

УДК 621.38

UDC 621.38

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ НАУЧНЫХ ГИПОТЕЗ ПО ВЛИЯНИЮ ОЗОНОВОЗДУШНОЙ ОБРАБОТКИ НА СЕМЕНА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**THE ANALYSIS OF THE EXISTING SCIENTIFIC HYPOTHESES ON THE INFLUENCE OF OZONE AND AIR PROCESSING ON SEEDS OF AGRICULTURAL PLANTS**

Нормов Дмитрий Александрович
д.т.н., профессор
SPIN-код: 5209-0453

Normov Dmitry Alexandrovich
Professor
SPIN-code: 5209-0453

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

Shevchenko Andrei Andreevich
Cand.Tech.Sci., Associate Professor,
SPIN-code: 3348-9421

Федоров Игорь Игоревич
магистрант
ФГБОУ ВПО Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Fyodorov Igor Igorevich
undergraduate
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Добиться повышения урожайности различных сельскохозяйственных культур можно различными способами. К данным способам относят: химические, физические и физико-химические. На наш взгляд наиболее перспективным способом предпосевной обработки является озоноздушная обработка, которая относится к физико-химическим способам воздействия на семенной материал. Получить озоноздушную смесь так же можно несколькими способами. Наиболее экономически целесообразный способ синтеза озона в барьерном разряде электроозонатора. Но для достижения положительного эффекта при воздействии озона необходимо четко соблюдать технологические параметры, так как превышение дозировок может привести к угнетению ростовых процессов внутри семени. Поэтому необходимо рассмотреть все известные гипотезы связанные с влиянием озона на сельскохозяйственные растения и процесс их развития. Исследования в данной области показывают, что при воздействии озона на семенной материал, внутри семени происходит расщепление белковой массы. Белки переходят в более доступную форму и как следствие проростку легче получить содержащиеся в белках питательные вещества, что способствует ускоренному произрастанию. Также необходимо отметить, что озон насыщает зерно активными формами кислорода. И конечно же необходимо помнить о бактерицидных свойствах озона, которые обеспечивают уничтожение вредоносной микрофлоры окружающей зерно. Все эти факторы приводят к улучшению посевных качеств зерна и, как следствие, урожайности

There are various ways of achieving various crops productivity increase. Here belong the following ways: chemical, physical and physical and chemical. In our opinion, the most perspective way of pre-sowing processing is processing by mix of air and ozone, which belongs to physical and chemical ways of impact on seed material. To obtain the mix of air and ozone is also possible in several ways. The most economically expedient way of ozone synthesis is in the barrier electric ozonizer discharge. However, to achieve a positive effect in ozone influence it is necessary to observe accurately technological parameters as dosages excess can lead to oppression of growth processes in seed. Therefore, it is necessary to consider all known hypotheses connected with ozone influence on agricultural plants and their development process. Researches in this field show that under the influence of ozone on seed material, inside a seed the cleavage of the protein mass takes place. Proteins pass into more available form and as a result it is easier for sprout to receive the nutrients in proteins that promotes the accelerated growth. It is also necessary to note that ozone saturates grain with active forms of oxygen. It is necessary as well to remember bactericidal properties of ozone, which provide destruction of harmful microflora surrounding grain. All these factors lead to improvement of grain sowing qualities and, as a result, increase yielding capacity

Ключевые слова: ОЗОНИРОВАНИЕ, ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА, ВСХОЖЕСТЬ, ПРЕДПОСЕВНАЯ

Keywords: OZONIZATION, SOWING QUALITIES, VIABILITY, PRESEEDING

Качество семенного материала определяется несколькими параметрами, к которым относятся: всхожесть, сила роста, энергия прорастания и так далее. Но одним из наиболее важных показателей является урожайность. Повысить урожайность сельскохозяйственных растений можно при использовании различных способов предпосевной обработки. В результате проведенного анализа можно сказать, что электротехнологические способы обработки являются наиболее перспективными, так как сочетают экологическую чистоту и технологичность. Наиболее перспективным из всех способов можно считать обработку семян озоном. Получаемый путем электротехнологии озон сочетает преимущества как физических, так и химических способов обработки. Как и большинство физических способов, озонобработка является процессом стимулирующим развитие семян, благодаря мобилизации и лучшему использованию содержащихся в них питательных веществ. Но кроме этого озон снабжает семя активным кислородом и энергией, выделяющейся в результате собственной деструкции. Озон обладает высокими бактерицидными свойствами, благодаря чему позволяет производить профилактику и лечение болезней, осуществляет защиту растений, следовательно, обладает преимуществами эффективных протравителей [6, 14, 15, 19]. Это позволяет классифицировать предпосевную обработку семян озоном как физико-химический способ.

Бактерицидные свойства озона хорошо известны, именно поэтому применение для предпосевной обработки семян представляется более эффективным, чем использование магнитного поля и ЭХА-растворов. Основой бактерицидных свойств озона является его высокая химическая активность – способность легко вступать в реакцию с различными органическими соединениями и при этом образовывать не менее активные

вещества – озониды [12]. Воздействие озона и озонидов на патогенные микроорганизмы приводит к повреждению клеточных органелл и ядер, причем эти процессы, как правило, необратимы и вызывают гибель болезнетворных микроорганизмов [9, 13, 17]. Озон способен затормозить развитие бактерий и плесневых грибов. Чистяков Е. М., Резчиков В.Г. и Кудлай В. И. проводили эксперименты по изучению влияния аэроионных потоков на ряд культур бактерий – возбудителей болезней различных сельскохозяйственных культур. Электронно-ионная обработка фитопатогенных бактерий *Bacillus subtilis*, *Pectrobakterium* потоком аэронов вызывала гибель 75–90% клеток в течение двух часов. При двухчасовой обработке фитопатогенных грибов потоком положительных аэроионов вызвала гибель 90% *Fuzarium sambucinium* и более 70% *Botrytis cinerea*. Показано, что выживаемость *Candida utilis* обратно пропорциональна продолжительности обработки культуры [13].

Исследования, проводимые рядом ученых, показывают что, несмотря на значительное число бактерий и грибов, чувствительных к влиянию озона, существуют болезнетворные микроорганизмы, которые либо слабо реагируют на воздействие озоном, либо устойчивы к нему [1, 2, 4]. Это позволяет считать, что применение озона не сможет полностью заменить протравители [11].

Исследования ряда ученых показали, что в результате предпосевной обработки семян сельскохозяйственных растений резко улучшаются их посевные качества. С одной стороны, это связано с тем, что из-за воздействия озона на поверхности семян снижается количество болезнетворных микроорганизмов, что ведет к уменьшению заболеваний семян. С другой стороны, происходит биологическая активация роста и развития семени в период вегетации. Все это приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных культур на 20–35% и более [2, 9, 10, 11, 15, 19]. Это позволяет считать эффективность озонобработки для

стимуляции семян более высокой, чем у большинства электрофизических способов.

Данные различных ученых не всегда однозначны и сопоставимы. Огромное значение оказывают режимы и параметры обработки семян [76]. Следовательно, на результаты исследований, направленных на повышение урожайности сельскохозяйственных культур путем предпосевной обработки их семян озоном значительное влияние оказывает доза обработки.

Так, Резчиковым В. Г., Чурмасовым А. В., Гавриловым А. А., Соколовой Е. А. [10, 11] были проведены эксперименты по определению влияния доз обработки озоновоздушной смесью на всхожесть семян. Результаты эксперимента позволили сделать вывод о том, что при больших дозах обработки озон угнетает процессы роста семени, а при малых – стимулирует их [5, 6, 8, 9, 12, 13, 18, 19]. Таким образом, положительных результатов можно добиться путем применения сочетания большой концентрации и малого времени обработки, или малой концентрации и длительной обработки. Очевидно, что первое – более технологично.

Исследования, произведенные учеными Кубанского государственного университета [6, 7, 8, 9, 14, 15] вызывают наибольший интерес. Ученые оптимизировали режимы и параметры предпосевной обработки семян кукурузы озоном. Эксперименты показали, что обработка озоном увеличивает всхожесть семян на 10–15%, а энергию прорастания на 25–30%. Кроме того, семена кукурузы, подвергшиеся обработке, имели большую массу 100 проростков, что в результате дало прибавку урожайности более 30%. Следует отметить, что в рассматриваемых исследованиях очень ценным является то, что эффект обработки сохраняется более 5 недель времени отлежки [14, 15]. Это важное технологическое преимущество предпосевной обработки семян озоном в сравнении с большинством электрофизических методов, позволяющее

широко внедрять данный способ. Однако А. А. Шевченко [15] наглядно показал, что приведенный выше успешный результат может быть достигнут при точном соблюдении режимов и параметров обработки, в противном случае, согласно экспериментальным исследованиям, может быть и отрицательный результат. Данные исследования являются наиболее близким прототипом, однако, приводимые режимы и параметры электроозонирования справедливы только для кукурузы.

Анализ научных исследований позволяет считать, что исследование влияния озона на семена проводилось в недостаточном объеме. В то же время можно считать установленным, что озон влияет на физиологические процессы в растениях, а также обладает высокими бактерицидными свойствами, что особенно важно для сахарной свеклы, семена которой сильно поражаются многочисленными болезнями и вредителями. Вместе с тем высокие концентрации озона, по мнению многих авторов, отрицательно влияют на рост и развитие растений. Поэтому важно научное обоснование режимов и параметров при предпосевной обработке семян сахарной свеклы и это является важной народнохозяйственной задачей.

Повышение урожайности сахарной свеклы в результате предпосевной обработки семян осуществляется за счет комплекса взаимосвязанных и взаимодействующих механизмов. Обзор источников показывает, что наилучшего результата можно добиться только при совмещении мер по улучшению протекания биологических процессов с профилактикой болезней и уменьшении воздействия других затормаживающих факторов [7, 16, 19].

Анализ уже произведенных исследований позволяет классифицировать озonoобработку как физико-химический способ предпосевной обработки семян. Озон действует на семена, во первых, как стимулятор, во вторых – как протравитель [3].

Проникая в семя, озон увеличивает снабжение семян активными формами кислорода, а также способствует появлению дополнительного источника перекиси водорода непосредственно в семенах, которая используется пероксидазой, что ведет к стимулированию пектофосфатного пути [2, 6, 13, 15]. Иными словами, обработка озоном позволяет повысить активность некоторых ферментов. Это имеет очень важное значение, так как сила роста проростка зависит от интенсивности процессов, происходящих в запасающих органах (семядолях). Крахмал, содержащийся в семядолях, не используется непосредственно в качестве питательного вещества, а должен расщепляться на сахара. Этот процесс активизируют ферменты, которые переводят крахмал в полисахариды и дисахариды. Кроме того, известно, что озон несколько ингибирует дыхание семян [14, 19] и, следовательно, обработанные семена к посеву сохраняют больший запас питательных веществ, чем необработанные.

Механизм бактерицидного воздействия озона на микроорганизмы неоднозначен. Бактерицидное действие озона многие исследователи [1, 4, 7, 8, 11, 14, 16, 19] объясняют тем, что озон, обладая высокой реакционной активностью, способен повреждать как липиды, так и белки, окисляя аминокислоты, а также ненасыщенные жирные кислоты [11]. В зависимости от дозы и времени воздействия повреждаются различные клеточные органеллы и ядерный аппарат [14]. Озон окисляет оболочки микробных клеток, затрудняя или прекращая внешний обмен веществ, и наконец, высоким редокспотенциалом делает иным электрический заряд микробной оболочки, что нарушает её проницаемость в биологические объекты [1]. Эти нарушения часто носят необратимый характер и являются причиной гибели клеток. Также имеются многочисленные данные о том, что половые клетки насекомых и клещей наиболее чувствительны к мутагенному воздействию озона. Мутации, вызванные озоном, связаны с химическими изменениями в хромосомах половых

клеток. Определенные, свойственные каждому виду вредителей, дозы озона вызывают в половых клетках доминантные летальные мутации. Мутации такого рода в сперматозоидах не препятствуют оплодотворения яйцеклетки, но образовавшаяся зигота прекращает свое развитие и погибает [13, 14, 17]. Таким образом, большинство спариваний не будет успешным, так как нормальные особи, спарившиеся со стерильными, не дадут потомства. Кроме этого, известно что даже незначительные концентрации озона легко разрушают пути ферромонной коммуникации насекомых, в результате чего в момент спаривания особи просто не находят друг друга [19].

Таким образом, озон улучшает метаболические процессы, протекающие в семенах, обеспечивает эффективное использование питательных веществ, находящихся в семени, и в то же время является эффективным фунгицидом и инсектицидом. Анализ литературных источников показал, что предпосевная обработка озона является эффективным способом повышения урожайности [2, 9, 10, 15, 19]. Однако применение озона для улучшения посевных качеств семян и повышения урожайности сельскохозяйственных растений требует тщательного исследования, так как успешный результат может быть достигнут при точном определении и последующем соблюдении режимов и параметров обработки, в противном случае может быть и отрицательный эффект.

Для повышения качества обработки и снижения ее себестоимости целесообразно создание недорогих высокопроизводительных озонаторов для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных растений. Технические требования к таким генераторам озона отличаются от требований к генераторам, используемых для других целей, в том числе выпускаемым промышленностью. Наряду с высоким коэффициентом полезного действия генераторы озона для таких целей должны обладать стабильной производительностью с точным значением концентрации

озона на выходе, так как это позволит обеспечить точность заданных технологических параметров.

Литература

1. Будько Н.П. Исследование процесса ионизации и озонирования воздушной среды в картофелехранилищах: дис. ... канд. техн. наук. / Н.П. Будько; УСА. - Киев, 1982. - 152 с.
2. Вербицкая С.В. Предпосевная обработка семян фасоли магнитным полем и озоном: дис. ... канд. техн. наук. / С.В. Вербицкая; КубГАУ. - Краснодар, 2001. - 133 с.
3. Матус В.К. Структурно-модифицирующее воздействие озона на плазматические мембраны / В.К. Матус, А.М. Мельникова, Н.М. Окунь // «Вести Академии Наук Белорусской ССР»: сб. науч. тр./ АН БССР. – Минск, 1980. - №1. - С. 258-261.
4. Нормов Д.А. Влияние воздействия озоновоздушной смеси на содержание вредоносной микрофлоры в кормах /Д.А. Нормов, Н.Н. Курзин, А.А. Шевченко// научный журнал Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. - №47. - С. 168-171.
5. Нормов Д.А. Распределение озоновоздушной смеси в слое зерна /Д.А. Нормов, А.А. Шевченко// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. - №07(101). С. 1897-1907. – IDA [article ID]: 1011407126. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/126.pdf>.
6. Нормов Д.А. Механизм воздействия озоновоздушной смеси на семена кукурузы и методика проведения экспериментального исследования влияния электроозонирования на ростовые процессы семян /Д.А. Нормов, А.А. Шевченко, Е.А. Сапрунова// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. - №01(105). С. 775-787. – IDA [article ID]: 1051501047. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/47.pdf>.
7. Нормов Д.А. Озон против микотоксикозов фуражного зерна /Д.А. Нормов, А.А. Шевченко, Е.А. Федоренко// научный журнал Сельский механизатор. – М.: 2009. - №4. – С.24-25.
8. Нормов Д.А. Обеззараживание зерна озонированием /Д.А. Нормов, А.А. Шевченко, Е.А. Федоренко// научный журнал Комбикорма. – М.: Фолиум, 2009. - №4. – С. 44.
9. Нормов Д.А. Озонирование повышает посевные качества семян /Д.А. Нормов, А.А. Шевченко, Е.А. Федоренко// научный журнал Сельский механизатор. – М.: 2009. - №1. – С. 14-15.
10. Резчиков В.Г. Влияние озона на прорастание семян гороха и облепихи / В.Г. Резчиков, А.В. Чурмасов, А.А. Гаврилова // «Техника в сельском хозяйстве» сб. науч. тр. / ЧГАУ. - Челябинск, 1998. - С. 14-17.
11. Резчиков В.Г. Воздействие озона на биологические объекты / В.Г. Резчиков // «Молодые исследователи сельскохозяйственной науки»: сб. науч. тр. / ЧГАУ. - Челябинск, 1997.- С. 12-14.
12. Сюсюра Н.А. Обоснование параметров электроактивированного раствора и режимов работы бездиафрагменного электроактиватора в технологии предпосевной обработки семян зерновых культур: дис. ... канд. техн. наук. / Н.А. Сюсюра; АЧГАА. - Зерноград, 2003. - 159 с.

13. Чистяков Е.И. О действии аэроионных потоков на культуры фитопатогенных бактерий / Е.И. Чистяков, А.Я. Рубенчик, В.И. Кудлай // III Всесоюз. конф. «Применение электронно - ионной технологии в с.-х.»: тез. / Тбилиси, 1981.- С. 25-26.
14. Шевченко А.А. Параметры электроозонирования для предпосевной обработки семян кукурузы /А.А. Шевченко// автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – 21 с.
15. Шевченко А.А. Параметры электроозонирования для предпосевной обработки семян кукурузы /Шевченко А.А./ диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – 137 с.
16. Шевченко А.А. Воздействие озонородушной смеси на популяцию плесневых грибов /А.А. Шевченко, Е.А. Денисенко// научный журнал Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2011. - №29. - С. 191-195.
17. Шевченко А.А. Способы стерилизации продуктов растениеводства и кормосмесей /А.А. Шевченко, Е.А. Сапрунова, С.Ю. Челебиев// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. - №04(098). С. 405-415. – IDA [article ID]: 0981404021. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/21.pdf>.
18. Шевченко А.А. Исследование влияния озона на ростовые процессы семян кукурузы /А.А. Шевченко, Е.А. Сапрунова// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. - №01(105). С. 760-774. – IDA [article ID]: 1051501046. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/46.pdf>.
19. Шхалахов Р.С. Параметры электроозонатора барьерного типа заданной стабильности для предпосевной обработки семян сахарной свеклы /Р.С. Шхалахов// диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Краснодар: КубГАУ, 2006.

References

1. Bud'ko N.P. Issledovanie processa ionizacii i ozonirovanija vozduшной sredy v kartofelehranilishhah: dis. ... kand. tehn. nauk. / N.P. Bud'ko; USA. - Kiev, 1982. - 152 s.
2. Verbickaja S.V. Predposevnaja obrabotka semjan fasoli magnitnym polem i ozonom: dis. ... kand. tehn. nauk. / S.V. Verbickaja; KubGAU. - Krasnodar, 2001. - 133 s.
3. Matus V.K. Strukturno-modificirujushhee vozdejstvie ozona na plazmaticheskie membrany / V.K. Matus, A.M. Mel'nikova, N.M. Okun' // «Vesti Akademii Nauk Beloruskoy SSR»: sb. nauch. tr./ AN BSSR. – Minsk, 1980. - №1. - S. 258-261.
4. Normov D.A. Vlijanie vozdejstviya ozonovozduшной smesi na sodержание vredonosnoj mikroflory v kormah /D.A. Normov, N.N. Kurzin, A.A. Shevchenko// nauchnyj zhurnal Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Krasnodar: KubGAU, 2014. - №47. - S. 168-171.
5. Normov D.A. Raspredelenie ozonovozduшной smesi v sloe zerna /D.A. Normov, A.A. Shevchenko// Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. - №07(101). S. 1897-1907. – IDA [article ID]: 1011407126. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/126.pdf>.

6. Normov D.A. Mehanizm vozdejstvija ozonovozdushnoj smesi na semena kukuruzy i metodika provedenija jeksperimental'nogo issledovanija vlijanija jelektroozonirovanija na rostovye processy semjan /D.A. Normov, A.A. Shevchenko, E.A. Saprunova// Politematiceskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. - №01(105). S. 775-787. – IDA [article ID]: 1051501047. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/47.pdf>.

7. Normov D.A. Ozon protiv mikotoksikozov furazhnogo zerna /D.A. Normov, A.A. Shevchenko, E.A. Fedorenko// nauchnyj zhurnal Sel'skij mehanizator. – M.: 2009. - №4. – S.24-25.

8. Normov D.A. Obezrazhivanie zerna ozonirovaniem /D.A. Normov, A.A. Shevchenko, E.A. Fedorenko// nauchnyj zhurnal Kombikorma. – M.: Folium, 2009. - №4. – S. 44.

9. Normov D.A. Ozonirovanie povyshaet posevnye kachestva semjan /D.A. Normov, A.A. Shevchenko, E.A. Fedorenko// nauchnyj zhurnal Sel'skij mehanizator. – M.: 2009. - №1. – S. 14-15.

10. Rezchikov V.G. Vlijanie ozona na prorastanie semjan goroha i oblepihi / V.G. Rezchikov, A.V. Churmasov, A.A. Gavrilova // «Tehnika v sel'skom hoz'jajstve» sb. nauch. tr. / ChGAU. - Cheljabinsk, 1998. - S. 14-17.

11. Rezchikov V.G. Vozdejstvie ozona na biologicheskie ob#ekty / V.G. Rezchikov // «Molodye issledovateli sel'skohoz'jajstvennoj nauki»: sb. nauch. tr. / ChGAU. - Cheljabinsk, 1997.- S. 12-14.

12. Sjusjura N.A. Obosnovanie parametrov jelektroaktivirovanogo rastvora i rezhimov raboty bezdiafragmennogo jelektroaktivatora v tehnologii predposevnoj obrabotki semjan zernovyh kul'tur: dis. ... kand. tehn. nauk. / N.A. Sjusjura; AChGAA. - Zernograd, 2003. - 159 s.

13. Chistjakov E.I. O dejstvii ajeroionnyh potokov na kul'tury fitopatogennyh bakterij / E.I. Chistjakov, A.Ja. Rubenchik, V.I. Kudlaj // III Vsesojuz. konf. «Primenenie jelektronno - ionnoj tehnologii v s.-h.»: tez. / Tbilisi, 1981.- S. 25-26.

14. Shevchenko A.A. Parametry jelektroozonirovanija dlja predposevnoj obrabotki semjan kukuruzy /A.A. Shevchenko// avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk. – Krasnodar: KubGAU, 2005. – 21 s.

15. Shevchenko A.A. Parametry jelektroozonirovanija dlja predposevnoj obrabotki semjan kukuruzy /Shevchenko A.A./ dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk. – Krasnodar: KubGAU, 2005. – 137 s.

16. Shevchenko A.A. Vozdejstvie ozonovozdushnoj smesi na populjaciju plesnyevykh gribov /A.A. Shevchenko, E.A. Denisenko// nauchnyj zhurnal Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Krasnodar: KubGAU, 2011. - №29. - S. 191-195.

17. Shevchenko A.A. Sposoby sterilizacii produktov rastenievodstva i kormosmesej /A.A. Shevchenko, E.A. Saprunova, S.Ju. Chelebiev// Politematiceskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. - №04(098). S. 405-415. – IDA [article ID]: 0981404021. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/21.pdf>.

18. Shevchenko A.A. Issledovanie vlijanija ozona na rostovye processy semjan kukuruzy /A.A. Shevchenko, E.A. Saprunova// Politematiceskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. - №01(105). S. 760-774. – IDA [article ID]: 1051501046. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/46.pdf>.

19. Shhalahov R.S. Parametry jelektroozonatora bar'ernogo tipa zadannoj stabil'nosti dlja predposevnoj obrabotki semjan saharnoj svekly /R.S. Shhalahov// dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskix nauk. – Krasnodar: KubGAU, 2006.