

УДК 621.631

UDC 621.631

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
ЭЛЕКТРООЗОНИРОВАНИЯ НА ВСХОЖЕСТЬ
СЕМЯН**

**STUDYING THE INFLUENCE OF
ELECTRICAL OZONATION TO SEED
GERMINATION**

Нормов Дмитрий Александрович
д.т.н., профессор
SPIN-код: 5209-0453
*Кубанский государственный аграрный универси-
тет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13*

Normov Dmitriy Aleksandrovich
Dr.Sci.Tech., professor
SPIN-code: 5209-0453
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Пожидаев Денис Владимирович
аспирант
SPIN-код: 6170-7617
*Кубанский государственный аграрный универси-
тет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13*

Pozhidaev Denis Vladimirovich
postgraduate student
SPIN-code: 6170-7617
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Волов Ростислав Викторович
студент
*Кубанский государственный аграрный универси-
тет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13*

Volov Rostislav Viktorovich
student
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Чижов Даниил Сергеевич
*Кубанский государственный аграрный универси-
тет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13*

Chizhov Daniil Segreevich
student
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Тимофеев Виталий Павлович
*Кубанский государственный аграрный универси-
тет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13*

Timofeev Vitaliy Pavlovich student
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В данной статье раскрываются вопросы, связанные с применением электроозонирования для повышения всхожести семян. Приведены расчеты, подтверждающие теоретические выводы

This article presents the issues related to the application of electrical ozonation to enhance seed germination. The calculations confirming the theoretical conclusions were made

Ключевые слова: ЭЛЕКТРООЗОНИРОВАНИЕ, ОЗОН, АГРАРНЫЙ, СТИМУЛИРОВАНИЕ, СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, КОНЦЕНТРАЦИЯ ОЗОНА

Keywords: ELECTRICAL OZONATION, OZONE, AGRARIAN, STIMULATION, AGRICULTURE, OZONE CONCENTRATION

Исследование влияния электроозонирования на всхожесть семян

Условно структурная схема семени представляет из себя взаимосвязь внутренней энергии семян и энергии процессов, происходящих в семени в процессе его жизни, развития и роста.

Механизм приращения энергопродуктивности за счет поглощения растениями озоновоздушной смеси в настоящее время находится в стадии изучения[1,6,7].

В теоретических исследованиях мы исходим из того, что семена растений обладают резервом энергии, которая аккумулируется в питательных тканях семян, от ее количества зависит энергосодержание урожая. На ранних этапах она является питательным субстратом для семян. У зерна кукурузы, резервной энергией является эндосперм. Энергия для роста проростков освобождается при гидролизе углеводов запасов.

Высвобождение энергии из органических соединений происходит под влиянием температуры и влажности. Поместив семена в озоновоздушную среду, мы создаем благоприятные условия для высвобождения резервной энергии, т.е. для гидролиза углеводного субстрата[3,6,7]. Одновременно происходит поглощение дополнительной энергии озона, который воздействует на энергетический запас (W_S), который аккумулируется в питательных тканях семян. При нагреве увлажненных семян мы запускаем механизм высвобождения энергии, т. е. гидролиза углевода. Энергия запаса расходуется на рост и обмен веществ в биологическом организме (W_A).

После появления проростков, до полного развития растения, его рост и развитие обусловлены потоком энергии из семени. Энергия роста (W_R) расходуется на формирование и накопление сухого вещества растения (W_J), а также на транспорт продуктов, образованных в результате фотосинтеза растений (W_A).

Энергия активного блока (W_A) распределяется следующим образом: часть ее идет на запас энергии (аккумулируется в углеводы), часть утилизируется (W_O). В процессе формирования сухого вещества растений часть энергии теряется - процессы, связанные с дыханием. Из динамической модели приращения энергпродуктивности следует, что энергетический потенциал растения формируется в процессе предпосевной обработки семян озоном, фотосинтеза, роста и развития растения.

Рост – своеобразный биологический двигатель и регулятор, усиливающий или ослабляющий процессы образования, обмена и передвижения веществ в организме. В жизненном цикле растений выделяют два периода: формирование вегетативной сферы растений – корней, стеблей, листьев; формирование генеративной сферы – соцветий, цветков и органов размножения - плодов и семян.

Рост растений тесно связан с физиологическими процессами: питанием, фотосинтезом, водообменном и др., на интенсивность которых определенным образом влияет озонирование семян перед прорастанием. В литературе отсутствуют данные, характеризующие оптимальный режим воздействия озона на рост и урожай растений, в частности ячменя, проса, кукурузы и кормовой свеклы.

При предпосевном воздействии озона на семена кукурузы растения отличаются быстрым ростом и к VIII–IX этапам органогенеза заметно превышают растения контрольного варианта.

При предпосевном воздействии озона формируется не только большая листовая площадь, но и темпы развития ассимиляционной поверхности более быстрые, чем у растений контрольного варианта. Данное явление интересно тем, что быстрый рост листьев, большая их поверхность способствуют более эффективному использованию солнечной энергии, необходимой для образования органического вещества. Следовательно, озон можно использовать в качестве фактора, повышающего хозяйственную полноценность фотосинтеза. Подтверждением этого служит большее накопление сухих веществ при предпосевном воздействии.

На ранних этапах развития растений разница по накоплению сухих веществ между опытными и контрольными вариантами больше, чем на поздних. Так, разница по этому показателю может составлять от 14 до 33 %.

Рост и развитие растений связаны друг с другом, определяются особенностями организма и находятся в тесной зависимости от факторов среды. По данным В. Н. Лысова, растения каждой эколого-географической группы (экогруппы) характеризуются определенными количественными признаками, подверженными колебаниям, один из которых – высота главного стебля. Рост растений, поскольку его показатели отражают интегральную равнодействующую временного хода многих физиолого – биохимических процессов, а также взаимодействие генотипа со средой, можно применить в числе наиболее перспективных физиологических процессов при разработке методов программирования урожая.

Данные, полученные из разных регионов, свидетельствуют о специфической реакции растений на меняющиеся факторы внешней среды, а также об адаптивных возможностях каждого сорта. Чем выше адаптация у растений, тем меньше пределы колебаний показателей роста по годам у сортов и образцов. Интенсивность ростовых процессов в значительной степени обусловлена климатическими факторами, однако сорта и образцы различного географического происхождения характеризуются собственными темпами роста и своеобразной реакцией. Интенсивный прирост наблюдается начиная с III–IV этапов органогенеза и продолжается до VII–VIII этапов, затем ростовые процессы замедляются.

Зная, что воздействие озона положительно влияет на органогенез растения и ускоряет его развитие можно предположить, что семена подвергшиеся обработке будут более устойчивы к изменению окружающей среды, а следовательно адаптивная устойчивость увеличится[6,7].

Всхожесть семян один из важнейших показателей продуктивности семян и их качества. По всхожести семян можно прогнозировать будущую урожайность. Поэтому немаловажной задачей является определение влияния озонового воздуха на всхожесть семенного материала.

Можно предположить, что внутренняя энергия семян является функцией от энергетического баланса семян.

$$Y = f(W), \quad (1)$$

где Y – всхожесть семян исследуемого вида; W – энергетический баланс семян.

В свою очередь энергетический баланс растения можно представить в следующем виде

$$W = W_S + W_R + W_A - W_J - W_O, \quad (2)$$

где: W_S – энергия, переходящая в запас питательных веществ (углеводы), ккал/кг; W_R – энергия роста растений, МДж/ц; W_A – энергия, направленная на накопление продуктов ассимиляции, МДж/ц; W_J – энергия расходуемая на формирование сухого вещества, МДж/ц; W_O – энергия, связанная с дыханием и обменом веществ, МДж/ц;

Таким образом, энергетический баланс семян при воздействии озонозодушной смеси можно представить, как

$$W' = W_{O_3} + W_S + W_R + W_A - W_J - W_O, \quad (3)$$

где: W_{O_3} – энергия поступающая в семена за счет воздействия озона, МДж/ц.

Рассмотрев уравнения энергетических балансов семян, мы видим, что они отличаются на величину W_{O_3} , следовательно, приращение всхожести будет зависеть от величины отношения этих величин

$$Y' = f \left(\frac{W_{O_3} + W_S + W_R + W_A - W_J - W_O}{W_S + W_R + W_A - W_J - W_O} \right). \quad (4)$$

Из экспериментальных данных известно, что среднее увеличение всхожести составляет примерно 16 %, следовательно, можно предположить, что отношение урожайностей составит

$$\frac{Y'}{Y} = 1,16, \quad (5)$$

И как следствие получаем

$$\frac{W_{O_3} + W_S + W_R + W_A - W_J - W_O}{W_S + W_R + W_A - W_J - W_O} = 1,16. \quad (6)$$

Данный прирост энергии можно объяснить следующим – семенам растений, как и всему живому, для поддержания жизненных функций необходимо получать энергию.

Данный прирост энергии можно рассмотреть, как энергию, полученную в процессе образования озона

$$W_{O_3} = \frac{I_n}{n_0} \cdot \frac{j}{e \cdot (n_+ \mu_+ + n_- \mu_- + n_e \mu_e)} \cdot \frac{\lambda}{\delta}, \quad (7)$$

где: n_0 - максимальное число пар противоположно заряженных частиц, образующихся в единице объема; e - заряд электрона; μ_e – подвижность электронов; n_+ , n_- - плотности положительных и отрицательных ионов; n_e - плотность электронов; λ - средняя длина свободного пробега электронов в газе; δ - коэффициент, учитывающий долю энергии, отдаваемой при столкновении с частицей; E - напряженность электрического поля; j – плотность тока; I_n - номинальный ток генератора озона.

Данная формула содержит неизвестные переменные, что затрудняет расчет. В связи с этим необходимо использовать другие способы определения энергии образования озона, например проведение эксперимента.

Основную массу белка, более 80 % в зрелом зерне кукурузы составляют спирторастворимые фракции – зеин и щелочнорастворимые – глютелиновые. Эти белки являются энергетическими запасами эндосперма наряду с крахмалом, которого в зерне более 70 %. Данные энергетические запасы используются растением при прорастании семени до выхода

проростка на поверхность почвы. При посеве семени во влажную, прогретую почву запасные энергетические вещества распадаются на более простые элементы. Зеин белка разлагается на свободные аминокислоты, крахмал – на полисахариды. Озон, воздействуя на семя, провоцирует распад запасных энергетических веществ. Как показывают лабораторные исследования, семена, обработанные озоном, прорастают дружнее, с повышенной энергией, что указывает на сильное воздействие озона, по эффективности аналогичное стимуляторам роста. Ускоряя процессы разложения сложных белков и крахмала на составляющие элементы, озон, являясь сильным окислителем, одновременно действует как эффективный протравитель, уничтожающий инфекцию фузариоза, головневых грибов. Стимулируя распад сложных запасных веществ в эндоспермах, снимая нагрузку на преодоление эффекта зараженности грибковой инфекцией, озон обеспечивает более активный рост корневой системы, особенно первичного корня. Это повышает устойчивость растений к недостаточному влагообеспечению кукурузы в период вегетации.

Специфика воздействия озона - большая окислительная способность и повышенная активность. Проникая в семенные покровы, озон увеличивает снабжение семян активными формами кислорода, а также способствует появлению дополнительного источника H_2O непосредственно в семенах, которая используется пероксидозой, что ведет к стимулированию пектофосфатного пути. Иными словами, обработка озоном позволяет повысить активность некоторых ферментов.

Также имеются опытные данные о том, что озон несколько ингибирует дыхание семян и, следовательно, обработанные семена к посеву сохраняют больший запас питательных веществ, чем необработанные.

В 2008 году учеными селекционерами КНИИсх им П.П.Лукьяненко установлено последствие обработки семян гибрида

кукурузы Кр 633 МВ озонем на третий год после обработки (третье поколение). На третий месяц роста растений средняя высота необработанных растений составила 1,574 м, растения, выросшие из обработанных семян (в третьем поколении) имеют среднюю высоту 1,779 м, при этом средняя ширина листа у необработанных и обработанных растений соответственно 0,092 м. и 0,097 м. Такой эффект объясняется снижением нагрузки на семя по обсемененности грибами и бактериями.

Как известно, воздействие озона, при обработке семян сельскохозяйственных культур, зависит от характера распределения и поглощения озона по всему объему обработки[5].

При пропускании через слой семян озono-воздушной смеси, часть озона будет поглощаться в связи, с чем содержание озона снизится, соответственно часть зерна не может быть обработана при заданной концентрации озона.

В связи с чем, для достоверного определения влияния озono-воздушной смеси на обработку зерна, необходимо выявить закономерности поглощения озона семенами и измерить соответствующие параметры.

Скорость поглощения озона семенами из озono-воздушной смеси определяется сорбционной активностью зерна и значением концентрации озона.

Эту зависимость можно описать уравнением вида

$$\frac{dC}{dt} = -K_c \cdot C \cdot S, \quad (8)$$

где C – концентрация озона, мг/м³; K_c – константа скорости поглощения озона единицей объема зерна мг/м³с; S – площадь зерновой массы, м².

Для определения константы скорости поглощения озона через слой семян пропускалась озonoвоздушная смесь с определенными параметрами

(v , V , S , C) и через определенные промежутки времени измерялась концентрация озона на входе и выходе слоя зерна.

Изменение концентрации озона в озono-воздушной смеси может быть описано уравнением вида

$$\frac{dC}{dt} = \frac{S}{V} [v(C_o - C) - K_c CV], \quad (9)$$

где v – скорость подачи озono-воздушной смеси, м/с; V – объем обрабатываемого зерна, м³; C_o – концентрация озона на входе, мг/м³; C – концентрация озона на выходе, мг/м³.

Решение уравнения (9) имеет вид

$$C = \frac{C_o v}{v + K_c \cdot S \cdot V} \left[1 - \exp\left(-\frac{v + K_c \cdot S \cdot V}{V} \cdot t\right) \right].$$

(10)

Из уравнения (10) при известных параметрах v , V , C , S можно определить величину константы скорости поглощения озона зерном. Поскольку уравнение (9) является трансцендентным относительно K_c и его решение в элементарных функциях не может быть получено, поэтому величину K_c вычисляли по уравнению (10) методом итераций с помощью ЭВМ.

При продувании озono-воздушной смесью слоя семян некоторой толщины происходит поглощение озона зерном.

Математическое описание распространения озона по глубине слоя зерна может быть основано на представлении движения озonoвоздушного потока в виде плоского фронта. В стационарном режиме уравнение распространения озона будет иметь вид

$$\frac{dC}{dX} = \frac{K_c \cdot S(X) \cdot C}{v}, \quad (11)$$

где C – концентрация озона, мг/м^3 ; v – скорость движения озono-воздушной смеси через слой семян, м/с ; K_c – константа скорости поглощения озона единицей площади поверхности семян $\text{мг/м}^3\text{с}$; $S(X)$ – площадь взаимодействия поверхности семян с озоном в фронте распространения озono-воздушной смеси, м^2 .

Предположим, что константа скорости поглощения озона семенами в установившемся режиме изменяется по экспоненте и может быть описана соотношением

$$K_c = -K_o \cdot \exp[-\beta C],$$

(12)

где K_o – величина константы скорости поглощения озона семенами при концентрации озона, равной нулю; β – константа, характеризующая зависимость скорости поглощения озона от концентрации озона.

Тогда решение уравнения (13) с учетом (10) можно представить в следующем виде

$$\int_{C_{вх}}^{C_{вых}} \frac{e^{\beta \cdot C}}{C} \cdot dC = -\frac{K_o}{v} \int_0^h S(X) dX,$$

(13)

где $C_{вх}$, $C_{вых}$ – концентрация озона в газовой смеси на входе и выходе слоя семян; h – толщина слоя семян.

Решение уравнения (13) будет иметь вид

$$\int_{C_{вх}}^{C_{вых}} \frac{e^{\beta C}}{C} dC = \int_{C_{вх}}^{C_{вых}} \frac{1}{C} \left(1 + \frac{\beta C}{1} + \frac{\beta^2 C^2}{2} + \frac{\beta^3 C^3}{6} \right) dC = \ln|C| \Big|_{C_{вх}}^{C_{вых}} + \beta C \Big|_{C_{вх}}^{C_{вых}} + \frac{\beta^2 C^2}{6} \Big|_{C_{вх}}^{C_{вых}} + \frac{\beta^3 C^3}{24} \Big|_{C_{вх}}^{C_{вых}} = \ln C_{вых} - \ln C_{вх} - C_{вх} \beta + C_{вых} \beta + \frac{\beta^2}{6} (C_{вых}^2 - C_{вх}^2) + \frac{\beta^3}{24} (C_{вых}^3 - C_{вх}^3);$$

(14)

$$\frac{K_o}{v} \cdot \int_0^h S(x) dx = \frac{K_o}{v} \cdot S(x) \cdot h$$

(15)

из левой части уравнения (15) берем первых два члена, тогда имеем

$$\ln \frac{C_{\text{вых}}}{C_{\text{вх}}} = -\frac{1}{\nu} K_0 \cdot S(x) \cdot h. \quad (16)$$

Следовательно

$$C_{\text{вых}} = C_{\text{вх}} \cdot \exp \left[-\frac{K_0}{\nu} S(x)h \right]. \quad (17)$$

Необходимую производительность озонатора определяют из соотношения

$$\Phi = N_{\nu} \cdot C_{\text{вх}}, \quad (18)$$

где N_{ν} - производительность вентиляционной установки, м³/ч; $C_{\text{вх}}$ - концентрация озона на выходе в слое семян, мг/м³.

Соответственно, концентрация озоноздушной смеси на входе в емкость с обрабатываемым зерном определится как

$$C_{\text{вх}} = \frac{C_{\text{вых}}}{\exp \left[-\frac{K_0}{\nu} S(x)h \right]}. \quad (19)$$

Выразим площадь потока

$$S(x) = \frac{L_0}{\nu}. \quad (20)$$

тогда

$$C_{\text{вх}} = \frac{C_{\text{вых}}}{\exp \left[-\frac{K_0}{\nu^2} L_0 h \right]}. \quad (21)$$

скорость озоноздушного потока

$$\nu = \sqrt{\frac{2Rd}{\lambda \rho}}, \quad (22)$$

где λ - коэффициент сопротивления трения; ρ - плотность перемещаемой озоноздушной смеси кг/м³; d -диаметр отверстия м.; R – сопротивление слоя зерна определяемое морфологическими свойствами семян Па.

Соответственно

$$C_{ex} = \frac{C_{вых}}{\exp\left[-\frac{K_0 L_0 h \lambda \rho}{2Rd}\right]} = \frac{C_{вых}}{\exp\left[-\frac{K_0 L_0 h \lambda \rho}{4\sqrt{\frac{S(x)}{\pi}} \frac{1}{R}}\right]}. \quad (23)$$

согласно уравнению для сопротивления слоя зерна

$$C_{ex} = \frac{C_{вых}}{\exp\left[-\frac{K_0 L_0 \lambda \rho}{19,62 A v^n d}\right]} = \frac{C_{вых}}{\exp\left[-\frac{K_0 L_0 \lambda \rho}{39,24\sqrt{\frac{S(x)}{\pi}} \frac{1}{A v^n}}\right]}, \quad (24)$$

где A и n – коэффициенты зависящие от морфологических свойств зерна.

Производительность генератора озона составит

$$\Phi = N_v \frac{C_{вых}}{\exp\left[-\frac{K_0 L_0 h \lambda \rho}{2Rd}\right]} = N_v \frac{C_{вых}}{\exp\left[-\frac{K_0 L_0 h \lambda \rho}{4\sqrt{\frac{S(x)}{\pi}} \frac{1}{R}}\right]}. \quad (25)$$

С учетом снижения производительности электроозонирующего устройства при увеличении температуры и влажности воздуха поступающего в генератор

$$\Phi = k_{t\varphi} \left(N_v \frac{C_{вых}}{\exp\left[-\frac{K_0 L_0 h \lambda \rho}{2Rd}\right]} \right) = k_{t\varphi} \left(N_v \frac{C_{вых}}{\exp\left[-\frac{K_0 L_0 h \lambda \rho}{4\sqrt{\frac{S(x)}{\pi}} \frac{1}{R}}\right]} \right), \quad (26)$$

где $k_{t\varphi}$ -эмпирический коэффициент, учитывающий снижение производительности от влажности и температуры воздуха

$$k_{t\varphi} = (1 - 0,0077t - 0,008\varphi), \quad (27)$$

где t - температура воздушного потока $^{\circ}\text{C}$; φ - влажность воздуха %.

Зная значение константы скорости поглощения озона можно определить соотношение между толщиной слоя зерна и необходимой скоростью озоновоздушного потока, которая должна обеспечивать допустимое значение концентрации озона на выходе потока.

Список литературных источников

1. Патент 2132300 Российская Федерация, МПК С1 6 С 01 В 13/11, 13/10 Озонатор / Д.А. Нормов, И.А. Потапенко, В.К. Андрейчук, В.В. Памазанов, А.А. Лиферь, В.П. Бойко ; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 97104314/25 заявл. 21.03.1997; опубл. 27.06.1999. Бюл. № 18. – 5 с.
2. Патент 2217909 Российская Федерация, МПК С1 6 С 01 В 13/11, 13/10 Способ обеззараживания пчелиных соторамок при нозематозе / Д.А. Нормов, Д.А. Овсянников, В.В. Лисицин ; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 2001132923 заявл. 03.12.2001; опубл. 10.12.2003. Бюл. № 24. – 8 с.
3. Нормов Д.А. Озон против микотоксинов фуражного зерна/ Д.А. Нормов, А.А. Шевченко, Е.А. Федоренко - Сельский механизатор. – 2009.- № 4. - С. 24-25
4. Нормов Д.А. Обеззараживание зерна озонированием / Д.А. Нормов, А.А. Шевченко, Е.А. Федоренко - Научно-практический журнал «Комбикорма» - М.: Из-во «Фолиум», 2009. - №4.- С. 44
5. Нормов Д.А. Методика оценки и выбора безопасных систем микроклимата животноводческих помещений/ Нормов Д.А., И.И. Тесленко, С.Н. Хабаху - Научно-технический и информационно-аналитический журнал «Чрезвычайные ситуации» Краснодар: КСЭИ, №1-2 (13-14) 2013. - С.77-79
6. Патент 2137333 Российская Федерация, МПК С1 А 01 С 1/00 Установка для предпосевной обработки семян / Н.Н. Курзин, И.А. Потапенко, Н.И. Богатырев, В.К. Андрейчук, В.Ф. Кремянский; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 98102421/13 заявл. 10.02.1998; опубл. 20.09.1999. Бюл. № 26. – 4 с.
7. Патент 2137334 Российская Федерация, МПК С1 А 01 С 1/00 Устройство для предпосевной обработки семян / Н.И. Богатырев, Н.Н. Курзин, И.А. Потапенко, В.Н. Темников, В.Ф. Кремянский, М.А. Вольнова; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 98103201/13 заявл. 10.02.1998; опубл. 20.09.1999. Бюл. № 26. – 6 с.

References

1. Patent 2132300 Rossijskaja Federacija, MPK S1 6 S 01 V 13/11, 13/10 Ozonator / D.A. Normov, I.A. Potapenko, V.K. Andrejchuk, V.V. Pamazanov, A.A. Lifer', V.P. Bojko ; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 97104314/25 zajavl. 21.03.1997; opubl. 27.06.1999. Bjul. № 18. – 5 s.
2. Patent 2217909 Rossijskaja Federacija, MPK S1 6 S 01 V 13/11, 13/10 Sposob obezzarazhivanija pchelinyh sotoramok pri nozematoze / D.A. Normov, D.A. Ovsjannikov, V.V. Lisicin ; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 2001132923 zajavl. 03.12.2001; opubl. 10.12.2003. Bjul. № 24. – 8 s.
3. Normov D.A. Ozon protiv mikotoksinov furazhnogo zerna/ D.A. Normov, A.A. Shevchenko, E.A. Fedorenko - Sel'skij mehanizator. – 2009.- № 4. - S. 24-25

4. Normov D.A. Obezrazhivanie zerna ozonirovaniem / D.A. Normov, A.A. Shevchenko, E.A. Fedorenko - Nauchno-prakticheskij zhurnal «Kombikorma» - M.: Iz-vo «Folium», 2009. - №4.- S. 44

5. Normov D.A. Metodika ocenki i vybora bezopasnyh sistem mikroklimata zhivotnovodcheskih pomeshhenij/ Normov D.A., I.I. Teslenko, S.N. Habahu - Nauchno-tehnicheskij i informacionno-analiticheskij zhurnal «Chrezvychajnye situacii» Krasnodar: KSJeI, №1-2 (13-14) 2013. - S.77-79

6. Patent 2137333 Rossijskaja Federacija, MPK S1 A 01 S 1/00 Ustanovka dlja predposevnoj obrabotki semjan / N.N. Kurzin, I.A. Potapenko, N.I. Bogatyrev, V.K. Andrejchuk, V.F. Kremjanskij,; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 98102421/13 zajavl. 10.02.1998; opubl. 20.09.1999. Bjul. № 26. – 4 s.

7. Patent 2137334 Rossijskaja Federacija, MPK S1 A 01 S 1/00 Ustrojstvo dlja predposevnoj obrabotki semjan / N.I. Bogatyrev, N.N. Kurzin, I.A. Potapenko, V.N. Temnikov, V.F. Kremjanskij, M.A. Vol'nova; zajavitel' i patentoobladatel' KGAU. – № 98103201/13 zajavl. 10.02.1998; opubl. 20.09.1999. Bjul. № 26. – 6 s.