

Kaverina Yulia Evgenievna, graduate student of the Department of Processes and Equipment of Processing Industries, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, e-mail: kaverina@rgau-msha.ru

Toroptsev Vasily Vladimirovich, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of the Department of Processes and Processing Equipment, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev,

e-mail: toroptsev@rgau-msha.ru

Martekha Alexander Nikolaevich, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Processes and Processing Equipment, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, e-mail: man6630@rgau-msha.ru

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Russia, Moscow, e-mail: rector@rgau-msha.ru

Abstract: This paper presents the results of numerical modeling of the process of extrusion 3D printing of wheat dough. Profiles of the distribution of pasta dough flow rates through the nozzle of the extrusion head were obtained.

Key words: simulation, extrusion, 3D printing.

УДК 664:001.895

КОРРЕЛЯЦИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК С ФОРМОУСТОЙЧИВОСТЬЮ ПРИ 3D ПЕЧАТИ ПШЕНИЧНОГО ТЕСТА

Каверина Юлия Евгеньевна, аспирант кафедры Процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»,
e-mail: kaverina@rgau-msha.ru

Торопцев Василий Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры Процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: toroptsev@rgau-msha.ru

Мартеха Александр Николаевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры Процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: man6630@rgau-msha.ru

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Россия, Москва, e-mail: rector@rgau-msha.ru

Аннотация: в настоящей работе представлены результаты исследования по

изучению пригодности к трехмерной печати пшеничного теста при изготовлении 3D печатных мучных изделий путем сопоставления реологических свойств теста с соответствующими параметрами на различных стадиях данного процесса.

Ключевые слова: формоустойчивость, экструзия, пищевая 3D печать.

Среди различных способов пищевой 3D-печати метод на основе экструзии является наиболее часто используемым при производстве трехмерных пищевых изделий. 3D-печать пищевых продуктов методом экструзии представляет собой процесс создания сложного трехмерного объекта слой за слоем, управляемый цифровыми средствами [1,2].

На эффективность процесса 3D-печати влияют его режимные параметры, пригодность пищевого материала к печати, а также размеры и форма разработанной 3D-модели. Возможность трехмерной печати прежде всего определяется двумя независимыми факторами: экструдиремостью и формоустойчивостью, в свою очередь обусловленные влиянием на них реологических и структурно-механических свойств материалов для пищевой 3D-печати. Экструдиремость характеризует способность пищевых материалов проходить через сопло, а формоустойчивость – образовывать нити, слой за слоем формирующие текстуру печатного изделия, и сохранять форму после завершения печати.

Для приготовления образцов теста использовали муку из твердых сортов пшеницы, смешанную с водой при различном гидромодуле.

Реологические свойства приготовленного теста исследовали с помощью анализатора текстуры «Структурометр СТ-2», используя метод обратной экструзии. Качество напечатанного объекта оценивалось по отклонениям его геометрических размеров от соответствующих параметров разработанной 3D-модели. Результаты исследования по определению реологических характеристик представлены на рисунке 1.

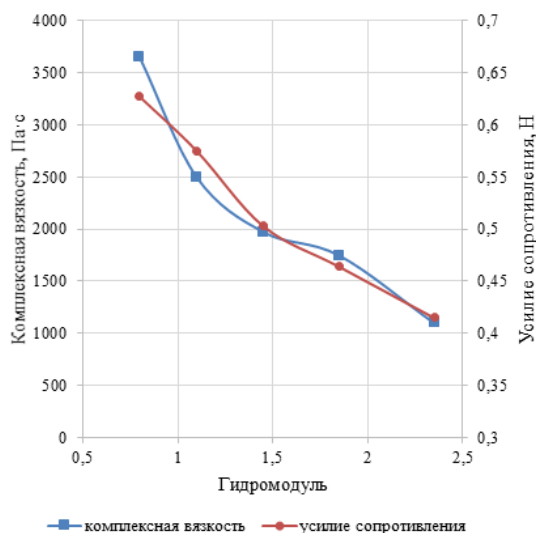


Рисунок 1 – Зависимость вязкости и усилия сопротивления от гидромодуля

После изучения реологических свойств пшеничного теста определяли его пригодность для 3D-печати. Анализ качества напечатанных изделий, показывающий, что отклонение геометрических размеров в сравнении с разработанной 3D-моделью для образца с гидромодулем 1,1 не превышает 17 %, а их форма сохраняется в течение 5 мин после окончания процесса изготовления, позволяет утверждать о пригодности полученного материала, имеющего значение динамической вязкости в диапазоне 2000-2500 Па·с при скорости сдвига 8 с^{-1} , для печати на пищевом 3D-принтере.

Результаты данного исследования могут быть полезны при оценке применимости для 3D-печати мучных продуктов питания и других пищевых материалов.

Библиографический список

1. Мартеха, А.Н. Кинетическая оценка и оптимизация процесса сушки 3D-печатных макаронных изделий / А.Н. Мартеха, Ю.Е. Каверина // Хранение и переработка сельхозсырья. 2022. № 2. С. 161-172.

2. Мартеха, А.Н. Интенсификация процесса экструзии при получении растительного масла / А.Н. Мартеха, А.А. Берестовой // Цифровизация агропромышленного комплекса. 2018. С. 235-237.

3. Development and research of new method for juice extracting from sugar beet with preliminary pressing / V.Yu. Ovsyannikov, V.V. Toroptsev, A.A. Berestovoi, N. N. Lobacheva, M.A. Lobacheva, A.N. Martekha // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. P. 052011.

4. Технологическое оборудование механических и гидромеханических процессов. В 2 ч. Ч. 2. [Текст]: учеб. пособие / С. Т. Антипов, Г. В. Калашников, В. Е. Игнатов, В. В. Торопцев; Воронеж. гос. ун-т инж. технол. Воронеж: ВГУИТ, 2017. 110 с.

5. Патент № 2207186 С1 Российская Федерация, МПК В01F 7/26, В28С 5/16. Центробежный смеситель : № 2001130371/12 : заявл. 09.11.2001 : опубл. 27.06.2003 / В. Н. Иванец, И. А. Бакин, Д. М. Бородулин, В. П. Зверев ; заявитель Кемеровский технологический институт пищевой промышленности.

6. The use of Soxhlet extractor for the production of tinctures from plant raw materials / D. Borodulin, M. Prosin, I. Bakin [et al.] // E3S Web of Conferences : 13, Rostovon-Don, 26–28 февраля 2020 года. – Rostovon-Don, 2020. – P. 08010. – DOI 10.1051/e3sconf/202017508010

7. Ушакова, А. С. Разработка комплексной технологии переработки сушеного плодово-ягодного сырья : специальность 05.18.15 "Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ушакова Анастасия Сергеевна, 2017. – 153 с

CORRELATION OF RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS WITH FORMAL STABILITY IN 3D PRINTING WHEAT DOUGH

Kaverina Yulia Evgenievna, graduate student of the Department of Processes and Equipment of Processing Industries, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, e-mail: kaverina@rgau-msha.ru

Toroptsev Vasily Vladimirovich, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of the Department of Processes and Processing Equipment, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev,

e-mail: toroptsev@rgau-msha.ru

Martekha Alexander Nikolaevich, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Processes and Processing Equipment, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, e-mail: man6630@rgau-msha.ru

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Russia, Moscow, e-mail: rector@rgau-msha.ru

Abstract: This paper presents the results of a study examining the suitability of wheat dough for 3D printing in the production of 3D printed flour products by comparing the rheological properties of the dough with the corresponding parameters at various stages of this process.

Key words: dimensional stability, extrusion, food 3D printing.

УДК 656.6

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Кирбенёв Иван Сергеевич, студент Технологического Института, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: rukatome@mail.ru

Щербина Николай Александрович, студент Технологического Института, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: kolya-sherbina@mail.ru

Научный руководитель – Просин Максим Валерьевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры Процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», e-mail: prosinmv@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Россия, Москва, e-mail: rector@rgau-msha.ru

Аннотация: в данной работе рассмотрены различные конструкции роботизированных и мехатронных комплексов, помогающих в различных