05 X_2^3 + 5.75 X_2^2 - 1,0 X_2. \quad (4)$$

где Y – зависима переменная, сила роста, %.

Установлена тесная взаимосвязь между используемыми переменными факторами и силой роста проростков – R = 0,91. Кроме того, в 84% случаев изучаемые факторы оказывают влияние на силу роста проростков, а в 16% контролируется другими факторами, не учтенными при проведении эксперимента. Такими факторами могут быть: температура окружающей среды при проращивании семян, влажность воздуха, состав воды используемой для полдыва растений и т.д.

Большой уровень значимости для показателя сила роста имеет показатель  $X_2^2$  а = 5,75. Он показывает, что при всех остальных постоянных показателях, сила роста на 5,75% больше за счет отлежки семян после обработки.

По данным, полученным в ходе эксперимента, была построена гистограмма (рисунок 5).

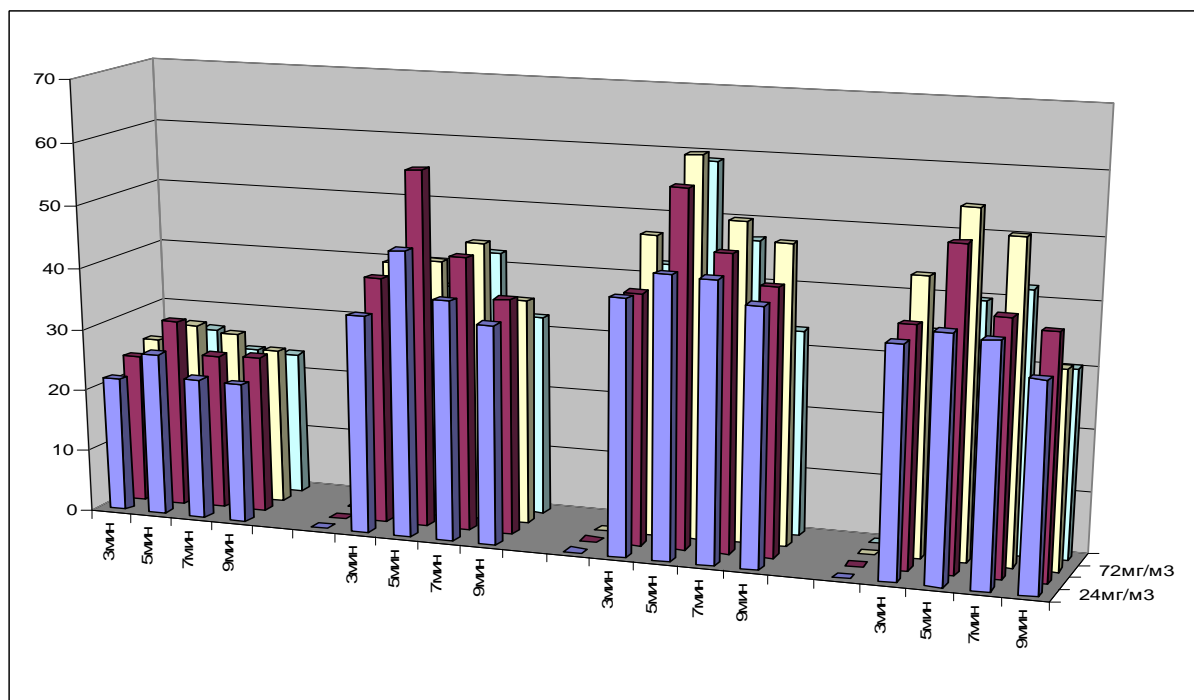


Рисунок 5 - Изменение силы роста проростков кукурузы от воздействия на них озоновоздушной обработки и отлежки после обработки

Из графика видно, что максимальное значение силы роста достигается при концентрации ( $X_2$ ) озона  $48 \text{ мг/м}^3$ , времени обработки ( $X_1$ ) 5 мин и отлежке ( $X_3$ ) 20 дней после обработки. При этих значениях сила роста десяти типичных растений достигает 61 мм. Это в два раза больше, чем при таком же режиме обработки, но без отлежки после обработки (28 мм). Для построения графика использовались данные длины ростка семени кукурузы.

Необходимо отметить, что при всех исследуемых уровнях отлежки и экспозиции ( $X_1$ ) 9 минут, наблюдается уменьшение воздействия, которое заключается в уменьшении длины проростков. Например, при отлежке 10 дней, концентрации озона  $24 \text{ мг/м}^3$  и времени обработки 5 минут, сила роста проростков составляет 45 мм. При увеличении времени обработки до 9 минут она снижается и составляет 37 мм. Такой же эффект наблюдается и при других уровнях отлежки. Это говорит о передозировке озоновоздушной смеси в процессе обработки.

В целом можно сказать, что наибольшая эффективность исследуемой обработки наблюдается при воздействии озона в следующем режиме: время обработки ( $X_1$ ) 5 минут, концентрация озона в обрабатываемой среде ( $X_2$ ) 72 мг/м<sup>3</sup> и уровне отлежки ( $X_3$ ) 20 дней после обработки.

Построенные нами модели требуют проверки, для того, что бы убедиться в их правильности и достоверности данных, полученных с их помощью.

Для проверки адекватности (или неадекватности) построенной модели, была рассчитана статистика Дарбина-Уотсона. Расчет производился с помощью программы «STATISTICA 6.0».

Для примера рассмотрим статистику Дарбина-Уотсона для переменной энергия прорастания (таблица 3).

Таблица 3 - Статистика Дарбина-Уотсона (Durbin-Watson), d

Множественная регрессия	Дарбина-Уотсон, d	Сериальная корреляция остатков
Оценка	1.859949	0.063285

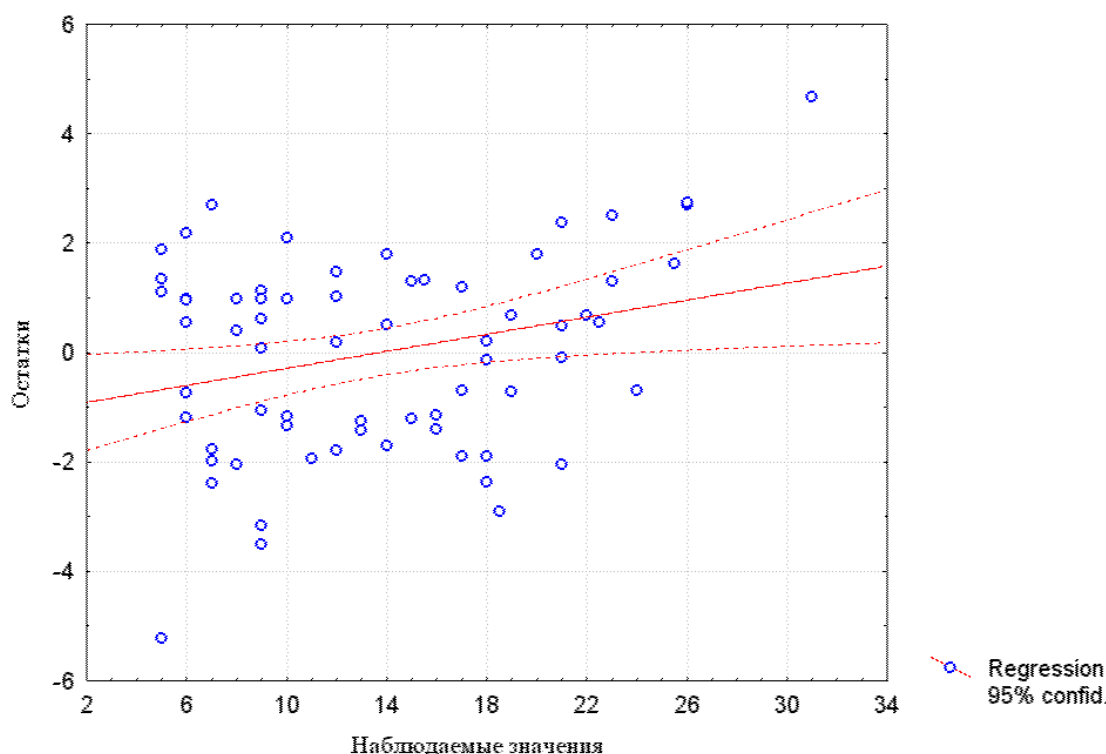


Рисунок 6 - Наблюдаемые значения-остатки для зависимой переменной «Энергия прорастания»

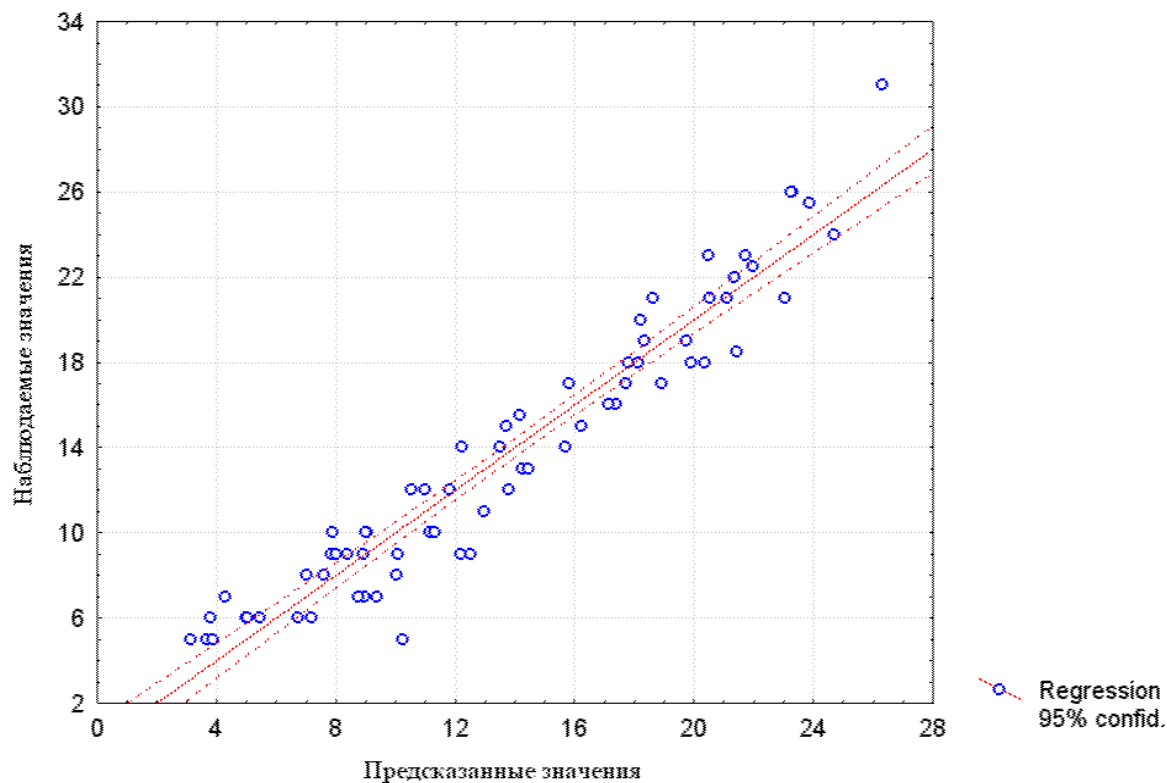


Рисунок 7 - График наблюдаемых и предсказанных значений для зависимой переменной «Энергия прорастания» (наблюдаемые значения связаны с предсказанными с помощью построенной модели).

Из полученных данных таблицы 3 видно, что модель адекватна. О достаточной адекватности модели говорят и построенные графики зависимости наблюдаемых значений и остатков (рисунок 6), наблюдаемых и предсказанных значений (рисунок 7). Следовательно, с её помощью можно строить достаточно надёжные выводы о зависимости между X-переменными и Y в рамках использованных величин.

Так как нас интересует, в какой мере каждая из X-переменных влияет на Y, при условии, что все остальные X-переменные продолжают «вести себя естественным образом», сравниваем по очереди абсолютные значения коэффициентов частной корреляции между Y и каждой из X-переменных.

Полученный результат говорит о том, что взаимодействие

переменных времени обработки и отлежки, концентрации и отлежки, оказывают на их меньшее, по сравнению с другими факторами, влияние на энергию прорастания.

Для всех остальных переменных проверка адекватности проводится аналогично. Проведенная проверка показала, что все модели адекватны.

### Литература

1. Нормов Д.А. Обеззараживание зерна озонированием / Д.А. Нормов, А.А. Шевченко, Е.А. Федоренко // Комбикорма – М.: Фолиум, 2009. - № 4. - С. 44.
2. Нормов Д.А. Озон против микотоксикозов фуражного зерна / Д.А. Нормов, А.А. Шевченко, Е.А. Федоренко // Сельский механизатор. – М.: 2009. - № 4. - С. 24-25.
3. Нормов Д.А. Влияние озонвоздушной обработки на фитопатогенную микрофлору в овощехранилище / Д.А. Нормов, А.А. Шевченко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ. - 2008. - № 13. - С. 208-210.
4. Потапенко И.А., Усков А.Е., Шевченко А.А., Квитко А.В. Устройство для предпосевной обработки семян / Патент на полезную модель RUS 97237. 13.10.2009
5. Шевченко А.А. Воздействие озонвоздушной смеси на популяцию плесневых грибов / А.А. Шевченко, Е.А. Денисенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ. - 2011. - Т. 1. № 29. - С. 191-195.
6. Шевченко А.А. Дезинфекция субстратов озонвоздушной смесью перед приготовлением биопрепаратов / А.А. Шевченко, Денисенко Е.А. // Научное обозрение. – М.: ООО «АПЕКС 94». - 2013. - № 1. - С. 102-106.

### References

1. Normov D.A. Obezrazhivanie zerna ozonirovaniem / D.A. Normov, A.A. Shevchenko, E.A. Fedorenko // Kombikorma – M.: Folium, 2009. - № 4. - S. 44.
2. Normov D.A. Ozon protiv mikotoksikozov furazhnogo zerna / D.A. Normov, A.A. Shevchenko, E.A. Fedorenko // Sel'skij mehanizator. – M.: 2009. - № 4. - S. 24-25.
3. Normov D.A. Vlijanie ozonovozdushnoj obrabotki na fitopatogennuju mikrofloru v ovoshhehranilishhe / D.A. Normov, A.A. Shevchenko // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Krasnodar: KubGAU. - 2008. - № 13. - S. 208-210.
4. Potapenko I.A., Uskov A.E., Shevchenko A.A., Kvitko A.V. Ustrojstvo dlja predposevnoj obrabotki semjan / Patent na poleznuju model' RUS 97237. 13.10.2009
5. Shevchenko A.A. Vozdejstvie ozonovozdushnoj smesi na populjaciju plesnevych gribov / A.A. Shevchenko, E.A. Denisenko // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Krasnodar: KubGAU. - 2011. - T. 1. № 29. - S. 191-195.
6. Shevchenko A.A. Dezinfekcija substratov ozonovozdushnoj smes'ju pered prigotovleniem biopreparatov / A.A. Shevchenko, Denisenko E.A. // Nauchnoe obozrenie. – M.: ООО «АПЕКС 94». - 2013. - № 1. - S. 102-106.