

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРЕСИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ І ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 664.692-05-016

Антропова Л.Н., канд. техн. наук, доц.,
Миронова Н.А.

Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, г. Донецк, Украина,
e-mail: Mironova_nad@mail.ru

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СМЕШИВАНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЦЕНТРОБЕЖНОГО СМЕСИТЕЛЯ-УВЛАЖНИТЕЛЯ

Antropova L.N., Cand. Sci. (Tech.),
Assoc. Prof.
Mironova N.A.

Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Donetsk, Ukraine,
e-mail: Mironova_nad@mail.ru

EVALUATION OF MIXING QUALITY AND WORK EFFICIENCY OF CENTRIFUGAL MIXER-MOISTURIZER

Цель. Цель статьи заключается в оценке качества процесса смешивания ингредиентов теста в рабочем объеме смесителя с определением эффективности его работы.

Методика. Для оценки качества смесеприготовления в макаронных прессах использовалась методика добавления ключевого компонента в продукт, что позволяло выявлять его распределение в различных точках полученной смеси [1].

Результаты. На основании проведенных экспериментальных исследований доказана целесообразность и эффективность использования разработанной конструкции центробежного смесителя-увлажнителя в макаронных прессах для получения однородной смеси с заданными свойствами, уменьшения вариации свойств сырья и готовой продукции (усреднение партии), увеличения поверхности контакта между средами при уменьшении продолжительности смешивания, снижения затрат энергии на процесс, габаритных размеров и упрощения конструкции существующих макаронных прессов.

Научная новизна. В предложенной конструкции центробежного смесителя-увлажнителя определены параметры процесса смешивания ключевого компонента. Обоснована эффективность применения винтовой поверхности, образуемой металлическими пальцами на роторе. Выявлено влияние частоты вращения ротора на процесс смешивания ингредиентов смеси.

Практическая значимость. Полученные результаты направлены на усовершенствование процесса смешивания в макаронном производстве. Результаты проведенных экспериментальных исследований позволили разработать конструкцию центробежного смесителя-увлажнителя для макаронного производства, который позволяет интенсифицировать процесс смешивания; наличие винтовой поверхности на роторе позволяет обеспечить качественное и быстрое смешивание в макаронных прессах; найден параметр частоты вращения ротора для обеспечения качественного смешивания. Получен патент Украины на полезную модель № 74610 «Відцентровий змішувач-зволожувач».

Ключевые слова: оценка качества, смешивание, макаронное тесто, смесители, эффективность работы.

Постановка проблемы. Среди процессов, происходящих в макаронном производстве, важное место занимает процесс предварительного смешивания.

Данный процесс осуществляется в смесителях различной конструкции с целью получения однородной крошковатой мелкокомковатой массы, равномерно увлажненной по всему объему.

В пищевой промышленности используют макаронные прессы различной конструкции, в которых процесс смешивания теста осуществляется в непрерывно действующих смесителях на нескольких уровнях, где за 10-15 мин достигается необходимая крошкообразная масса, поступающая в экструдер для дальнейшей обработки.

В существующих конструкциях мукоувлажнителей для предварительного смешивания процесс замеса протекает достаточно длительно. Ускоряется процесс увеличением скорости вращения рабочих органов. При этом горизонтальное расположение камер способствует образованию застойных зон и не обеспечивает эффективного разрушения образующихся конгломератов. В результате этого неподготовленное тесто с частицами непромеса поступает на дальнейшую обработку, где требуется больше времени для получения необходимых свойств продукта и при значительных энергозатратах.

Основной особенностью теста для макаронных изделий является существенное отличие его реологических свойств от свойств теста, предназначенного для хлебопекарных изделий. Замес такого теста осуществляется с добавлением малого количества воды, вследствие чего первичное смесеобразование затруднено ввиду недостатка воды для увлажнения муки.

К процессу смешивания предъявляются определенные требования: однородность распределения исходных компонентов по объему получаемой смеси, максимальное снижение вариации свойств сырья и готовой продукции и т.п.

Как правило, в смеситель ингредиенты поступают в виде струи самотеком, в результате чего требуется значительное количество времени на получение равномерно увлажненной однородной массы. Использование многокамерных смесителей с разной частотой вращения и формой рабочих органов приводит к большим затратам электроэнергии; усложняется процесс удаления воздуха из образовавшихся комков продукта.

Таким образом, для качественной подготовки макаронного теста нами предлагается использовать конструкцию смесителя-увлажнителя для предварительного смешивания смеси в макаронных прессах.

Анализ последних исследований и публикаций. Вопросами изучения процессов и создания оборудования для макаронного производства занимались ученые: Р.Х. Ахметов, Ю.М. Плаксин, Г.М. Медведев, Н.И. Назаров, М.Е. Чернов, А.И. Драгилев, В.М. Хромеенков, Л.А. Буров, Л.П. Карташев.

Так, изучению режимов и процессов замеса в экструдерах макаронных прессов занимались Г.М. Медведев, Л.П. Карташев, С.А. Давыдова, О.Н. Беспалова [2-4].

Созданию и усовершенствованию конструкций макаронных прессов посвящены работы [5; 6].

Однако в настоящее время отсутствуют исследования, направленные на изучение процесса смешивания ингредиентов теста на предварительном этапе в макаронных прессах, правильное проведение которого существенно ускоряет дальнейшую обработку и вакуумирование теста на любой стадии. Отсутствует соответствующее оборудование для осуществления этого процесса.

Для повышения эффективности работы макаронных прессов необходимо провести исследование процесса предварительного смешивания ингредиентов теста с целью разработки конструкции смесителя и установления влияния конструктивных параметров на качество процесса смешивания.

Формирование целей статьи. Целью статьи является совершенствование процесса смешивания ингредиентов теста и создание оборудования для его осуществления.

Для осуществления поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) выполнить экспериментальные исследования процесса смешивания в центробежном смесителе-увлажнителе для определения оценки качества;
- 2) выявить параметры процесса, влияющие на равномерное распределение смеси в рабочем объеме смесителя.

Изложение основного материала исследования. Для исследования процесса предварительного смешивания разработана экспериментальная установка, принципиальная схема которой приведена на рисунке 1.

Установка состоит из следующих основных узлов: смесителя, редуктора, электродвигателя, электронного регулятора (ЭР), блока питания с измерительными устройствами.

Смеситель представляет собой неподвижный цилиндрический стальной корпус 1. В середине смесителя расположен ротор 2 с насаженными на него цилиндрическими пальцами 3 по винтовой линии для более интенсивного смешивания. Вверху имеются два загрузочных патрубка для подачи воды 4 и муки 5 в рабочую камеру смесителя.

Смеситель закреплен валом к редуктору 6 электродвигателя 7.

Принцип работы установки. Вода и мука дозируются согласно рецептуре [8] и поступают в цилиндрическую рабочую камеру 1, внутри которой вращается ротор 2 с насаженными, по винтовой линии, пальцами 3. При этом происходит прямой проход равномерно увлажненных по всему объему частичек муки сверху вниз. Время обработки составляет несколько секунд. Действие ротора обеспечивает процесс смешивания подобно взбиванию.

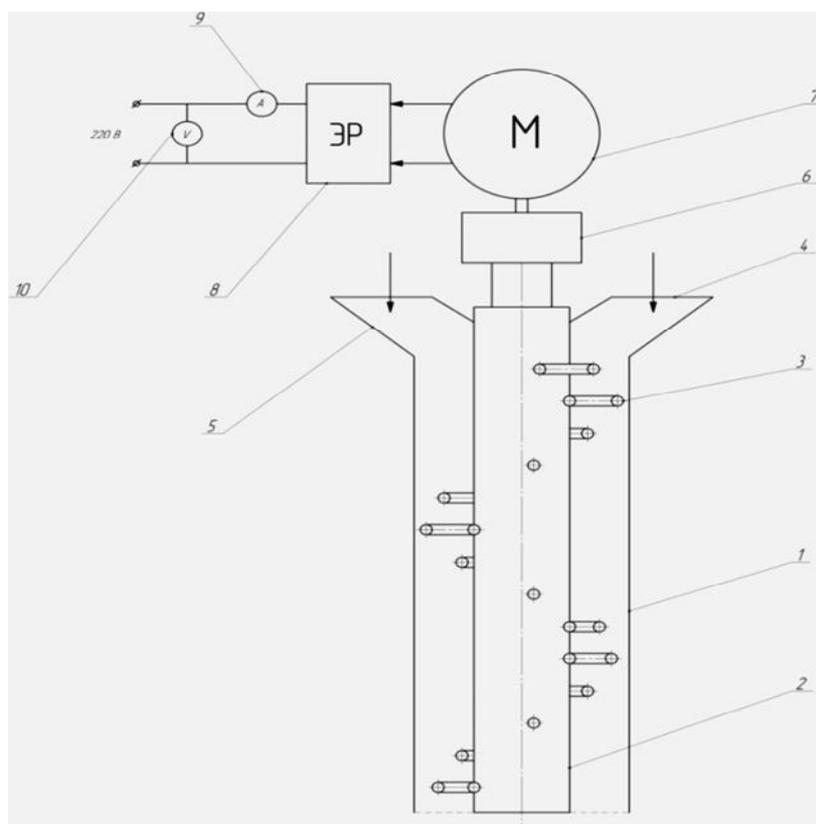


Рисунок 1 – Принципиальная схема экспериментальной установки для смешивания

При вращении ротора 2 происходит удар воды и муки о пальцы ротора, при этом увеличивается площадь контакта и быстрое взаимодействие ингредиентов без образования конгломератов.

Перед проведением исследований проводилось согласно рецептуре отмеривание и взвешивание необходимых порций муки и количества воды для осуществления процесса смешивания [7].

Взвешивание осуществлялось на аналитических электронных весах SNUG II-300.

При помощи термометра осуществлялся замер температуры воды, поступающей в смеситель, непосредственно перед смешиванием.

Перед проведением эксперимента установку настраивали на необходимый режим работы – выставляли необходимое число оборотов ротора смесителя.

Для контроля частоты вращения на валу ротора использовался тахометр, который при установлении необходимой частоты вращения закреплялся на выходном валу редуктора смесителя.

Исследования проводились в такой последовательности. Устанавливали необходимую частоту вращения ротора в пределах от 300 до 2400 об/мин при помощи электронного регулятора (ЭЛ) 8. При включенной установке подготовленный продукт (мука и вода), в заданных пропорциях, загружался через патрубки в рабочую камеру смесителя. Ключевой компонент вводился в смеситель вместе с мукой. Продукт, вышедший из смесителя, выравнивался в тонкий слой и делился на порции по методике [1].

Для определения удельных энергозатрат на экспериментальном стенде установлены вольтметр 10 и амперметр 9. По их показателям в каждом исследовании рассчитывались и контролировались энергозатраты.

В отличие от материалов одной физико-химической природы, для смеси сыпучих материалов с добавлением воды однородность характеризуется постоянством составов минимальных объемов, представляющих смесь. В теоретических работах названный объем (минимальный объем пробы) – основной и единственный фактор, анализирующий оценку качества готовой композиции сыпучих материалов. Для получения пробы осуществляют определённую последовательность действий, предусмотренную методикой [1].

Для периодического отбора проб смесь формировали в виде тонкого слоя (толщиной не более 0,5 см), после чего слой продукта разделяли на 30...40 квадратов. В каждом квадрате определялось процентное соотношение ключевого компонента к смеси.

Качество смешивания продукта в смесителе определяли следующим образом: отмеряли количество муки и воды определенной массы. В смеситель добавляли определенное количество нарезанной металлической лески размерами 1×2 мм. В нашем случае на один килограмм загружаемых компонентов приходилось 1,35 г частиц лески (масса одной частицы 0,00135 г), а в количественной оценке на 10 г макаронного теста приходится 10 частиц лески.

Для подсчета количества частиц лески в каждой из проб использовали магнит.

Магнит медленно перемещали вдоль и поперек продукта таким образом, чтобы весь продукт был охвачен воздействием магнита. Частицы приставшей муки периодически сдувались с поверхности магнита на лист белой бумаги. Далее проходил подсчет количества частиц.

Для оценки качества смеси использовали коэффициент неоднородности, рассчитываемый по формуле [1]:

$$V_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (1)$$

где \bar{x} – среднее арифметическое значение концентрации ключевого компонента в пробах, %;

x_i , – значение концентрации ключевого компонента в пробах, взятых в различных точках смесителя, %;

n – число проб.

Чем меньше V_c , тем эффективнее смешивание. При идеальном смешивании $V_c = 0$. Отбор проб проводился в 7 точках в 5-кратной повторности.

Результаты исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные экспериментальных исследований

| n , об/мин | \bar{x} , % | V_c , % |
|--------------|---------------|-----------|
| 300 | 2,5 | 25,46 |
| 600 | 2,4 | 22,05 |
| 900 | 2,35 | 20,24 |
| 1000 | 2,3 | 18,36 |
| 1200 | 2,2 | 14,37 |
| 1400 | 2,14 | 11,84 |
| 1600 | 2,11 | 10,54 |
| 1800 | 2,05 | 7,9 |
| 2000 | 1,98 | 5 |
| 2200 | 1,97 | 4,64 |
| 2400 | 1,96 | 4,33 |

По полученным данным строилась экспериментальная зависимость, рисунок 2.

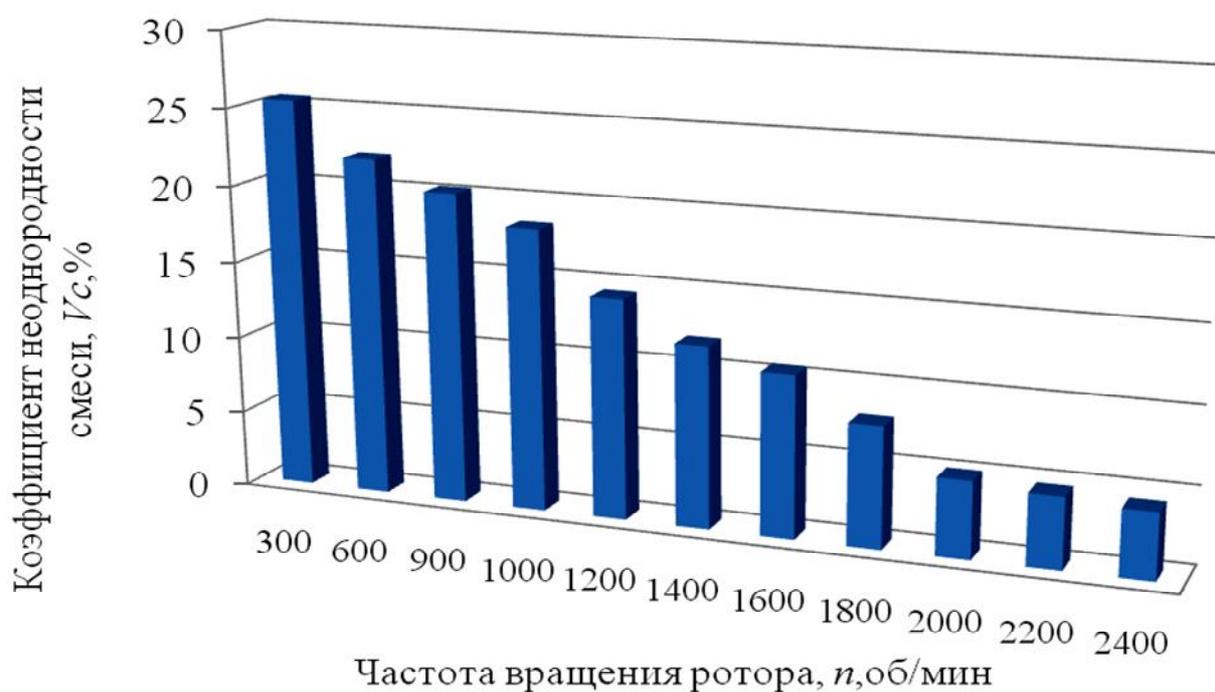


Рисунок 2 – График зависимости коэффициента неоднородности смеси от частоты вращения ротора

Проведенные исследования показали эффективность использования разработанной конструкции центробежного смесителя-увлажнителя.

Экспериментальные исследования подтвердили, что качественное смешивание смеси достигается с помощью винтообразно установленных на роторе пальцев.

Выполненные эксперименты показали, что качественное смешивание наблюдается при частоте вращения ротора от 2000 об/мин. Увеличение частоты

вращения ротора выше данной величины не целесообразно из-за увеличения затрат мощности оборудования.

Выводы. Анализ исследования в области создания оборудования для макаронного производства показал, что процессу предварительной подготовки теста не уделяется должного внимания, а он позволяет сократить время приготовления тестовой массы к выпрессовке и снизить его энергоемкость.

Определена частота вращения ротора центробежного смесителя-увлажнителя, позволяющая обеспечить достаточно равномерное смешивание муки с водой. Коэффициент неоднородности при этом достигает 5%.

Поэтому дальнейшие исследования будут направлены на изучение влияния выбранной частоты вращения ротора на реологические свойства теста, а также усовершенствование процесса дозирования ингредиентов в смеситель, который, наряду с геометрическими и эксплуатационными показателями смесителя, оказывает существенное влияние на качество смешивания.

Список литературы / References:

1. Ратников С.А. Интенсификация смесеприготовительных процессов производства дисперсных комбинированных продуктов / С.А. Ратников – М.: Пищевая промышленность, 2003. – 50 с.
Ratnikov, S.A. (2003), *Intensifikatsiya smeseprihotovitelnykh protsessov proizvodstva disperstnykh kombinirovannykh produktov* [Mixture-intensification of production processes disperse combination products], Pishcevaia promyshlennost, Moscow, Russia.
2. Медведев Г.М. Разработка высокотемпературных режимов замеса и прессование теста на шнековых макаронных прессах: автореф. ... д-ра техн. наук / Г.М. Медведев. – М., 1990. – 48 с.
Medvedev, H.M. (1990), *Razrabotka vysokotemperaturnykh rezhyrov zamesa i pressovania testa na shnekovykh makaronnykh pressakh* [The development of high-temperature batch mode and pressing the dough on pasta screw presses], abstract of Ph.D. dissertation, Moscow, Russia.
3. Карташев Л.П. Учет изменения параметров прессования в одношнековых прессах / Л.П. Карташев, В.Ю. Полищук, К.А. Зубкова // Техника в сельском хозяйстве. – № 1. – 2001. – С. 36-38.
Kartashov, L.P., Polishchiuk, T.M. and Zubkova K.A. (2001), *Uchet izmeneniia parametrov pressovania v odnoshnekovykh pressakh* [Accounting for changes in the parameters of extrusion presses odnoshnkovykh], *Tekhnika v selskom khoziaistve*, no. 1, Moscow, Russia.
4. Давыдова С.А. Исследование процесса производства макаронных изделий / С.А. Давыдова, О.Н. Беспалова // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2005. – № 2. – С. 261-266.
Davydova, S.A. and Bepalova, O.N. (2005), “Study of the process production noodle product”, *Vestnik astrakhanskogo tekhnicheskogo universiteta*, no. 2, pp. 261-266.
5. Торган А.Б. Пути совершенствования конструкции узла прессования шнекового макаронного пресса / А.Б. Торган, А.А. Бренч // Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве:

доклады междунар. науч.-практ. конференции. 12-13 июня 2008 г., Москва. – 2008. – Ч. 2. – С. 243-247.

Torgan, A.V. and Brench, A.A. (2008), “Ways of the improvement to designs of the node of the pressing shnek’s noodle press”, *Energozberigaiushchie tekhnologii i tekhnicheskie sredstva v selskokhoziaistvennom proizvodstve*, part 2, pp. 243-247.

6. Ахметов Р.Х. Малогабаритный шнековый макаронный пресс / Р.Х. Ахметов, Ю.М. Плаксин, Г.М. Медведев // Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг: материалы междунар. науч.-практ. конференции. г. Орел. – 2001. – Т. 2. – С. 74.

Akhmetov, R.Kh., Plaksin, Yu.M. and Medvedev, H.M. (2001), “Small-dimensioned shnek’s noodle press”, *Material international scientifically-practical conference*, vol. 2, p. 74.

7. Медведев Г.М. Технология макаронного производства / Г.М. Медведев. – М.: Пищевая промышленность, 1998. – 280 с.

Medvedev, H.M. (1998), *Tekhnologia makaronnoho proizvodstva* [Technology pasta production], Pishchevaia promyshlennost, Moscow, Russia.

Мета. Мета статті полягає в оцінюванні експериментальним шляхом якості змішування продукту за рахунок організації спрямованого руху матеріальних потоків в робочому об'ємі змішувача і ефективності роботи відцентрового змішувача-зволожувача.

Методика. У процесі досліджень використовувалася методика для кількісної оцінки якості суміші, яка полягає у визначенні коефіцієнту неоднорідності (варіації) суміші. Під час оцінювання якості суміші вимірюють концентрацію найбільш цінного (ключового) її компоненту в декількох точках або в різні моменти часу [1].

Результати. На підставі проведених експериментальних досліджень доведено доцільність і ефективність використання розробленої конструкції відцентрового змішувача-зволожувача в макаронних пресах для отримання однорідної суміші із заданими властивостями, зменшення варіації властивостей сировини і готової продукції (усереднення партії), збільшення поверхні контакту фаз за зменшення тривалості змішування, витрат енергії на процес, габаритних розмірів і спрощення конструкції існуючих макаронних пресів.

Наукова новизна. Вдосконалено науково-методичний підхід, виявлено оптимальні параметри процесу змішування у запропонованій конструкції відцентрового змішувача-зволожувача; виявлено й обґрунтовано ефективний вплив конструктивних параметрів змішувача для отримання якісного замісу; досліджено вплив параметрів процесу змішування на рівномірність розподілу рідкої фази в сипкому матеріалі.

Практична значущість. Отримані результати спрямовано на удосконалення процесу змішування в макаронному виробництві. Результати проведених теоретичних і експериментальних досліджень дозволили розробити нову конструкцію відцентрового змішувача-зволожувача для макаронного виробництва, який дозволяє інтенсифікувати процес змішування, здійснювати якісніше і швидше змішування в макаронних пресах. Було знайдено оптимальний параметр частоти обертання ротора для забезпечення якісного змішування. Отримано патент на корисну модель № 74610 «Відцентровий змішувач-зволожувач».

Ключові слова: оцінка якості, змішування, макаронне тісто, змішувачі, ефективність роботи.

Objective. The article aims at quality evaluation of mixing dough ingredients in the working volume of the mixer with determination of its work efficiency.

Methods. For evaluation of quality of mixture preparation in macaroni presses there was applied method of adding the key ingredient to the product that allowed detection of its spreading throughout the mixture [1].

Results. According to the performed experimental researches there were proved expediency and efficiency of application of the developed construction of centrifugal mixer-moisturizer in macaroni presses for preparing homogeneous mixture with the prescribed properties, reduction of variation in the properties of raw materials and final product (batch averaging), spreading of contact surface between the substances with simultaneous reduction of mixing time, reduction of energy costs of the process, dimensions and simplification of structures of the existing macaroni presses.

Scientific novelty. The proposed construction of the centrifugal mixer-moisturizer determines process parameters of mixing the key ingredient. Use of a helix made by metal rotor pins was also grounded. There was detected correlation between rotation speed of the rotor and process of mixing ingredients.

Practical importance. The results shall be taken into consideration for improvement of the mixing process in macaroni industry. The results of the performed experiments made it possible to develop peculiar construction of centrifugal mixer-moisturizer for macaroni production which intensifies mixing process; helix assures high quality and quick mixing in macaroni presses; there was determined index of rotation speed of the rotor for high quality mixing. There was issued Ukrainian patent for useful model Nr. 74310 Centered mixer-moisturizer.

Key words: quality evaluation, mixing, macaroni dough, mixers, work efficiency.

Рекомендовано к публикации д-ром техн. наук,
проф. Михайловым А.Н.

Дата поступления рукописи 04.02.2013 г.

УДК 66.061.4

Бошкова И.Л.¹, канд. техн. наук,
Дементьева Т.Ю.¹, канд. техн. наук,
Георгиеш Е.В.¹,
Коломийчук С.Г.²

1 – Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, Украина,
e-mail: tasir.onaft@gmail.com
2 – ГУ «Институт глазных болезней и тканевой терапии им. В.П. Филатова НАМН Украины», г. Одесса, Украина,
e-mail: filatova_biochem@mail.ru

МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ БИОПЕСТИЦИДОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

Boshkova I.L., Cand. Sci. (Tech.),
Demytyeva T.Yu., Cand. Sci. (Tech.),
Georgiesh E.V.¹,
Kolomyichuk S.G.²

1 – Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine,
e-mail: tasir.onaft@gmail.com
2 – S.I. «Institute of Eye Diseases and Tissue Therapy named after V.P. Filatov NAMS of Ukraine», Odessa, Ukraine,
e-mail: filatova_biochem@mail.ru

A METHOD FOR OBTAINING BIOPESTICIDES AND THE DEVICE FOR ITS IMPLEMENTATION

Цель. Целью работы является развитие метода получения биопестицидов из растительного сырья, основанного на применении микроволнового электромагнитного поля в процессе экстрагирования, и проработка устройства для его реализации.