DOI: 10.58168/CISMP2024_507-510
УДК 663.91.05: 65.011.56

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПИЩЕВОЙ 3D ПЕЧАТИ ШОКОЛАДОМ

И.Г. Благовещенский, В.Г. Благовещенский

ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»,
г. Москва

Аннотация. Описаны необходимые компоненты для пищевой 3D печати шоколадных изделий, представленные в виде нотации IDEF0, которые потребовались для проведения практических экспериментов. Разработана экспериментальная установка для пищевой 3D печати шоколадной массой.

Ключевые слова: проектирование, техническое исполнение, экспериментальная установка, пищевая 3D печать, шоколадные изделия.

DESIGN AND TECHNICAL IMPLEMENTATION OF AN EXPERIMENTAL INSTALLATION FOR FOOD 3D PRINTING WITH CHOCOLATE

I.G. Blagoveshchensky, V.G. Blagoveshchensky

MIREA – Russian Technological University, Moscow

Abstract: The necessary components for food 3D printing of chocolate products are described, presented in the form of IDEF0 notation, which were required for conducting practical experiments. An experimental setup for food 3D printing with chocolate mass was developed.

Keywords: design, technical implementation, experimental setup, food 3D printing, chocolate products.

Исследование посвящено проектированию и техническому исполнению экспериментальной установки пищевой 3D печати шоколадом, которая необходима для детального изучения технологического процесса (ТП) пищевой 3D печати [1 – 3], проведения практических экспериментов и наблюдение за протеканием ТП, с целью накопления сведений о режимах работы оборудования и о результатах печати [4 – 6]. Полученные результаты позволят установить взаимосвязи между технологическими и режимными параметрами и разработать математическую модель процесса 3D печати для дальнейшего математического анализа [7 – 9]. В работе описаны необходимые компоненты для пищевой 3D печати шоколадных изделий, представленные в виде нотации IDEF0, которые потребовались для проведения практических экспериментов.

Разработана экспериментальная установка для пищевой 3D печати шоколадной массой. Для этого был проведён анализ подающих механизмов

© Благовещенский И. Г., Благовещенский В. Г., 2024

(экструдеров), изучены их преимущества и недостатки. На основании проведённого анализа и выбранного шасси разработан экструдер для пищевой 3D печати шоколадной массой.

Проведены практические эксперименты пищевой 3D печати образцов из шоколадной глазури. Осуществлена экспертная оценка каждого образца, а итоговые результаты с указанием режимов печати сведены в таблицу. Проведён математический анализ полученных данных. Установлены взаимосвязи параметров и представлены в виде матрицы коэффициентов корреляции.

На основании анализа результатов печати были описаны возникающие дефекты, объяснены причины их возникновения и создана их классификация, с указанием отличительных признаков. При наблюдении за ходом протекания ТП и при визуальном анализе результатов 3D печати отмечено, что в большинстве случаев дефекты появляются постепенно и имеют возрастающий характер поведения. А значит, при непрерывном визуальном контроле и своевременном обнаружении, возможно предотвратить его дальнейшее возникновение, путём внесения корректировок в технологический процесс.

Список литературы

1. Благовещенская М.М., Благовещенский И.Г., Назойкин Е.А. Методика автоматической оценки качества пищевых изделий на основе теории искусственных нейронных сетей. // Пищевая промышленность. 2015. № 7.
2. Благовещенская М.М., Шаверин А.В., Благовещенский И.Г. Автоматизация контроля показателей вкуса шоколадных изделий на основе использования нейронных сетей // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. № 8. 2012.
3. Благовещенский В.Г. Интеллектуальная автоматизированная система управления качеством халвы с использованием гибридных методов и технологий: специальность 05.13.06 "Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Благовещенский Владислав Германович, 2021. – 219 с.
4. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г., Холопов В.А., Зеленова Е.Н. Применение на производстве нейронной сети YOLO для определения качества пищевой продукции // Фабрика будущего: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам для отраслей пищевой промышленности. – 2023. – С. 66-72.
5. Благовещенский, И.Г. Автоматизированная экспертная система контроля в потоке показателей качества помадных конфет с использованием нейросетевых технологий и систем компьютерного зрения: специальность 05.13.07: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Благовещенский Иван Германович, 2015. – 229 с. – EDN SGUENP.
6. Благовещенский, И.Г. Методологические основы создания экспертных систем контроля и прогнозирования качества пищевой продукции с

использованием интеллектуальных технологий: специальность 05.13.06 "Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, 2018. – 443 с.

7. Благовещенский И.Г., Носенко С.М. Экспертная интеллектуальная система мониторинга процесса формования помадных конфет с использованием системы технического зрения // Пищевая промышленность, 2015. № 6.

8. Благовещенский И.Г., Троицкий А.К. Теоретические основы использования системы технического зрения в системе автоматического управления технологическими процессами / И.Г. Благовещенский, А.К. Троицкий // Материалы первой международной НПК «Планирование и обеспечение подготовки и переподготовки кадров для отраслей пищевой промышленности и медицины». - М.: Изд. комплекс МГУПП, 2012. с. 165-172.

9. Благовещенский И.Г., Шибанов Э.Д., Загородников К.А. Оптимизация 3D-печати на примере использования шоколадной глазури // Пищевая промышленность. – 2020. – № 12. – С. 70-73. – DOI 10.24411/0235-2486-2020-10147.

References

1. Blagoveshchenskaya M.M., Blagoveshchensky I.G., Nazoikin E.A. Methodology for automatic assessment of the quality of food products based on the theory of artificial neural networks. // Food Industry. 2015. No. 7.

2. Blagoveshchenskaya M.M., Shaverin A.V., Blagoveshchensky I.G. Automation of control of taste indicators of chocolate products based on the use of neural networks // Storage and processing of agricultural raw materials. 2012. No. 8.

3. Blagoveshchensky V.G. Intelligent automated quality control system for halva using hybrid methods and technologies: specialty 05.13.06 "Automation and control of technological processes and production (by industry)": dissertation for the degree of candidate of technical sciences, 2021. - 219 p.

4. Blagoveshchensky V.G., Blagoveshchensky I.G., Kholopov V.A., Zelenova E.N. Application of the YOLO neural network in production to determine the quality of food products // Factory of the future: transition to advanced digital, intelligent production technologies, robotic systems for food industries. - 2023. - P. 66-72.

5. Blagoveshchensky, I.G. Automated expert system for monitoring the flow of quality indicators of pomade candies using neural network technologies and computer vision systems: specialty 05.13.07: dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Blagoveshchensky Ivan Germanovich, 2015. - 229 p. - EDN SGUENP.

6. Blagoveshchensky, I.G. Methodological foundations for creating expert systems for monitoring and forecasting the quality of food products using intelligent technologies: specialty 05.13.06 "Automation and control of technological processes and production (by industry)": dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences, 2018. - 443 p.

7. Blagoveshchensky I.G., Nosenko S.M. Expert intelligent system for monitoring the process of molding fondant candies using a machine vision system // Food Industry, No. 6, 2015. No. 6.

8. Blagoveshchensky I.G., Troitsky A.K. Theoretical foundations for using a machine vision system in an automatic process control system / I.G. Blagoveshchensky, A.K. Troitsky // Materials of the first international scientific and practical conference "Planning and ensuring training and retraining of personnel for the food industry and medicine". - M .: Publishing complex of MGUPP, 2012. pp. 165-172.

9. Blagoveshchensky I.G., Shibanov E.D., Zagorodnikov K.A. Optimization of 3D printing using chocolate glaze as an example // Food Industry. – 2020. – No. 12. – P. 70-73. – DOI 10.24411/0235-2486-2020-10147.