

незалежність розподілів на різних стадіях процесу. Випадок, коли це припущення знято, вимагає окремого розгляду. Для окремого випадку отримано аналітичні співвідношення.

**Ключові слова:** розподіл активів підприємства, планування, математична модель, оптимальне рішення, чисельний метод рішення.

**Additive optimization of distribution of assets of enterprises in selected strategic areas of activities/ T. I. Katkova** //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New decisions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 17 (1060).- P.18-25. Bibliogr.:11 . ISSN 2079-5459

The problem of additive rational distribution of assets of an enterprise on directions of activity. The solution is by proposed for the case when the distribution of the current step does not depend on the distributions of the previous steps. Computational procedure of numerical solutions described solution. The proposed computational procedure allows you to find a rational distribution of assets of the company on strategic directions for each of the stages in multistage portfolio of a company under the assumption of independence of the distributions at different stages of the process. The case when this assumption is removed, requires separate consideration. For the particular case the analytical relations are given.

**Keywords:** distribution of assets of an enterprise, planning, mathematical model, optimal solution, numerical solution method.

**УДК 621.327**

**А. А. СЕМЕНОВ**, канд. физ.-мат. наук, доц., ПУЭТ, Полтава

## **УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СЫПУЧИХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

В работе представлены результаты обеззараживания сыпучих пищевых продуктов ультрафиолетовым излучением. Предложена технология бактерицидного обеззараживания сыпучих продуктов с размером частиц до 50 мкм. Проведены необходимые расчеты, связанные с дозой облучения, с временем пребывания частиц в зоне облучения и необходимой дозой инактивации в зависимости от вида бактерий.

**Ключевые слова:** обеззараживание, ультрафиолетовое излучения, доза инактивации, бактерии.

**Введение.** В настоящее время существует множество различных традиционных методов обеззараживания сыпучих пищевых продуктов и сырья для них. Методы дезинфекции, основанные на применении химических дезинфицирующих реагентов (сильных окислителей – озона, хлора и др.) и радиационные методы, использующие различные ионизирующие излучения (рентгеновское, гамма-излучение) сопровождаются влиянием на структуру обрабатываемого объекта, что приводит к необратимым изменениям физико-химических и биологических свойств.

Проблема обеспечения длительности хранения пищевых продуктов с высоким и промежуточным содержанием влаги без создания соответствующих условий хранения была и остается одной из важнейших задач пищевой промышленности. Вода, находясь в пище в свободном и связанном состоянии, является существенным фактором сохранения водорастворимых витаминов, предотвращает окисление жиров, но в то же время она способствует благоприятному развитию патогенной микрофлоры, вызывая быструю порчу продукта. В связи с этим применение обеззараживания (стерилизации) в процессе производства является

© А. А. СЕМЕНОВ, 2014

необходимой технологической операцией для получения продукта, безопасного в санитарно-гигиеническом отношении.

**Цель работы.** Цель работы и ее актуальность заключается в необходимости разработки для сыпучих пищевых продуктов с размером частиц 5-50 мкм эффективного метода бактерицидного обеззараживания микроорганизмов с сохранением биологической ценности продукта.

**Методика экспериментов.** Применение существующих на сегодняшний день методов и способов обеззараживания сыпучих пищевых продуктов позволяет в полной мере достичь положительных результатов при уничтожении микроорганизмов любого вида, не только вегетативных, но и споровых форм бактерий и другой микрофлоры в пищевой, микробиологической и фармацевтической промышленности [1].

Известны термические методы обеззараживания сыпучих продуктов питания, предусматривающие нагрев обрабатываемого продукта различным путем, например микроволновым излучением. Эти методы, в их различных модификациях, достаточно энергоемкие, требуют дорогостоящего оборудования и не всегда обеспечивают необходимый уровень деконтаминации объектов. Кроме того, при высокотемпературной обработке пищевых продуктов, неизбежно происходит частичная термодеструкция многих белковых и других биологических структур исходного продукта, что приводит к снижению и потере потребительских свойств.

Наиболее распространенными являются химические методы обеззараживания сыпучих продуктов. Влияние любых химических веществ на продукты сельскохозяйственного производства и ингредиенты различных препаратов потенциально опасны, поскольку при этом могут инициироваться различные химические реакции, приводящие к изменению физико - химических и биологических свойств обрабатываемых продуктов [2]. Оценка реальной опасности такого рода изменений чрезвычайно тяжелая и далеко не всегда достоверна. Химические препараты обычно обладают значительным последствием. Риск передозировки при обработке весьма высок.

Эффективное решение данной проблемы - использование ультрафиолетового излучения с длиной волны 254 нм, которое обладает бактерицидным действием и обеспечивает эффективную инактивацию микроорганизмов [3, 4].

При ультрафиолетовом облучении твердых частиц обрабатывается только тонкий слой, и соответственно, обрабатываемый материал не меняет своих биохимических свойств. В этом и заключаются преимущества УФ - обработки по сравнению с другими методами обеззараживания.

Учитывая факт непрозрачности пищевых частиц сыпучих продуктов при обработке УФ – излучением, применяют вибрационные или ротационные аппараты, которые обеспечивают перемешивание частиц, подвергая их УФ - облучению со всех сторон. Применение таких аппаратов для обеспечения облучения всех видимых УФ - излучению поверхностей должно сопровождаться длительным временем обработки для достижения наибольшей вероятности облучения.

Попытки создания эффективной технологии дезинфекции сыпучих пищевых

продуктов с использованием УФ - облучения предпринимались неоднократно, однако заметного положительного прогресса не наблюдалось.

Для решения поставленной задачи и достижения положительных результатов при облучении сыпучих продуктов рассмотрим ряд известных устройств аналогичного назначения, принцип работы которых основан на использовании УФ - облучения.

Известна установка для обработки сыпучих продуктов облучением, в том числе и УФ (патент РФ 2124299, 04.11.97), включающая загрузочное и разгрузочные устройства, а также камеру для облучения, состоящий из верхнего и нижнего барабанов, внутри которых установлены источники ИК - и УФ - излучений. Продукт подается в шнековый транспортер, который перемещает его вдоль вращающегося барабана. Внутри верхнего барабана установлены ИК - лампы, предназначенные для нагрева и сушки продукта, после которых продукт попадает в нижний барабан. В нижнем барабане продукт облучается УФ - лампами, под действием которых происходит его стерилизация. УФ - лампы в защитных чехлах расположены по дуге и закреплены в торцевых стенках барабана. Обработанный продукт разгружается и упаковывается.

Недостатком устройства является размещение источников УФ - излучения, которые не обеспечивают облучение продукта в виде слоя, что снижает проникновение УФ - излучения и препятствует его всесторонней обработке. Кроме того, данная установка затрудняет технологический процесс за счет дополнительной операции, которая включает разгрузку и упаковку продукта. Последняя операция не исключает вероятности повторного загрязнения обрабатываемого продукта при пересыпке еще в одну емкость, а только после этого упаковку.

Проведя анализ предложенных методов и установок бактерицидного обеззараживания сыпучих продуктов, коллективом научно - технического центра (НТЦ) Полтавского университета экономики и торговли (ПУЭТ) разработана технология и опытный образец установки для сыпучих продуктов пищевой промышленности (белковая масса, сухое молоко, мука и т.д.).

При разработке технологии и установки бактерицидного обеззараживания сыпучих продуктов учитывали: интенсивность излучения, ультрафиолетовое поглощение частицами, необходимость всесторонней обработки и т.д.

Для достижения цели предложен способ облучения сыпучих материалов, который отличается тем, что облучение сыпучих пищевых продуктов с размером частиц  $5 \div 50$  мкм осуществляется при их свободном падении под действием силы тяжести. Для обеспечения дозы  $H$ , необходимой для инактивации микроорганизмов  $h$ , высота камеры облучения и облученность  $E$  на поверхности свободнопадающих частиц выбирается из условий:

$$H \leq K \cdot E \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (1)$$

где  $g$  - ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ;  $E$  - облученность на поверхности частиц,  $\text{Вт/м}^2$ ;  $h$  - высота камеры облучения,  $K$  - коэффициент запаса, который учитывает снижение облучения внутренних слоев свободнопадающих частиц в результате поглощения лучистого потока (с учетом многократных отражений от поверхностей частиц во внешних слоях).

Коэффициент запаса поглощения определяется экспериментально для каждого продукта с учетом его гранулометрического состава, коэффициента отражения поверхности УФ - области спектра, вида микроорганизмов, инактивацию которых необходимо проводить, и плотности свободнопадающих частиц в облучаемом столбе. Коэффициент для различных условий облучения и продуктов может изменяться от 1,2 до 3. Равномерность и плотность потока падающих частиц обеспечивается путем дозированной подачи сыпучей массы на сито и просеивания ее над камерой облучения.

**Обсуждение результатов.** Технический результат повышения эффективности бактерицидного обеззараживания сыпучих пищевых продуктов достигается за счет следующих технологических операций:

- подготовка сыпучего продукта – дозирование и рассев на сите;
- облучение в камере УФ – лампами низкого давления с необходимой дозой, которая определяется из условия (1).

Устройство представляет собой камеру в виде цилиндра длиной 1,5 м, в которой равномерно по периметру и соответственно по всей длине размещаются газоразрядные УФ - лампы низкого давления. Над камерой находится загрузочный бункер из которого подается продукт на сито для рассева. Вибросито, обеспечивая предварительный рассев, препятствует агломерированным частицам попадать в камеру облучения, где под действием УФ - излучения проходит процесс обеззараживания. Для эффективного рассеивания на сите с целью исключения агломерации, влажность продукта не должна превышать 6%. После облучения в камере объект обеззараживания попадает в емкость для упаковки, которая предварительно облучается УФ-лучами, с целью исключения вероятности появления микрофлоры.

Для обеспечения оптимизации технологического процесса и решения поставленной цели нами проведены необходимые расчеты бактерицидной дозы облучения в зависимости от видов микроорганизмов и их чувствительности к УФ - облучению, при этом нами учитывались следующие параметры: размеры частиц и время пребывания порошковой массы в камере облучения.

Линейные размеры частиц сыпучего продукта, определяли с помощью диоптрийной наводки окуляра 8 микроскопа МБС-9. Результаты распределения гранулометрического состава исследуемого порошкового материала, например, белковой массы, находятся в пределах от 5 до 40 мкм. Учитывая размеры частиц и сопротивление воздуха в камере облучения, проведенные нами расчеты показали, что в зоне обработки частицы порошковой массы находятся не менее одной секунды. С учетом времени пребывания в камере, нами проведены расчеты необходимой минимальной дозы облучения исходя из обнаруженных бактерий и их устойчивости к УФ – излучению.

Доза инактивации бактерий может варьироваться высотой камеры  $h$ , величиной облученности (количеством бактерицидных ламп, их мощностью и пространственным размещением в камере, коэффициентом отражения поверхности камеры) и плотностью потока свободнопадающих частиц.

В известных конструкциях установок производительность и размеры камеры облучения рассчитываются по стандартным методикам [3-6] с использованием экспериментально определенных объемных доз для инактивации различных видов

микроорганизмов. Недостатком такого подхода является то, что объемная доза зависит от геометрии камеры для облучения. Частицы обрабатываемого сыпучего продукта, которые находятся ближе к УФ - лампам будут получать «избыточную» дозу, а частицы, находящиеся у стенок камеры - недополучат необходимой дозы (при достаточном среднем значении). Для ликвидации данного недостатка предлагаются размеры камеры установки выбирать из условий, при которых минимальная облученность наименее облученных участков камеры была бы достаточной для создания поверхностной дозы, необходимой для инактивации микроорганизмов [3]. Другие участки будут получать «избыточное» облучение, что повышает эффективность обеззараживания. Важным фактором является то, что передозировка при УФ - облучении исключается [8].

**Выводы.** Результаты проведенных исследований показали, что обработка УФ - облучением позволяет осуществить обеззараживания сыпучих продуктов. Например, при обеззараживании белковой массы получены следующие результаты: общее микробиологическое количество бактерий уменьшилось на 3-4 порядка (эффективность обеззараживания составила 99 %); бактерии группы кишечной палочки (БКГП) не обнаружены в обрабатываемом продукте, отмечено также значительное (более чем на 2 порядка) снижение общей степени инактивации дрожжами и плесневыми грибами.

Проведенные экспериментальные результаты показали, что эффективность обеззараживания зависит от многих факторов: дозы облучения, равномерности и эффективности облучения, а также от характеристик обрабатываемого материала: размера частиц, влажности и однородности, их прозрачности для УФ - облучения и т.д.

Поскольку ученые в последнее время уделяют большое внимание использованию ультрафиолетового облучения и его свойствам в повседневной жизни, поэтому одним из направлений наших исследований является изучение обеззараживания воздуха [5] и поверхностей под действием ультрафиолета в зависимости от температуры, времени и мощности УФ-излучения.

**Список литературы:** 1. *Мейер А., Зейтц Э.* Ультрафиолетовое излучение. Получение, измерение и применение в медицине, биологии и технике. Пер. с нем. М.: Издательство «Иностр. лит.», 1952, 574 с. 2. *Stephen B. Martin Jr., Chuck Dunn, James D. Freihaut, William P. Bahnfleth, Josephine Lau, Ana Nedeljkovic-Davidovic.* Бактерицидное ультрафиолетовое облучение. Современные эффективные методы борьбы патогенной микрофлорой // ASHRAE JOURNAL. – 2008; 50(8). 3. *Вассерман А.Л., Шандала М.Г., Юзбашев В.Г.* Ультрафиолетовое излучение в профилактике инфекционных заболеваний: - М.: Медицина, 2003. – 208с. 4. *Белявский М.П., Вассерман А.Л., Рубинштейн П.В.* Методика контроля потока излучения бактерицидных ламп в процессе их эксплуатации // Светотехника. - 2001. - №1. - С.6-8. 5. *Вассерман А.Л.* Ультрафиолетовые бактерицидные установки для обеззараживания воздушной среды помещений. - М.: Изд-во дом света, 1999, выпуск 8(20). 6. *Сарычев Г.С.* К расчету бактерицидных установок / Светотехника. - 2005. - №1. - С.62-63. 7. *Матвеев А.Б., Лебедкова С.М., Петров В.И.* Электрические облучательные установки фотобиологического действия. Под ред. д.т.н. С.П. Решенова – М.: МЭИ, 1989. 8. *Masschel I., Debacker E., Chebakbak S.* Stude sur modele dela disinfection de lean par rayonement ultraviolet // Rev.sci.can. 1980, - №2. – p. 29-41.

**Bibliography (transliterated):**1. *Meyer A., Seitz E.* (1952). Ultraviolet radiation. Preparation, measurement, and use in medicine, biology and engineering. Moscow: Publishing House "Foreign citizen lit., 574 p.2. *Stephen B. Martin Jr., Chuck Dunn, James D. Freihaut, William P. Bahnfleth,*

Josephine Lau, Ana Nedeljkovic-Davidovic. (2008). Germicidal ultraviolet irradiation. Modern and effective methods to combat pathogenic microorganisms. ASHRAE JOURNAL, Vol. 50, №8.3. Wasserman A.L., Shandala M.G., Yuzbashev V.G. (2003). Ultraviolet radiation in the prevention of infectious diseases. M: Medical, 208 p.4. Bielawski M.P., Wasserman A.L., Rubinstein P.V. (2001). Flow control technique germicidal radiation during their operation. Light engineering., № 1, 6-8.5. Wasserman A.L. (1999). Ultraviolet germicidal disinfection systems for ambient air space. Moscow - publishing House of Light, 8 (20).6. Sarychev G.S. (2005). By calculation bactericidal plants. Lighting Equipment, № 1, 62-63.7. Matveev A.B., Lebedkova S.M., Petrov V.I. (1989). Electric irradiators photobiological action. Ed. dts S.P. Reshenova. Moscow MEI.8. Masschel I., Debacker E., Chebakbak S. (1980). Stude sur modele dela disinfection de lean par rayonement ultraviolet. Rev.sci.can, № 2, 29-41.

Поступила (received) 12.03.2014

УДК 621.327

**Ультрафіолетове излучение для обеззараживания сыпучих пищевых продуктов/ А. А. Семенов// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 17 (1060).– С.25-30 . – Бібліогр.: 8 назв. ISSN 2079-5459**

В работе представлены результаты обеззараживания сыпучих пищевых продуктов ультрафиолетовым излучением. Предложена технология бактерицидного обеззараживания сыпучих продуктов с размером частиц до 50 мкм. Проведены необходимые расчеты, связанные с дозой облучения, с временем пребывания частиц в зоне облучения и необходимой дозой инактивации в зависимости от вида бактерий.

**Ключевые слова:** обеззараживание, ультрафиолетовое излучения, доза инактивации, бактерии

В роботі представлені результати знезараження сипучих харчових продуктів ультрафіолетовим випромінюванням. Запропоновано технологію бактерицидного знезараження сипучих продуктів з розміром частинок до 50 мкм. Проведені необхідні розрахунки, пов'язані з дозою опромінення, з часом перебування частинок в зоні опромінення та необхідною дозою інактивації в залежності від виду бактерій.

**Ключові слова:** знезараження, ультрафіолетове випромінювання, доза інактивації, бактерії.

**Disinfection ultraviolet radiation bulk food products/ A.A. Semenov//Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 17 (1060).- P.25-30. Bibliogr.: 8. ISSN 2079-5459**

Considered the results of bulk food products disinfection by ultraviolet radiation. The technology bactericidal disinfection of bulk products with a particle size of 50 microns. Carried out the necessary calculations related to radiation dose, with time spent in the area of particles and radiation dose necessary to inactivate depending on the type of bacteria.

**Keywords:** disinfection, ultraviolet radiation dose inactivate bacteria.

УДК 531.01

**Л. Д. МИСНИК**, канд. техн. наук, доц., ЧДТУ, Черкаси

## **ОРГАНІЗАЦІЙНІ АСПЕКТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕСТОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ**

Проведено системний аналіз організаційних проблем розробки і застосування технологій комп'ютерного тестування у вищій школі та розроблено технологію тестування для контролю знань студентів, яка включає організаційні, технологічні, інформаційні та процедурні компоненти і орієнтована на інформаційне забезпечення навчального процесу.

**Ключові слова:** тестова технологія, автоматизовані системи, контроль знань, функціональні модулі.

© Л. Д. МИСНИК, 2014