

УДК 626

UDC 626

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ АКУСТО-МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ И ВОДОРОДНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ГИДРОПОННОГО РАСТВОРА

THE RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCH OF INFLUENCE OF ACOUSTIC AND MAGNETIC FIELD ON ELECTROCONDUCTIVITY AND PH VALUE OF HYDROPONIC SOLUTION

Коржаков Алексей Валерьевич
к.т.н., доцент
Адыгейский государственный университет, Майкоп, Республика Адыгея, Россия

Korzhakov Alexey Valeryevich
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Adyghe State University, Maikop, the Republic of Adygheya, Russia

Лойко Валерий Иванович
д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ
РИНЦ SPIN-код: 7081-8615

Loiko Valery Ivanovich
Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored scientific Worker of the Russian Federation
RSCI SPIN-code: 7081-8615

Оськин Сергей Владимирович
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Электрических машин и электропривода
РИНЦ SPIN-код: 2746-7547
Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13.

Osykin Sergey Vladimirovich
Doctor of Technical Sciences, professor, Head of the Department of Electrical Machines and Drives
RSCI SPIN-code: 2746-7547
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Коржакова Светлана Александровна
к.с.н., доцент

Korzhakova Svetlana Aleksandrovna
Candidate of Sociology, associate professor

Коржаков Валерий Евгеньевич
к.т.н., доцент
Адыгейский государственный университет, Майкоп, Республика Адыгея, Россия

Korzhakov Valery Evgenievich
Candidate of Technical Sciences, associate professor
Adyghe State University, Maikop, the Republic of Adygheya, Russia

В статье приведены результаты исследования влияния акусто-магнитного поля на величины электропроводности и водородного показателя гидропонного раствора. Для проведения исследований в этой области выдвигается гипотеза о возможности влияния на ионы питательного раствора при помощи акусто-магнитного поля. Для экспериментального исследования выдвинутой гипотезы была собрана лабораторная установка. Раствор подавался по трубке, проходящей через ферритовое кольцо с обмоткой. Таким образом, раствор подвергался воздействию акусто-магнитного поля. В качестве объекта исследования использовался гидропонный раствор веществ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$; K_2SO_4 ; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; MgSO_4 в воде с заданной концентрацией и кислотностью. Раствор забирался из бака лабораторной установки посредством насоса, проходил через рабочую область акусто-магнитного аппарата, фильтр и снова сливался в бак, из которого бралась проба для изменения уровня pH. Значение величины pH измерялось при $t=22^\circ\text{C}$ с помощью электронного pH-метра KL 009(1)A. Для контроля показаний прибора кислотность проверялась универсальной индикаторной бумагой. Начальное значение pH раствора составляло 5. В результате акусто-магнитной обработки раствора значение pH

The article deals with the results of research of acoustic and magnetic field influence on conductivity and pH value of hydroponic solution. For carrying out researches in this area the hypothesis of possibility of nutrient solution influence on ions by means of an acoustic and magnetic field is set up. A laboratory scale plant was constructed for a pilot study of the hypothesis. The solution was moved in the tube passing through a ferrite ring with winding. Thus, the solution was exposed to the influence of acoustic and magnetic field. The object of research was hydroponic solution of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$; K_2SO_4 ; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; MgSO_4 in water having adjusted concentration and acidity. The solution was taken from the tank of laboratory scale plant by means of the pump, passed through the working area of the acoustic and magnetic device, filter, and then was poured into the tank, from which the sample for pH level changing was taken. The pH value was measured at the temperature of 22°C by using electronic pH-meter KL-009(1)A. For control of instrument readings acidity was tested by universal test-paper. The initial pH value of solution made 5. As a result of acoustic and magnetic treatment of solution pH value of hydroponic solution increased from 6 to 6.9. The results show the possibility of pH value correction by small energy input

гидропонного раствора возросла с 6 до 6,9. Полученные результаты показывают возможность коррекции значения водородного показателя малыми энергетическими затратами

Ключевые слова: АКУСТО-МАГНИТНЫЙ АППАРАТ, ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ, ВОДОРОДНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ, ГИДРОПОННАЯ УСТАНОВКА, КИСЛОТНОСТЬ

Keywords: ACOUSTIC AND MAGNETIC DEVICE, ELECTROCONDUCTIVITY, PH VALUE HYDROPONIC LABORATORY PLANT, ACIDITY

Актуальность исследования. Современная технология ведения сельского хозяйства приводит к загрязнению почвы и воды большим количеством химикатов, вызывая токсичность некоторых продуктов. Исследователями США, Германии, Чехословакии, России установлено, что нитраты и нитриты вызывают у человека много опасных болезней.[8] Население планеты растет и ему нужен доступ не просто к пище, а к качественной пище. Одним из путей решения появляющихся проблем является применение гидропоники в сельском хозяйстве. К тому же малые и средние фермы смогут создавать на основе этой технологии новые рабочие места. По сравнению с почвенным выращиванием можно увеличить урожайность на 30%. Выращивание растений на гидропонных установках позволяет обеспечить растения всеми необходимыми минеральными солями посредством растворов, т.е. в такой форме, в которой растения усваивают питательные вещества наилучшим образом. При этом растению не требуется большая корневая систем для обеспечения потребления питательных веществ, вместо этого у растений растет верхняя часть. Среди многих достоинств гидропоники наиболее существенными являются экономия воды и экономия питательных веществ. Использование традиционных методов выращивания растений в почве приводит к бессмысленным потерям химических удобрений, приводит к загрязнению подземных вод. В замкнутых гидропонных системах нет потерь воды, а используется вода только в том объеме, который растения потребляют и испаряют.

Современные гидропонные теплицы работают на основе различных

технологий. Но у всех технологий есть общие черты: приготовление питательного раствора происходит в большом баке, в котором растворяются основные азотные, фосфорные, калийные соли и микроэлементы; дозаторы по мере необходимости выливают порцию этих растворов в общий резервуар, в котором они разбавляются водой до нужной концентрации; питательный раствор различными способами доставляется к корням растений. Корни растений постепенно изменяют состав питательного раствора. Концентрация питательных веществ снижается, изменяется значение водородного показателя, и время от времени состав раствора нужно корректировать. Для этой цели в смесительный резервуар погружают электроды двух приборов. Один из них получает значения электропроводности раствора и его концентрации. Он даёт сигнал дозаторам, которые добавляют недостающее количество смеси солей. Другой прибор измеряет значение водородного показателя раствора. Для обеспечения оптимального роста растений нужно непрерывно соблюдать определённую концентрацию питательных веществ и определённое значение показателя рН (в диапазоне от 6 до 7) в растворе. Процесс регулируется при помощи химических реагентов, что требует специальных знаний и умений.

В данной статье предлагается безреагентный способ соблюдения баланса влияющих факторов на оптимальный рост растений.

Постановка и решение задачи.

Для обеспечения некоторого стабильного значения рН необходимо обеспечить контроль соотношения в питательном растворе двух разновидностей форм азота: NO_3^- (нитратов) и NH_4^+ (ион аммония). Если NH_4^+ – единственный источник азота в растворе, то это приводит к подкислению. И, наоборот, если в растворе содержится только NO_3^- раствор подщелачивается. В кислой среде NO_3^- легче усваивается, а NH_4^+ лучше усваивается при более высоком значении рН. При рН=6,8 обе формы азота поглощаются одинаково [1]. Соотношение аммония / нитратов может изменить рН

вокруг корней, что в свою очередь может повлиять на растворимость и доступность других питательных веществ. Когда растение потребляет аммоний, оно освобождает протон H^+ в раствор. Повышение концентрации протонов вокруг корней, снижает рН в корневой зоне. Если основным источником азота будет NH_4^+ , то это может быть токсично для растения, но одновременно NH_4^+ в зависимости от освещения существенно влияет на рост некоторых растений [1].

Для проведения исследований в этой области выдвигается гипотеза о возможности влияния на ионы питательного раствора при помощи акусто-магнитного поля.[9,10]

1 Результаты исследований влияния акусто-магнитного поля на электропроводность и водородный показатель

Растения очень болезненно реагируют не только на несоблюдение концентрации химического раствора, но также и на уровень рН раствора. Для каждого растения существует оптимальный уровень рН. Некоторые питательные вещества становятся недоступными для растения, если рН отклоняется от оптимального.[6] Несвоевременная коррекция уровня рН приводит к замедлению темпов роста растений. Большинству растений требуется слабокислая среда со значениями рН из диапазона 5,5-7,0. Необходимо учитывать факт различия степени поглощения одних и тех же веществ у каждого вида растений, что обусловлено внешней средой, прикорневой средой и освещённостью. Значение рН=5,5 можно считать нижним пределом, а рН=7 – верхним пределом, соответственно нормой для большинства растений следует считать значения рН из диапазона 6-6,5.

Существуют следующие способы повышения значения рН раствора:

- добавление в раствор гидроксида натрия или калия (NaOH и KOH, соответственно);
- добавление в раствор гидроксида аммония (NH_4OH), ионов NH_4^+ (аммо-

нийного азота).

- добавление в раствор рН-корректора “АФ рН+“.

Повышение показателя рН (от нейтрального в сторону щёлочи) возможно, в основном при помощи гидроксида натрия или калия, но самым простым является периодическое добавление в раствор чистой водой (хотя, это уже не просто влияние на кислотность - а изменение баланса рецептуры). Применение КОН (едкий натр, сода каустическая) недопустимо. Применение соды пищевой нежелательно (как минимум, из-за "заторможенности" проявления полного результата реакции, и как следствие большая вероятность передозировки данного вещества).

Существующие способы понизить рН раствора:

- использование серной кислоты H_2SO_4 (возможно на любой стадии развития растения);
- использование ортофосфорной кислоты во время цветения и образования плодов, добавляет в раствор фосфор;
- добавление азотной кислоты HNO_3 , которая обогащает раствор нитратным азотом;
- добавление соляной кислоты HCl ;
- применение рН-корректора “АФ рН-“.

Яблочный уксус, лимонная кислота и другие органические кислоты опасны для корней и могут вызвать гниение. Применение (для понижения кислотности, т.е. для подщелачивания) известняка, мела, скорлупы (и т.п.) нецелесообразно, т.к. рассчитать необходимое количество такого материала проблематично по разным причинам. Кроме того, использование этих веществ приводит в большей степени к изменению жёсткости, а не кислотности.

От величины рН почвы зависит состояние корней растений и их способность поглощать воду из почвы: при повышенной кислотности замедляется рост корней. Проблема гидропоники – повышение и понижение

кислотности питательного раствора (резкого изменения рН). Повышенная кислотность питательного раствора снижает способность растения к усвоению основных веществ: фосфора, азота, калия, магния.

Обычно решают эту проблему путём замены раствора через каждые 2 недели. Однако, если применить коррекцию значения рН с помощью акусто-магнитного аппарата, то появляется возможность не производить замену раствора в течении шестидесяти дней, не меняя состава солей раствора (концентрация раствора изменяется менее, чем на 20%). Если производить подмешивание в раствор веществ, которых не хватает для нормального роста растений, то появляется возможность не менять раствор до конца созревания плодов растений. В промышленных гидропонных установках при такой длительной эксплуатации раствора может возникнуть проблема роста водорослей. Как показали опыты, при обработке раствора акусто-магнитным аппаратом рост водорослей не наблюдался, раствор оставался весь срок эксплуатации чистым и без каких либо запахов.

Существует мнение, что воздействие магнитного поля вызывает диссоциацию молекул воды на ионы за счет столкновения свободных молекул с большей, чем у других, кинетической энергии. Таким образом, магнитное поле вызывает уменьшение ионного произведения воды, следовательно, приводит к увеличению уровня рН. Изменение подвижности ионов H^+ и OH^- невелико, поэтому удельная электропроводность воды уменьшается. Внешнее магнитное поле вызывает изменения в частоте колебаний молекул воды и в энергии активации разрыва водородных связей [5].

Для экспериментального исследования выдвинутой гипотезы была собрана лабораторная установка циркуляционного типа. При проведении опытов поддерживались следующие характеристики:

Кислотность (рН)	5,5 - 7,0
Температура гидропонного раствора:	(22) °С
Температура внешней среды (воздуха)	21 – 23 °С

Влажность внешней среды (воздуха)	65 – 75 %
Освещенность	60000 – 100000 Лм (люмен)
Длительность освещения, часов (день/ночь)	12/12.

Для проведения исследований в составе лабораторной установки был изготовлен акусто-магнитный аппарат. Питание аппарата осуществлялось от источника переменного тока напряжением 14 В, подаваемым на ферритовое кольцо с обмоткой. Сила потребляемого акусто-магнитным аппаратом тока составляла 200 мА. Раствор подавался через трубку, вставленную в ферритовое кольцо с обмоткой. Таким образом, раствор подвергался воздействию акусто-магнитного поля.

В качестве объекта исследования использовался гидропонный раствор, представляющий смесь веществ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$; K_2SO_4 ; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; MgSO_4 с заданной концентрацией и кислотностью. Раствор забирался из бака лабораторной установки посредством насоса, проходил через рабочую область акусто-магнитного аппарата, фильтр и снова сливался в бак, из которого бралась проба для изменения уровня рН. Величина рН измерялась при $t=22^\circ\text{C}$ с помощью электронного KL 009(1)А рН-метра. Для контроля показаний прибора кислотность проверялась универсальной индикаторной бумагой. Начальное значение рН раствора составляло 5.

Результаты влияния акусто-магнитной обработки на величину рН гидропонного раствора приведены в таблице 1. Как видно из таблицы 1, величина рН гидропонного раствора возрастает от 6 до 6,9 ($\Delta\text{pH}=0,9$), что отличается от результатов, представленных в работах [3,4].

В работе [4] было отмечено, что «...разница между опытом и контролем была существенной, причем требуемого повышения рН на 0,3 единицы не отмечалось». Также стоит отметить тот факт, что энергетические затраты на изменение рН на 0,3 единицы составляли: «...оптимальный режим электрообработки: время воздействия – 10 с; напряжение, подаваемое на электроды - 30 кВ; напряженность поля коронного разряда - 300 кВ/м;

ток короны - 12,5 мкА».

Таблица 1 – Зависимость величины рН раствора от времени и числа обработки

Время измерения	TDS	T°C	pH
Априори	938	18	6
1 перегон	937	18	6,2
2 перегон	936	18	6,3
15 мин	935	18	6,4
20 мин	935	18	6,4
35 мин	934	18	6,5
120 мин	887	18	6,5
180 мин	885	18	6,7
24 часа	872	18	6,9

Похожие энергетические затраты на изменение уровня рН приведены в работе Александрова и др., согласно которой «...при увеличении напряженности магнитного поля от $1 \cdot 10^3$ до $4 \cdot 10^3$ А/м величина рН дистиллированной воды возрастает от 5,50 до 5,95 (Δ рН=0,45), а питьевой воды от 8,01 до 8,21 (Δ рН=0,2). Кратность магнитной обработки воды при неизменной напряженности поля весьма значительно увеличивает значение рН исследуемых водных систем. Так при $H = 2100$ А/м трехкратная магнитная обработка питьевой воды обеспечила увеличения уровня рН на 0,4, а дистиллированной – на 0,8, шестикратное же омагничивание позволило достичь увеличения значения рН для этих систем на 0,55 и 1,3 соответственно.».[3] При акусто-магнитной обработке энергетические затраты составляют десятки Вт.

2 Результаты исследований влияния акусто-магнитного поля на электропроводность и водородный показатель на гидропонной установке

Для подтверждения результатов, полученных на лабораторной установке, была сделана гидропонная система "Плавающая платформа", в которой растения закрепляются непосредственно на самой платформе, плавающей на поверхности питательного раствора, расположенного в контейнере ёмкостью 56 литров, и их корни постоянно погружены в раствор. Снабжение корней кислородом происходит посредством продува через питательный раствор воздуха (аэрация) и методом рециркуляции (периодической смены) раствора. Раствор посредством насоса забирается с нижней части контейнера гидропонной установки, посредством насоса проходит через акусто-магнитный аппарат, фильтр и сливался в верхней части бака. Система оказалась эффективной при выращивании таких растений как салат, перец, лук, баклажан.

Исследования были разбиты на две серии опытов, проводившихся рандомизировано. В первой серии опытов раствор не подвергался акусто-магнитной обработке, а во второй обработка раствора проводилась по мере изменения рН раствора до значения 6. Первые две недели после высадки рассады салата использовался разведенный в два раза питательный раствор для первой серии опытов. Затем до восьмой недели растениям дают раствор нормальной концентрации, изначально раствор имел рН=6,5, РРМ=720. Во второй серии опытов изначально раствор заливался нормальной концентрации рН=5, РРМ=645. Результаты измерений представлены в таблице №2. Для молодых растений интервалы подачи воздуха составляли днем 15 минут с перерывом 60 минут, а ночью 15 минут с перерывом 180 минут.

Таблица 2 – Результаты опытов по выращиванию салата на гидро-
понной установке

День	pH	PP M	Салат (мм) (питатель- ный рас- твор)	Замена раство- ра	pH	PP M	Салат (мм) (обработанный питательный раствор)	T°C	Обработка полем
1	6,5	360	1,5	Нет	5	645	1,5	22	Нет
3	6,5	360	1,5	Нет	5	641	2,0	22	До обработки
4	6,5	355	1,5	Нет	7	639	2,5	22	После обработки
5	6,5	355	2	Нет	6	638	3,1	22	До обработки
6	6	350	2,4	Нет	7	636	3,7	22	После обработки
7	6	350	2,8	Нет	6	635	4,5	22	До обработки
8	5,5	345	2,9	Нет	7	634	5,3	22	После обработки
9	5,5	345	3,2	Нет	6	632	6,0	22	До обработки
10	5,5	345	3,9	Нет	7	631	6,7	22	После обработки
11	4	330	4	Нет	5	629	7,4	22	До обработки
12	3,5	325	4,3	Нет	7	628	8,5	22	После обработки
13	3	230	4,5	Нет	6	627	9,3	22	До обработки
14	6,5	710	5	Да	7	625	10,2	22	После обработки
15	6,5	710	5,6	Нет	6	624	11,1	22	До обработки
16	6	700	6	Нет	7	623	12	22	После обработки
18	6	700	7,2	Нет	5	620	14,4	22	До обработки
21	5,5	690	8,1	Нет	7	616	14,9	22	После обработки
32	4	660	12,8	Нет	6	608	-	22	До обработки
35	3,5	650	14	Нет	7	605	-	22	После обработки

Проведённые исследования подтверждают выдвинутую гипотезу о возможности влияния на свойства питательного раствора при помощи акусто-магнитного поля. Результаты опытов свидетельствуют о возможности поддержания на заданном уровне значений выбранных влияющих факторов без применения химических реактивов.

Заключение

Итак, в соответствии с поставленной целью были решены задачи:

– проведены исследования, изучающие влияние акусто-магнитного поля на значения электропроводности и водородного показателя на гидропонной установке;

– выявлено влияние акусто-магнитного поля на значения электропроводности и водородного показателя.

Безреагентный способ обработки питательных растворов гидропонных установок позволяет малыми энергетическими затратами добиваться оптимального роста растений посредством регулирования уровня кислотности, что в значительной степени подтверждается проведенными авторами опытами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сравнение ионообменной смолы и удобрения // Электронный журнал о гидропонике Hydroponics Journal : сетевой журнал 2/2011. URL: http://gidroponika.com/component/option,com_yfiles/Itemid,470/task,view.download/cid,91/ (дата обращения: 9.03.2015).

2. Бентли М. Промышленная гидропоника. Перевод с английского. С предисловием и под ред. Канд. Биол. Наук В.Н. Былова. – М.: «Колос», 1965. – стр. 276

3. Александров Б.Л. Экспериментальное и теоретическое обоснование воздействия электромагнитного поля на воду / Александров А.Б., Красавцев Б.Е., Симкин В.Б., Цатурян А.С. // VI Международный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине» (02 - 06 июля 2012г., г.Санкт-Петербург): сайт проекта "БиоФизика.ру". –Режим доступа URL: www.biophys.ru/archive/congress2012/proc-p1-d.htm. (дата обращения: 10.04.2015).

4. Басарыгина Е.М. Способы и средства электронно-ионной технологии для гидропонного растениеводства: Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Челябинск, 2005. – 294 с.

5. Терновцев В.Е. Магнитные установки в системах оборотного водоснабжения.– Киев: «Будівельник», 1976. – стр. 37.

6. Оськин С.В. Использование электроактивированной воды в технологическом процессе экологически безопасного выращивания овощных культур в условиях закрытого грунта / С.В. Оськин, Д.С. Цокур // Чрезвычайные ситуации: Промышленная и экологическая безопасность, №2(18), Изд.: НЧОУ ВПО "Кубанский социально-экономический институт", г. Краснодар, 2014. – С. 148-154.

7. Оськин С.В. Инновационные пути повышения экологической безопасности сельскохозяйственной продукции. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2010. №24. С.147-154.

8. Оськин С.В. Инновационные установки для повышения экологической безопасности. Журнал Чрезвычайные ситуации: Промышленная и экологическая безопасность. 2013. №3-4 (15-16). С. 174-183.

9. Лойко В.И. Методика системного анализа прикладных процессов акустоманитной обработки жидкости / А.В. Коржаков, С.А. Коржакова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №09(01). IDA [article ID]: 0090501011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/01/pdf/09.pdf>.

10. Лойко В.И. Исследование эффективности акустоманитной обработки водных систем / А.В. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №05(03). IDA [article ID]: 0050403007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/07.pdf>.

References

1. Sravnenie ionoobmennoj smoly i udobrenija // Jelektronnyj zhurnal o gidroponike Hydroponics Journal : setevoj zhurnal 2/2011. URL: [http://gidroponika.com/component/option,com_yfiles/Itemid,470/task,view.download/cid,91/\(data obrashhenija: 9.03.2015\)](http://gidroponika.com/component/option,com_yfiles/Itemid,470/task,view.download/cid,91/(data obrashhenija: 9.03.2015)).

2. Bentli M. Promyshlennaja gidroponika. Perevod s anglijskogo. S predisloviem i pod red. Kand. Biol. Nauk V.N. Bylova. – M.: «Kolos», 1965. – str. 276

3. Aleksandrov B.L. Jeksperimental'noe i teoreticheskoe obosnovanie vozdeystvija jelektromagnitnogo polja na vodu / Aleksandrov A.B., Krasavcev B.E., Simkin V.B., Caturjan A.S. // VI Mezhdunarodnyj kongress «Slabye i sverhslabye polja i izluchenija v biologii i medicine» (02 - 06 ijulja 2012g., g.Sankt-Peterburg): sajt proekta "BioFizika.ru". – Rezhim dostupa URL: www.biophys.ru/archive/congress2012/proc-p1-d.htm. (data obrashhenija: 10.04.2015).

4. Basarygina E.M. Sposoby i sredstva jelektronno-ionnoj tehnologii dlja gidroponogo rastenievodstva: Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni doktora tehniceskikh nauk. Cheljabinsk, 2005. – 294 s.

5. Ternovcev V.E. Magnitnye ustanovki v sistemah oborotnogo vodosnabzhenija.– Kiev: «Budivel'nik», 1976. – str. 37.

6. Os'kin S.V. Ispol'zovanie jelektroaktivirovannoj vody v tehnologicheskom processe jekologicheski bezopasnogo vyrashhivanija ovoshhnyh kul'tur v uslovijah zakrytogo grunta / S.V. Os'kin, D.S. Cokur // Chrezvychajnye situacii: Promyshlennaja i jekologicheskaja bezopasnost', №2(18), Izd.: NChOU VPO "Kubanskij social'no- jekonomicheskij institut", g. Krasnodar, 2014. – S. 148-154.

7. Os'kin S.V. Innovacionnye puti povyshenija jekologicheskoj bezopasnosti sel'sko-hozjajstvennoj produkcii. Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. №24. S.147-154.

8. Os'kin S.V. Innovacionnye ustanovki dlja povyshenija jekologicheskoj bezopasnosti. Zhurnal Chrezvychajnye situacii: Promyshlennaja i jekologicheskaja bezopasnost'. 2013. №3-4 (15-16). S. 174-183.

9. Lojko V.I. Metodika sistemnogo analiza prikladnyh processov akustomagnitnoj obrabotki zhidkosti / A.V. Korzhakov, S.A. Korzhakova // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2005. – №09(01). IDA [article ID]: 0090501011. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2005/01/pdf/09.pdf>.

10. Lojko V.I. Issledovanie jeffektivnosti akustomagnitnoj obrabotki vodnyh sistem /

A.V. Korzhakov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2005. – №05(03). IDA [article ID]: 0050403007. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/07.pdf>.