УДК 661.152.32

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

**ЖИДКИЕ КОМПЛЕКСНЫЕ УДОБРЕНИЯ КАК ОСНОВА СТАБИЛЬНОГО УРОЖАЯ**

[1,2] Белоусов Сергей Витальевич
канд. техн. наук, доцент,
М.Н.С. отдела механизации растениеводства

Author ID: 714080
SPIN – код: 6847-7933
ORCID ID: 0000-0002-8874-9862
Scopus ID: 57190008405
Researcher ID: Q-1037-2017
sergey_belousov_87@mail.ru

[1] Вчерашняя Светлана Николаевна
студент каф. Процессы и машины в агробизнесе

ResearcherID: AGZ-5321-2022
vcherashnyayas@gmail.com

[1] Ханин Юрий Владимирович
магистрант каф. Процессы и машины в агробизнесе

AuthorID: 110302
SPIN-код: 8529-9621
ORCID ID: 0000-0002-5624-9628
Scopus ID: 57221044900
Researcher ID: AGX-6172-2022
wirykan@yandex.ru
*[1]ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар, Россия*
*[2] «АНЦ «ДОНСКОЙ», Зерноград, Россия*

В работе приводятся вопросы использования жидких комплексных удобрений ЖКУ и растворов КАС, описано производство производства удобрений данного типа на стационарных заводах, рассмотрены достоинства и недостатки существующих методов, предложена технология и метод производства ЖКУ и растворов КАС. Рассмотрены вопросы, связанные с применением ЖКУ и растворов КАС обозначены проблемы и использования. Приводится устройство и описание конструкции, так же как и процесса его работы; описаны достоинства и недостатки данного метода, дается методика которая позволит усовершенствовать данный технологический процесс. Целью наших исследований является изучение процесса влияния использования средств защиты растений СЗР в возделывании полевых культур, а также изучение процесса сохранения плодородия почвы и влагосбережения. Приведены задачи и рабочие гипотезы для достижения поставленной цели. В результате изучения

UDC 661.152.32

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

**LIQUID COMPLEX FERTILIZERS AS THE BASIS OF A STABLE HARVEST**

[1,2] Belousov Sergey Vitalievich
Cand.Tech.Sci., associate professor,
Junior Researcher of the Department of Crop Mechanization
Author ID: 714080
RSCI SPIN – code: 6847-7933
ORCID ID: 0000-0002-8874-9862
Scopus ID: 57190008405
Researcher ID: Q-1037-2017
sergey_belousov_87@mail.ru

[1] Vcherashnyaya Svetlana Nikolaevna
student of the Department of Processes and machines in agribusiness
ResearcherID: AGZ-5321-2022
vcherashnyayas@gmail.com

Khanin Yuri Vladimirovich
Graduate student of the Department of Processes and Machines in agribusiness,
Author ID: 110302
RSCI SPIN-code: 8529-9621
ORCID ID: 0000-0002-5624-9628
Scopus ID: 57221044900
Researcher ID: AGX-6172-2022
wirykan@yandex.ru
*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin"*
*[2]«ANC «DONSKOY», Zernograd, Russia*

The article presents the issues of the use of liquid complex fertilizers (LCF) and urea ammonia mixture (UAM) solutions; it also describes the production of fertilizers of this type at stationary plants, considers the advantages and disadvantages of existing methods, suggests the technology and method of LCF production and UAM solutions. The issues related to the use of LCF and UAM solutions are considered, problems and uses are identified. The work depicts a device and the description of its design, where the process of its operation is given, the advantages and disadvantages of this method are described. It also presents a technique that will improve this technological process. The purpose of our research is to study the process of the influence of the use of plant protection products (PPP) in the cultivation of field crops, as well as to study the process of preserving soil fertility and moisture conservation. The tasks and working hypotheses for achieving the goal are also presented. As a result of

материалов выставок и анализа экспертных оценок учёных было выявлено, что на рынке существует устройства, которые способны производить ЖКУ и растворы КАС. Инструменты в виде методик функционального, системного и морфологического анализа позволяют наиболее полно оценить существующие проблемы и отбросить не актуальные направления исследования. Приводятся промежуточные результаты, достигнутые к настоящему времени, а также обозначены пути реализации данного научного направления

studying the materials of exhibitions and analyzing expert assessments of scientists, it was revealed that there are devices on the market that are capable of producing LCF and UAM solutions. Tools in the form of functional, systemic and morphological analysis techniques allow us to fully assess existing problems and discard non-relevant research directions. The study lists intermediate results achieved so far, as well as it outlines the ways of implementing this scientific direction

Ключевые слова: УДОБРЕНИЯ, РАСТВОР, АНАЛИЗ, МЕТОДЫ, ИССЛЕДОВАНИЯ, ВНЕСЕНИЕ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ, ТЕХНОЛОГИЯ, ЭНЕРГОЕМКОСТЬ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, ЛИЧНЫЕ ПОДСОБНЫЕ ХОЗЯЙСТВА

Keywords: FERTILIZERS, SOLUTION, ANALYSIS, METHODS, RESEARCH, APPLICATION OF WORKING SOLUTIONS, TECHNOLOGY, ENERGY INTENSITY, ECONOMIC EFFECT, PERSONAL SUBSIDIARY FARMS

http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-186-021

**Введение.** Применение жидких удобрений направлено на увеличение количества получаемой продукции. Существует множество технологий выращивания растений в условиях защитного грунта, а также систем питания растений. Они всенаправленны на получение высоких урожаев, которые можно получать круглогодично. Главная проблема возделывания продукции в теплице – это плодородие почвы. Если в тепличном комплексе используется грунт, то обычно его замена происходит один раз в три года, так как питательные вещества естественным образом выводятся из него вследствие выращивания растений. Это означает, что какое-то время данная площадь будет выведена из оборота и не будет давать прибыль ее собственнику. Особенно остро данный вопрос стоит, когда собственник ведет закладку теплиц, либо тепличного комплекса, а через три года приходится производить замену грунта. Упущенная выгода [1].

Нами предлагается технология рационального точечного использования земельных ресурсов в теплице, либо в типичном комплексе. Смысл заключается в использовании компонентов жидких комплексных удобрений (ЖКУ) в системе не только капельного полива, но и создании микроклимата. На сегодняшний день данная технология апробирована

только на импортном оборудовании и при выращивании импортных гибридов овощей и зелени. Для ее реализации предлагается использовать мобильное устройство для производства ЖКУ. По результатам анализа экспертных оценок ведущих ученных, и проведенного опроса, нами установлены направления, которые считаются проблемными в данной области. Они требуют комплексного междисциплинарного подхода.

Целью наших исследований является изучение процесса влияния использования средств защиты растений СЗР в возделывании полевых культур, а также изучение процесса сохранения плодородия почвы и влагосбережения. Данная цель будет реализована путем системного, морфологического и функционального анализа и применения методик ТРИЗ (Теории решения изобретательских задач). Также нами будут исследованы вопросы, связанные с качеством получаемого материала и его дальнейшее использования для сортоиспытаний [2, 7].

Данный подход и методика позволят максимально подробно и полно изучить сложные и до сих пор малоосвоенные методы, которые ранее не применялись в изучении данного вопроса.

**Материалы и методы.** Возделывание сельскохозяйственных культур сложный, важный и ответственный момент. Особенное место занимает операции связанные с уходом за посевами. Культивация, химическая прополка, подкормка растений в различные фазы вегетации крайне важны и к ним предъявляются строгие требования. Отдельно стоит отметить, что обработка посевов особенно технических культур сопряжена с рядом определённых технологических моментов. Необходимо учитывать агротехнические сроки, время всходов и вегетативное состояние растений. Бывает так, что посевы растений еще не успели выйти, а сорные растения уже превалируют на поле. Для этого существует ряд последовательных технологических мероприятий, которые необходимы для соблюдения, что бы получить хорошие дружные всходы, и дальнейшее равномерное

развитие посевов. Отдельно стоит отметить обработку растений, особенно густостебельных культур, таких как томаты, картофель, и отдельные посевы пасленовых овощей. Их обработка и подкормка вызывает определённые трудности, а именно обычно в стандартном исполнении они обрабатываются обычными штанговыми опрыскивателями, а удобрения в качестве подкормки вносятся разбросным методом.

Данный подход не всегда эффективен, так как не имеет точного адресного воздействия на листостебельную массу [1]. Нами проведен анализ конструкций и устройств на предмет наличия конструктивных особенностей на системах и механизмах для защиты растений. Результатом анализа рынка и патентной информации был сделан вывод, что промышленность, а также наука идут по пути минимизации использования средств защиты растений и переходу их к биологическим элементам, которые воздействуют на болезни и вредители [2]. Нами принято решение в реализации изучение научного направления средств защиты растений и их внесение при помощи агротехнологических приемов, согласно исходных агротехнических требований. В результате реализации данного подхода планируется освоение новой технологии внесения биологически активных жидкостей в посевы сельскохозяйственных культур, особенно густостебельных культур.

Актуальность данного направления согласовывается с вектором развития науки и образования, а также расширением использования потенциала не только химических элементов, но и биологических компонентов средств защиты растений [3].

Компонентной базой для жидких удобрений в своем большинстве в хозяйствах и на производстве используют минеральные удобрения. Минеральные удобрения - неорганические соединения, содержащие необходимые для растений элементы питания в виде различных минеральных солей. Применяют в земледелии, для повышения урожая. В

зависимости от питательных веществ делятся на: простые и сложные (комплексные). Простые – состоят из одного компонента (фосфор, азот, калий). Сложные (комплексные) – состоят из нескольких компонентов, в различном процентном соотношении (в зависимости от требуемого количества того или иного компонента для растения). Также разделяют минеральные удобрения на жидкие и твердые (гранулированные). Мы будем рассматривать твердые минеральные удобрения, так как их проще транспортировать, хранить и дозировать в нужных пропорциях.

Основные компоненты различных минеральных удобрений – азот, калий и фосфор. Комплексные удобрения – механическая смесь или соединение, в составе которой несколько элементов. По составу различают на двойные: состоят из двух элементов (азотно-фосфорные, азотно-калийные, фосфорные-калийные) и тройные: состоят из трех элементов (азотно-фосфорно-калийные). Некоторые виды комплексных удобрений (аммофос, калийная селитра, нитрофос, нитроаммофос, нитрофоска, азофоска). Рассмотрим более подробно комплексные удобрения. Аммофос $NH_4H_2PO_4$ – существует две марки: [А] – гранулированные удобрения, применяют до посева локально или вразброс в виде стартового или рядового удобрения; [Б] – порошковое удобрение, применяют в качестве основного или подкормки. В обеих марках содержится 44-50% фосфора и 10-12% азота. Калийная селитра $KNO_3$ – мелкокристаллическое удобрение, не гигроскопично. Содержит 46% оксида калия и 13,5% азота. Основное внесение весной в качестве подкормки. Хорошо подходит для растений чувствительных к хлору [1].

Устройства для внесения минеральных удобрений разделяются на: жидкие и твердые (гранулированных). Устройства для внесения жидких удобрений разделяют на: внутрипочвенные и поверхностные. Устройства для внесения твердых удобрений разделяют на: внутрипочвенные,

роторные, маятниковые, штанговые. Мы будем рассматривать устройства для внесения твердых минеральных удобрений [4, 5].

Нами подробно изучена технология получения растворов ЖКУ и КАС согласно, которой на основе ЖКУ и растворов КАС приготовляют двойные растворы с различным соотношением азота и фосфора. Эти же жидкости служат основой тройных растворов я суспензий с высоким содержанием питательных веществ. В случае использования двойных растворов калийные удобрения целесообразно вносить под основную обработку 1 раз в несколько лет [1].

В перспективе наряду с внесением базисного раствора жидких комплексных удобрений марки 10-34-0 и растворов КАС будут применяться двойные (NP) и тройные (NPK) жидкие комплексные удобрении, полученные путем механического смешивания базисного раствора ЖКУ с твердыми удобрениями и растворами КАС.

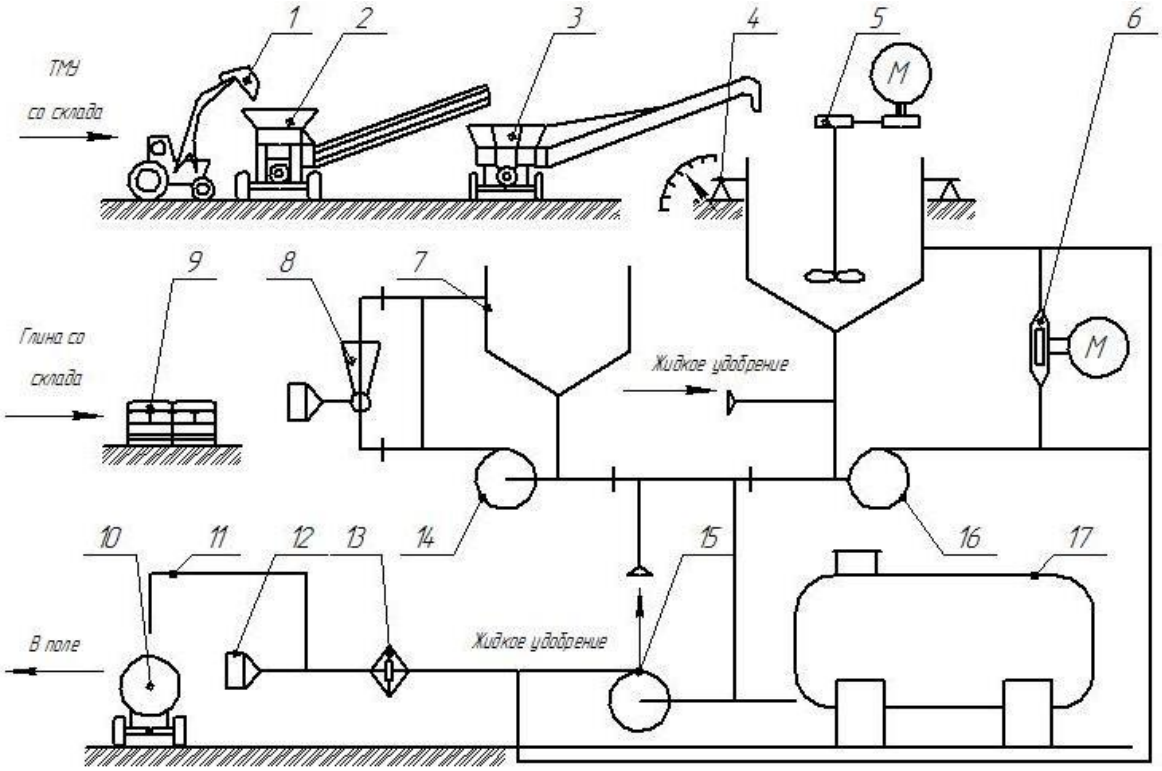
В качестве исходного сырья можем использоваться большое число различных удобрительных солей и материалов. Наиболее типичными из них являются: вода, раствор ЖКУ 10-34-0; растворы КАС. карбамид (мочевина), калий хлористый, глина коллоидная. Производство смесей целесообразно организовать вблизи источников сырья (склады жидких удобрений, твердых туков и стабилизирующих материалов).

Известна масштабная стационарная технологическая схема работы смесительной установки для получения растворов и суспензий, которая приведена на рисунке 1.

Твердые минеральные удобрения в гранулированном состоянии навалом или в мешкотаре доставляют со склада погрузчиком 1 и загружают в агрегат для растаривания и измельчения удобрений.

Измельченные, а также освобожденные от тары удобрения перегружают в бункер смесителя-загрузчика удобрений, из кузова которого демонтируются разделительные перегородки. Бункер является

компенсатором, обеспечивающим независимость действия загрузчика и смесительного агрегата.




1 – погрузчик; 2 - агрегат для расстраивания и измельчения;
3 - загрузчик; 4 - дозатор-смеситель, 5 - дозатор с мешалкой;
6 - агрегат для измельчения; 7 - смеситель; 8 - приемная воронка;
9 - мешки, 10 - цистерна; 11- рукав; 12 - заправочная муфта;
13 - фильтр; 14, 16 - насосы: 15 - насосный агрегат; 17- резервуар.

Рисунок 1 – принципиальная стационарная технологическая схема производства растворов ЖКУ и КАС

Упакованную в мешкотаре глину подвозят со склада, вскрывают мешки 9 и засыпают глину и приемную воронку 8 насоса в количествах, соответствующих концентрации приготовляемого геля.

Жидкие удобрения подают со склада по трубопроводу, подведенному к всасывающему коллектору насоса 16 дозатора-смесителя 4. В качестве промежуточного технологического склада жидких удобрений

может быть использован один из резервуаров 17 склада жидкого сырья и готовых продуктов.

Трубопровод горячей воды от внешних источников подведен к всасывающим коллекторам насоса 14 смесителя 7 глинистого геля и насоса 16 дозатора-смесителя 4. Дозатор с мешалкой 5 смешивает расчетные дозы сырьевых материалов. Насосный агрегат 15 служит для выгрузки готовых смесей. Выгрузку смесей в цистерны 10 производят как через верхние люки по рукаву 11, так и через нижние устройства с помощью специальной заправочной муфты 12. В любом случае смесь предварительно проходит через фильтр 13.

Как видно из представленной схемы, и ее описания данный вариант, возможно, масштабировать, как в большую, так и в меньшую сторону. Особое внимание стоит обратить на использование мобильных растворных узлов, которые могли бы использоваться в небольших хозяйствах. Как показывает анализ рынка, например, только в Краснодарском крае в хозяйствах такого типа выращивается и реализуется до 15-20 % продукции растениеводства первой необходимости (пасленовые овощи и картофель), а если сюда добавит продукцию животноводства, тогда цифра будет заметно больше.

**Результаты и их обсуждение.** Наши исследования базируются на основе морфологического, функционального и системного анализа, а также обобщение материалов происходит с применением метода экспертных оценок и методик теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). Данные инструменты позволяют наиболее полно оценить существующие проблемы и отбросить не актуальные направления исследования, определить влияние решающих и существенных факторов при планировании экспериментальных исследований и при проведении лабораторно-полевых опытов.

Согласно изученному вопросу можно сформулировать ряд рабочих гипотез:

- использование ЖКУ и растворов КАС несомненно повышают урожайность сельскохозяйственных культур однако вопрос влияния на его накопления и сохранение в почве;

- использование многокомпонентных растворов способствует не только повышению урожайности, но еще и помогает бороться с некоторыми болезнями.

В результате изучения материалов выставок и анализа экспертных оценок учёных было выявлено, что на рынке существует устройства, которые способны производить ЖКУ и растворы КАС. Однако они обладают общими недостатками, для малых форм хозяйствования и производства в продукции в теплицах и тепличных комплексах это

- повышенная энергоемкость данного процесса

- отсутствие возможности персонализированного производства в малых количествах

- требуется высокая квалификация технолога

- большое транспортное расстояние между производством и местом внесения.

Согласно представленным вопросам считаем необходимостью рассмотреть решение вопроса изготовления растворов стационарным – локальным методом.

Нами предлагается растворный узел, который имеет возможность производить ЖКУ в достаточном количестве непосредственно перед его внесением в поле по результатам анализа индекса NDVI, а также дозирование непосредственно из растворного узла в систему питания растений в теплицах, парниках и фитотронах.

Для проведения лабораторно - полевых исследований нами была изготовлена специальная установка, с помощью которой можно работать

на стационаре в лаборатории и провести испытания из расчета работы для внесения в условиях тепличных комплексов и личных подсобных хозяйств. Работает прототип предельно просто, а именно: жидкость поступает в растворный узел под давлением, также в емкость поступает вещества для смешивания и создание рабочего раствора, далее рабочий раствор поступает через автоматику заправочного шланга в опрыскиватель, либо дозируется для питания растений в теплицах, парниках, фитотронах.

Установка способна в автоматическом режиме давать точно дозированные нормы для питания растений, не только в тепличных комплексах при выращивании гидропоным и аропонным образом, но и при дозировании растворов в полевые опрыскиватели [5,6.7].

**Выводы.** Нами определены вопросы и проблемы использования ЖКУ и растворов КАС. Их применение в полевых условиях, а также в условиях ограниченного землепользования в современных системах производства сельскохозяйственных культур, имеет перспективное, но иногда совсем не обоснованно научное применение, что в свою очередь ведет к поэтапному снижению плодородия. По результатам проведенного анализа данное направление будет реализовано с применением морфологического, системного и функционального анализа, с использованием методики многофакторного эксперимента реализуемого как в полевых, так и лабораторных условиях. Данный подход согласовывается с современными технециями развития растений и агротехнологий.

Работа проводится в рамках договора (соглашение) № 18020ГУ/2022 о предоставлении гранта на выполнение научно-исследовательских работ и оценку перспектив коммерческого использования результатов в рамках реализации инновационного проекта №0074531 от 01 июня 2022г.

**Список использованных источников.**

1. Марченко М.Н. Индустриальная технология применения минеральных удобрений / Сост. М. Н. Марченко. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 239 с.: ил.

2. Борисенко, И. Б. Влияние объемного 3-d эффекта на качественные показатели опрыскивания при внесении пестицидов полосовым методом / И. Б. Борисенко, М. В. Мезникова, С. В. Белоусов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 175. – С. 41-55. – DOI 10.21515/1990-4665-175-003. – EDN HGZNFH.

3. Вчерашняя, С. Н. Применение жидких комплексных удобрений / С. Н. Вчерашняя, С. В. Белоусов // Теория и практика финансово-хозяйственной деятельности предприятий различных отраслей. Наука и общество: актуальные проблемы и решения : Сборник трудов конференций: III Национальной научно-практической конференции; Национальной научно-практической конференции, Керчь, 10–29 октября 2021 года. – Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2021. – С. 538-541. – EDN DJXYUJ.

4. Вчерашняя, С. Н. Применение автономной системы приготовления жидких удобрений / С. Н. Вчерашняя, С. В. Белоусов // Вектор современной науки : сб. тез. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. отв. за вып. А. Г. Кощаев. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 776-778.

5. Максименко, А. В. Применение автономной системы приготовления жидких удобрений / А. В. Максименко, С. В. Белоусов // Вектор современной науки : сб. тез. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. отв. за вып. А. Г. Кощаев. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 857-858.

6. Ханин, Ю. В. Применение автономной системы приготовления жидких удобрений / Ю. В. Ханин, С. В. Белоусов, О. С. Вакуленко, С. Н. Вчерашняя, Д. А. Федуленко// Вектор современной науки : сб. тез. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. отв. за вып. А. Г. Кощаев. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 942-944.

7. Помеляйко, С. А. Однорядковый опрыскиватель / С. А. Помеляйко, С. В. Белоусов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых, Краснодар, 24–26 ноября 2015 года Ответственный за выпуск: А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 382-384. – EDN VTXWPJ.

**References**

1. Marchenko M.N. Industrial'naya tekhnologiya primeneniya mineral'nyh udobrenij / Sost. M. N. Marchenko. – M.: Rossel'hozizdat, 1987. – 239 s.: il.

2. Borisenko, I. B. Vliyanie ob"emnogo 3-d effekta na kachestvennye pokazateli opryskivaniya pri vnesenii pesticidov polosovym metodom / I. B. Borisenko, M. V. Meznikova, S. V. Belousov // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – № 175. – S. 41-55. – DOI 10.21515/1990-4665-175-003. – EDN HGZNFH.

3. Vcherashnyaya, S. N. Primenenie zhidkih kompleksnyh udobrenij / S. N. Vcherashnyaya, S. V. Belousov // Teoriya i praktika finansovo-hozyajstvennoj deyatel'nosti predpriyatij razlichnyh otraslej. Nauka i obshchestvo: aktual'nye problemy i resheniya : Sbornik trudov konferencij: III Nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii; Nacional'noj

nauchno-prakticheskoj konferencii, Kerch', 10–29 oktyabrya 2021 goda. – Kerch': FGBOU VO «Kerchenskij gosudarstvennyj morskoj tekhnologicheskij universitet», 2021. – S. 538-541. – EDN DJXYUJ.

4. Vcherashnyaya, S. N. Primenenie avtonomnoj sistemy prigotovleniya zhidkih udobrenij / S. N. Vcherashnyaya, S. V. Belousov // Vektor sovremennoj nauki : sb. tez. po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. otv. za vyp. A. G. Koshchaev. – Krasnodar : Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2022. – S. 776-778.

5. Maksimenko, A. V. Primenenie avtonomnoj sistemy prigotovleniya zhidkih udobrenij / A. V. Maksimenko, S. V. Belousov // Vektor sovremennoj nauki : sb. tez. po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. otv. za vyp. A. G. Koshchaev. – Krasnodar : Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2022. – S. 857-858.

6. Hanin, Yu. V. Primenenie avtonomnoj sistemy prigotovleniya zhidkih udobrenij / Yu. V. Hanin, S. V. Belousov, O. S. Vakulenko, S. N. Vcherashnyaya, D. A. Fedulenko// Vektor sovremennoj nauki : sb. tez. po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. otv. za vyp. A. G. Koshchaev. – Krasnodar : Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2022. – S. 942-944.

7. Pomelyajko, S. A. Odnoryadkovyj opryskivatel' / S. A. Pomelyajko, S. V. Belousov // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa : Sbornik statej po materialam IX Vserossijskoj konferencii molodyh uchenyh, Krasnodar, 24–26 noyabrya 2015 goda Otvetstvennyj za vypusk: A.G. Koshchaev. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2016. – S. 382-384. – EDN VTXWPJ.