

ИНОВАЦИИ И ПРЕДПРИЕМАЧЕСТВО

НАУЧНО-ПРИЛОЖНО СПИСАНИЕ

■ ГОДИНА VI ■ БРОЙ 2, 2018

INNOVATION AND ENTREPRENEURSHIP

SCIENTIFIC-APPLIED JOURNAL

■ VOLUME VI ■ NUMBER 2, 2018



ИНСТИТУТ ЗА ИНОВАЦИИ
И ПРЕДПРИЕМАЧЕСТВО

СОФИЯ - SOFIA
2018



ИНОВАЦИИ И ПРЕДПРИЕМАЧЕСТВО

НАУЧНО-ПРИЛОЖНО СПИСАНИЕ

■ ГОДИНА VI ■ БРОЙ 2, 2018

INNOVATION AND ENTREPRENEURSHIP

APPLIED SCIENTIFIC JOURNAL

■ VOLUME VI ■ NUMBER 2, 2018

СЪДЪРЖАНИЕ / CONTENTS

ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ / TECHNICAL SCIENCES

- Разработване на система за получаване на технологични параметри на хляб при охлаждане, **Златин Златев** 56
Development of a system for obtaining technological parameters of bread on cooling, *Zlatin Zlatev*
- Изследване на алгоритъм за броене на колонии от бактерии, **Татяна Динева, Геновева Милушева** 77
Investigation of a bacteria colonies counting algorithm, *Tatyana Dineva, Genoveva Milusheva*

ХРАНИТЕЛНИ ТЕХНОЛОГИИ / FOOD TECHNOLOGIES

- Влияние на процеса екструзия върху физикохимичните свойства на основни компоненти на екструдирани зърнени суровини, **Иван Димов** 86
Influence of the extrusion process on the physico-chemical properties of main components of extracted raw cereal materials, *Ivan Dimov*
- Термодинамични параметри на водни екстракти от шипка, **Ира Танева** 98
Thermodynamic parameters of aqueous extracts from briar, *Ira Taneva*

ДИЗАЙН / DESIGN

- Влияние на парковото изкуство в развитието на съвременната паркова композиция, **Katerina Despot, Vaska Sandeva** 105
Influence of park art on the development of modern park composition, *Vaska Sandeva, Katerina Despot*

**ИНОВАЦИИ И
ПРЕДПРИЕМАЧЕСТВО**
НАУЧНО-ПРИЛОЖНО СПИСАНИЕ

**INNOVATION AND
ENTREPRENEURSHIP**
APPLIED SCIENTIFIC JOURNAL

Издател:



Институт за иновации и
предприемачество

Publisher:



Institute for innovation and
entrepreneurship

Адрес на издателството:

София
жк „Красно село”, бл. 192
тел. +359883343806
www.iip.bg
e-mail: iip@iip.bg

Publishing House Address:

Sofia
Krasno selo, bl. 192
tel. +359883343806
www.iip.bg
e-mail: iip@iip.bg

Списание то излиза **4 пъти годишно**

Printout: four issues per year

Главен редактор:

доц. д-р Иванка Шивачева

Editor in Chief:

Assoc.prof. Ivanka Shivacheva, Ph.D.

Редакционна колегия:

проф. DSc Наталия Ткаченко, Украйна
проф. DSc Предраг Дашич, Сърбия
проф. DSc Румяна Ценкова, Япония
проф. д-р Васка Сандева, Македония
проф. Geeta Mahale, India
проф. д-р Гордана Колович, Сърбия
проф. д-р Елсайед А. Елнашар, Египет
проф. д-р Катерина Деспот, Македония
проф. д-р Нина Котева
доц. д-р Здравка Джандармова
доц. д-р Иван Лазаров
доц. д-р Majlinda Fetaji, Македония
доц. д-р Николай Пенев




Editorial Board:

Prof. D.Sc. Nataliia Tkachenko, Ukraine
Prof. D.Sc. Predrag Dašic - Serbia
Prof. Roumiana Tsenkova, DSc - Japan
Prof. ElSayed A. ElNashar, PhD – Egypt
проф. Geeta Mahale, India
Prof. Gordana Colovic, PhD - Serbia
Prof. Katerina Trajce Despot, PhD - Macedonia
Prof. Nina Koteva, Ph.D.
Prof. Vaska Metodi Sandeva, PhD - Macedonia
Assoc.prof. Ivan Lazarov, Ph.D.
Assoc. prof. Majlinda Fetaji, PhD -Macedonia
Assoc.prof. Nikolay Penev, Ph.D.
Assoc.prof. Zdravka Dzhandarmova, Ph.D.

ISSN 1314-9253

Индексиране в международни бази данни:

The articles appearing in this journal are indexed and abstracted in:

	Scientific Indexing Services (SIS) http://www.sindexs.org/JournalList.aspx?ID=2758
	Open Academic Journals Index (OAJI) http://oaji.net/journal-detail.html?number=3363
	The European Reference Index for the Humanities (ERIH) to NSD https://dbh.nsd.uib.no/publiseringsskanaler/erihplus/periodical/info?id=490943

ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ / TECHNICAL SCIENCES**РАЗРАБОТВАНЕ НА СИСТЕМА
ЗА ПОЛУЧАВАНЕ НА
ТЕХНОЛОГИЧНИ ПАРАМЕТРИ
НА ХЛЯБ ПРИ ОХЛАЖДАНЕ****Златин Златев**

Резюме: Анализът на публикуваните резултати отнасящи се до проследяване процеса на охлаждане на хляб показва, че съществува необходимост от осъществяването на по-задълбочен анализ на известните методи и досега прилагани подходи, което да доведе до подобряване и улесняване на процеса с цел внедряване в автоматизирани системи за измерване. Изградена е опитна постановка, с която могат да бъдат измервани температура, маса и електрическо съпротивление по повърхността и в средината на хляба при охлаждане. Направен е сравнителен анализ и са избрани модели, които с достатъчна точност описват изменението на технологични параметри при охлаждане на хляб. Определени са топлинните загуби. Получените резултати потвърждават и допълват тези от достъпните литературни източници. Разработването на ясна процедура и техническо средство за измерване ще направи възможно приложението в производствената практика на предложени не-сложен, метод за характеризирание изменението на основни технологични параметри при охлаждане на хляб.

Ключови думи: Хляб, Охлаждане,

**DEVELOPMENT OF A SYSTEM
FOR OBTAINING
TECHNOLOGICAL PARAMETERS
OF BREAD ON COOLING****Zlatin Zlatev**

Abstract: The analysis of published results on tracking the bread cooling process shows that there is a need for a more in-depth analysis of the known methods and hitherto applied approaches that will lead to the improvement and facilitation of the process for introduction into automated measurement systems. An experimental setup has been developed to measure temperature, mass and electrical resistance on the crust and in the bread crumb when cooled. A comparative analysis has been made and models have been selected which, with sufficient precision, describe the change in technological parameters when cooling bread. Heat losses are determined. The results obtained confirm and complement those from available literature sources. The development of a clear procedure and a technical measuring instrument will make it possible to apply in the production practice the proposed non-complex method for characterizing the change of basic technological parameters in the cooling of bread.

Keywords: Bread, Cooling, Heat losses, Models, Technological parameters

Топлинни загуби, Модели, Технологични параметри

1. Въведение

В процеса на производство на хляб възникват проблеми, свързани с охлаждането и съхранението му, преди разпространение в търговската мрежа. Изискванията за микробиологична безопасност включват пакетирането на хляба в полиетиленови или в отделни случаи хартиени пликкове. Това е възможно след охлаждане на хляба. Скоростта на охлаждане е критичен показател. Бавното охлаждане на продукта намалява производителността на технологичния процес за производство на хляб. По-бързото охлаждане води до изпаряване на голямо количество влага, което намалява добива на продукта. Високото съдържание на влага и високите температури при пакетиране (над 30°C) създават условия за развитие на плесен.

Степента на охлаждане на хляба е от значение при нарязването му. Този процес е възможен при температура на средината под 36°C [9].

В достъпната литература [6, 13, 14, 15, 16, 17, 18] са налични множество публикации, свързани с анализ на топло- и масо-обменните процеси при охлаждане на хляба след изпичане. По-малко са публикациите, свързани със създаване на модели, описващи охлаждането на хляба.

Целта на статията е да се предложат метод и модели за проследяване процеса на охлаждане на хляб.

2. Изложение

Технологията за производство на хляб е труден и продължителен процес [7]. Процесите на топло- и масо-пренасяне при приготвянето на хляба се получават по време на подготовката и

1. Introduction

The quality of the eggs is related to consumer preferences and is assessed by a group of methods giving the main features - freshness, weight, size and shape, as well as its elements – egg white, yolk and shell. From the user's point of view, the egg weight is an essential characteristic.

Bread production involves problems related to cooling and storage before commercial distribution. Micro-biological safety requirements include the packaging of bread in polyethylene or, in some cases, paper bags. This is possible after cooling the bread. The cooling rate is a critical indicator. Slow cooling of the product reduces the productivity of the bread process. Faster cooling leads to evaporation of large amounts of moisture, which reduces the yield of the product.

High moisture content and high packing temperatures (over 30°C) create mold development conditions.

The degree of cooling of the bread is important in cutting it. This process is possible at a medium temperature below 36°C [9].

In the available literature [6,13,14,15,16,17,18] there are many publications related to analysis of the heat and mass-exchange processes when cooling the bread after baking. Fewer are the publications related to creating models that describe the cooling of bread.

The aim of the article is to offer a method and models for tracking the bread cooling process.

2. Exposure

Bread technology is a difficult and lengthy process [7]. The processes of heat and mass transfer in the

изпичането му, както и при охлаждане на изпечения продукт. В достъпната литература са публикувани научни статии за математическото моделиране на процесите на охлаждане на хляб.

В таблица 1 е представен сравнителен анализ на данни, посочени в достъпната литература за изменение на основни технологични параметри на хляб при естествено охлаждане.

Освен посочените в таблицата параметри, в [17] анализират изменението на съдържанието на вода в хляба при охлаждане. Съдържанието на вода в кората достига 12%, а в средината 33%. Наблюдава се нарастване на съдържание на вода в кората и намаляване в средината.

preparation of the bread are obtained during the preparation and roasting, as well as the cooling of the baked product.

Scientific papers on mathematical modeling of bread cooling processes are published in the available literature.

Table 1 presents a comparative analysis of the data reported in the available literature for change of the basic technological parameters of bread under natural cooling.

In addition to the parameters listed in the table, in [17] they analyze the change in the water content of bread in cooling. The water content in the crust reaches 12% and in the crumb 33%. There is an increase in the water content of the crust and a decrease in the crumb.

Таблица 1.

Параметри при охлаждане на хляб

Table 1.

Parameters of bread cooling

Измерван параметър	Диапазон на изменение	Инфлексна точка	Време за установяване на процеса	Време за достигане на T=30°C в средината	Източник
T _{crumb} , °C	140-50 °C	75 °C	30 min	30 min	[17]
T _{crust} , °C	58-40 °C	50 °C	30 min	30 min	
m, g	Намаляване с 2 % от началната маса	Няма данни	Няма данни	-	[17]
T _{crumb} , °C	98-22 °C	52 °C	100 min	65 min	[13]
T _{crust} , °C	Няма данни	Няма данни	Няма данни	Няма данни	
m, g	Няма данни	Няма данни	Няма данни	-	
T _{crumb} , °C	95-22 °C	50 °C	100 min	70 min	[16]
T _{crust} , °C	Няма данни	Няма данни	Няма данни	Няма данни	
m, g	Намаляване на масата с 33 g	Няма данни	Няма данни	-	
T _{crumb} , °C	Няма данни	Няма данни	139 min	Няма данни	[15]
T _{crust} , °C	Няма данни	Няма данни	Няма данни	Няма данни	
m, g	Намаляване на масата с 33,7 g	69 g	Няма данни	-	
T _{crumb} , °C	98-21 °C	35 °C	170 min	140 min	[14]
T _{crust} , °C	60-21 °C	60 °C	170 min	52 min	
m, g	Намаляване с 4 % от общата маса	52 g	170 min	-	

За проследяване и моделиране на

In order to track and model the

изменението на основни технологични параметри при охлаждане на хляб са разработени контактни и безконтактни методи.

Стойкова и колектив [18] разработват лазерна система за безконтактно измерване на параметри на хляб. Работата е продължена от Любенова и колектив [11], които използват метода за проследяване и моделиране на процеса на охлаждане а хляба.

Анализът на публикуваните резултати отнасящи се до проследяване процеса на охлаждане на хляб показва, че съществува необходимост от осъществяването на по-задълбочен анализ на известните методи и досега прилагани подходи, което да доведе до подобряване и улесняване на процеса с цел внедряване в автоматизирани системи за измерване и управление.

От направения анализ на литературните източници се установи, че основните технологични параметри, които се проследяват при охлаждане на хляб са:

- ✓ Температура на кората;
- ✓ Температура на средината;
- ✓ Изменение на масата на хляба;
- ✓ Съдържание на влага.

Предложените в литературата аналитични методи за определяне съдържанието на влага в хляба се базират на многостъпкови процедури, изискващи нарушаване целостта на продукта и отнемат значително време за обработка. В следствие на това тези методи са неприложими при автоматизиране на процеса по проследяване на охлаждането на хляб.

Необходимо е да се проведат допълнителни изследвания за анализ на процеса на охлаждане на хляб в наши условия, за продукт, приготвен по утвърдени Български стандарти [1,3,4,5], както и да се създаде инструментариум,

change of basic technological parameters in bread cooling, contact and non-contact methods have been developed.

Stoykova et al. [18] developed a laser system for non-contact measurement of bread parameters. The work is continued by Lyubenova and colleagues [11], which use the method for tracking and modeling the cooling process of the bread.

The analysis of published results on tracking the bread cooling process shows that there is a need for a more in-depth analysis of the known methods and hitherto applied approaches that will lead to the improvement and facilitation of the process for introduction into automated measurement systems and management.

From the analysis of the literary sources it has been found that the basic technological parameters that are monitored during cooling of bread are:

- ✓ Crust temperature;
- ✓ Temperature of the crumb;
- ✓ Change of bread mass;
- ✓ Moisture content.

The analytical methods proposed in the literature to determine the moisture content of the bread are based on multistage procedures requiring product integrity disturbance and considerable processing time. As a result, these methods are inapplicable in automating the process of bread cooling tracking.

Further research is needed to analyze the bread cooling process in our conditions for a product prepared according to established Bulgarian standards [1,3,4,5], and to create tools to allow rapid measurement of basic

който да позволи бързо измерване на основни технологични параметри при охлаждане на хляб.

3. Материал и методи

Хлябът е приготвен по технология, съобразно УС 02/2011 [1]. Съставът му е представен в таблица 2.

Таблица 2.

Състав на хляб

<u>Продукт</u> Product	<u>Количество, %</u> Quantity
Брашно тип 500 Flour type 500	100
Питейна вода Water	56
Дрожди хлебопекарни (мая за хляб) Yeast	2
Сол, готварска йодирана Salt	1,5

Хлябът е приготвен в битова хлебопекарна Gorenje BM 1200 BK (Gorenje Group), настроена на програма 1, 900 g, степен на изпичане „средно“, време на процеса 2 h и 58 min.

Приготвени са 5 хляба, с маса, 3 часа след изпичане $690 \text{ g} \pm 3\%$. Охлаждането на хляба е при околна температура $19\text{-}21^\circ\text{C}$ и относителна влажност на въздуха $49\text{-}51\% \text{RH}$.

За целите на настоящата работа е изградена опитна постановка, с която могат да бъдат измервани маса, температура и съпротивление по дву-електродна система (фигура 1).

technological parameters when cooling bread.

3. Material and methods

The bread is prepared according to the technology, described in an established standard 02/2011 [1]. Its composition is presented in Table 2.

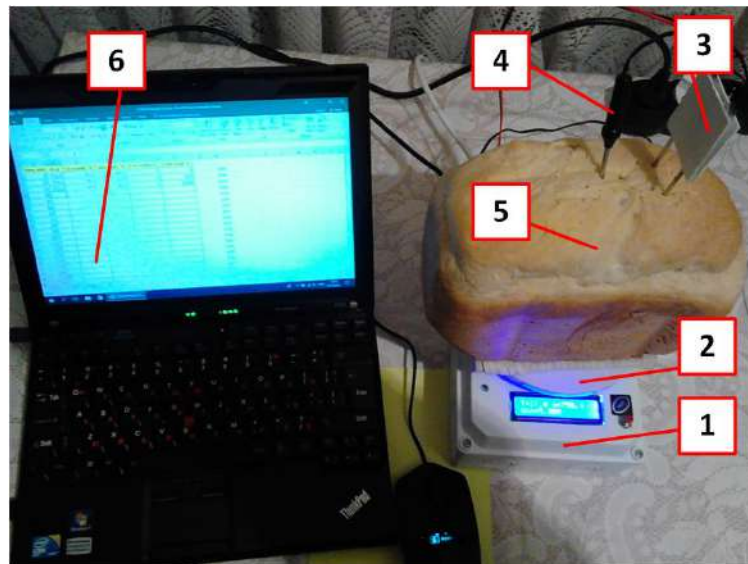
Table 2.

Bread content

The bread is prepared in a household bakery Gorenje BM 1200 BK (Gorenje Group), set at program 1, 900 g, baking "middle", process time 2 h and 58 min. 5 breads, with mass, 3 hours after baking $690 \text{ g} \pm 3\%$ were prepared.

The cooling of the bread is at an ambient temperature of $19\text{-}21^\circ\text{C}$ and a relative humidity of $49\text{-}51\% \text{RH}$.

For the purposes of the present work, an experimental setup has been developed to measure mass, temperature and electrical resistance in a two-electrode system (Figure 1).

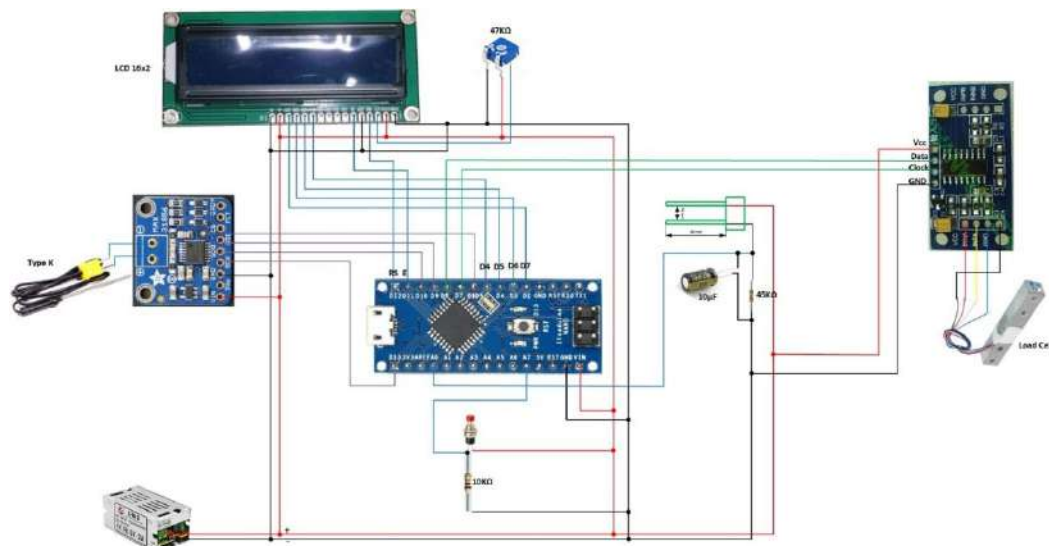


а) Общ вид

a) general view

1-измервателна система; 2-везна; 3-сензор за съпротивление; 4-сензор за температура; 5-измервана проба; 6-персонален компютър

1-measurement system; 2-scale; 3-electrical resistance sensor; 4-temperature sensor; 5-measured sample; 6-personal computer



б) Схема принципна

b) principle schematic

Фиг.1. Опитна постановка за измерване на основни технологични параметри при охлаждане на хляб

Fig. 1. Laboratory setup for measuring the main process parameters during the cooling of the bread

Опитната постановка е изградена с едноплатков микроконтролер, трансмитери за температура и тензорезистор, двуелектродна клетка. Данните от измерванията се визуализират на двуредов дисплей.

Едноплатков микрокомпютър. Използван е Arduino Nano – съвместим модул (Захранване Ком ООД) – Ардуино

The experimental set-up is built with a single-chip microcontroller, temperature transmitters and a load cell. Measurement data is displayed on a two-line display.

Single-board microcontroller. Arduino Nano - Compatible Module (Power Supply Com Ltd) - Arduino

базирана микроконтролерна платка за разработки и изграждане на прототипи, съвместима по функции с Arduino Nano. Изградена е с микроконтролер ATmega328P и USB-сериен порт конвертор CH340G. Работи с тактова честота 16MHz, поддържа UART, I²C и SPI интерфейси и има 20 I/O порта, от които до 8 аналогови входа и до 6 PWM изхода. Микроконтролерът е зареден с Arduino Nano буутлоудър и се програмира с Arduino IDE, през вградения USB-сериен порт конвертор. Захранва се с напрежение 5V от USB конектора или от външен захранващ източник DC 6V-12V, свързан на пин VIN. Работното напрежение на входно/изходните портове е 5V.

Дисплей. Дисплеят е LCD 16x2. Размери 80x36x11mm, двуредов, с по 16 знака на ред. Използва стандартен HD44780 базиран контролер, има син фон и бяла подсветка.

Трансмитер за тензорезистор. Използван е Модул двуканален 24-bit ADC HX711AD. Захранващо напрежение DC 2,6-5,5V. Модулът разполага с два независими диференциални входа с вграден нискошумящ усилвател с програмируемо усилване. Използван е тензорезистор за максимално натоварване 7 kg и резолюция 0,1g, със захранващо напрежение DC 3-10V.

Трансмитер за температура. Използван е универсален усилвател за термодвойка. Усилвател MAX31856 (Adafruit Industries, LLC) – универсален за термодвойка с два извода. Поддържани термодвойки с два извода тип: K, J, N, R, S, T, E, B. Захранване и работно напрежение на интерфейса DC 3V-5V. Интерфейс SPI, 4-проводен. Обхват от -210°C до +1800°C в зависимост от термодвойката. Точност в диапазон ± 2 ± 6 °C в зависимост от термодвойката.

based microcontroller board for development and prototyping, compatible with functions with Arduino Nano. It is built with the ATmega328P microcontroller and the CH340G USB-serial port converter. It operates at a clock rate of 16MHz, supports UART, I²C and SPI interfaces and has 20 I/O ports, up to 8 analogue inputs and up to 6 PWM outputs. The microcontroller is loaded with Arduino Nano bootloader and programmed with Arduino IDE through the built-in USB-serial port converter. It is powered by a voltage of 5V from the USB connector or an external power supply DC 6V-12V connected to the VIN pin. The operating voltage of the I/O ports is 5V.

Display. The display is LCD 16x2. Dimensions 80x36x11mm, two-line, 16 characters per line. It uses a standard HD44780 based controller, has a blue background and a white backlight.

Load cell transmitter. Two-channel 24-bit ADC HX711AD Module was used. Supply voltage DC 2.6-5.5V. The module has two independent differential inputs with a built-in low-noise amplifier with programmable gain. A 7-kg load-cell strain gauge is used and a 0.1g resolution with a DC 3-10V charging voltage.

Temperature transmitter. A versatile thermocouple amplifier is used. Amplifier MAX31856 (Adafruit Industries, LLC) - universal thermocouple with two terminals. Supported thermocouples with two terminals type: K, J, N, R, S, T, E, B. Supply and operating voltage of the DC 3V-5V interface. Interface SPI, 4-conductor. Range from -210°C to +1800°C depending on the thermocouple. Accuracy within ± 2 ± 6 °C depending on the thermocouple.

Резолюция: до 0,0078125°C. Използвана е термодвока тип К с два извода и обхват от -10 до +400°C, монтирана в защитен кожух с работна дължина 80mm.

Resolution: up to 0.0078125°C. A K-type thermocouple with two terminals and a range of -10 to + 400°C, mounted in a protective housing with a working length of 80mm, is used.

Измерване на съпротивление. За измерване съпротивлението на кората и средината на хляба е използвана дву-електродна схема, представена на фигура 2. Посочени са основните й размери и принципна схема за свързване към микроконтролер. С R_c е означено измереното съпротивление на хляба, то е свързано в схема делител със съпротивление 45 kΩ. Между входа на контролера и маса е свързан кондензатор с капацитет 10 μF.

Electrical resistance measurement. For measuring the resistance of the bread crust and crumb, a two-electrode scheme is used, shown in Figure 2. Its main dimensions and schematics are described for connection to a microcontroller. With R_c is the measured resistance of the bread, it is connected in a divider circuit with a resistance of 45 kΩ. A capacitor 10 μF is connected between the input of the controller and the table.

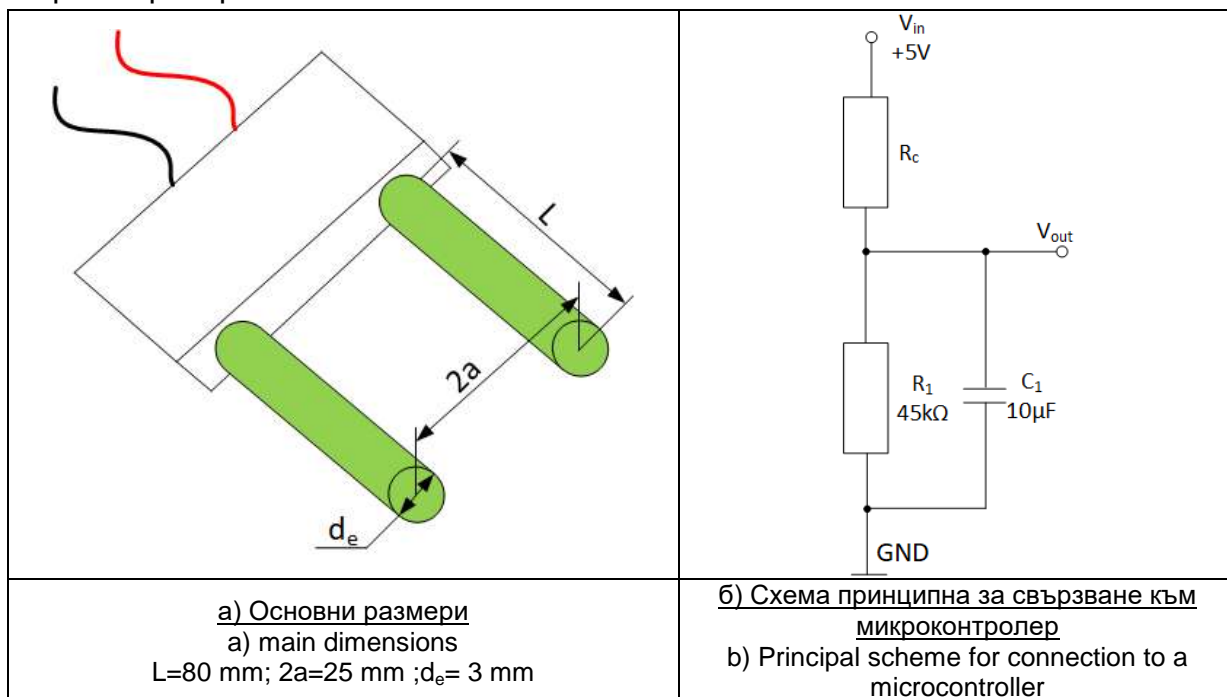
Измереното съпротивление на хляб може да се опише чрез:

The measured resistance of bread can be described by:

$$R_c = \frac{R_1 V_{in}}{V_{out}} - R_1 \tag{1}$$

където R_c е измереното съпротивление на хляба; $R_1=45\text{ k}\Omega$; V_{in} – захранващо напрежение DC 5V; V_{out} – напрежение, измерено на входа на микроконтролера.

where R_c is the measured resistance of the bread; $R_1 = 45\text{ k}\Omega$; V_{in} - supply voltage DC 5V; V_{out} - voltage measured at the input of the microcontroller.



Фиг.2. Измервателна клетка за съпротивление на хляб

Fig.2. Measurement cell for electrical resistance of bread

Аналоговият вход за измерване на съпротивление се прочита на два пъти с изчакване 10ms между измерванията с цел стабилизиране на показанието на системата. Същата процедура е приложена при измерване масата на хляба. Програмният код за реализиране на този алгоритъм е представен в приложение 1.

Модели описващи изменението на технологични параметри при охлаждане на хляб. За получаване на моделите е използван CurveFitting Toolbox в Matlab. Моделите са оценени с коефициент на определеност R^2 , сума от квадратите на грешките (SSE), корен от средно-квадратичната грешка (RMSE) [2,8,12,20].

Анализ на чувствителността на моделите. Анализът на чувствителността има за цел да определи доколко изходните величини на модела се влияят от умерени промени на входните величини на модела. Изследването на чувствителността може да осигури обща оценка за точността на модела, когато се използва за оценка на алтернативни модели, както и подробна информация за преодоляване на грешките при различни стойности на параметрите [10,12,19]. Използван е опростен детерминистичен подход, при който получените параметри на модела се задават с $\pm 10\%$ от техните стойности. Анализират се графики на модула на грешките при повишени и понижени стойности на параметрите на моделите. Ако изходните величини на модела се различават значително, тогава изходът е чувствителен към спецификацията на входните разпределения и следователно те трябва да бъдат прецизно определени.

Определяне на топлинни загуби при охлаждане на хляб. Хлябът е апроксимиран към паралелепипед с

The analog input for resistance measurement is read out twice with a wait of 10ms between measurements to stabilize the system display. The same procedure is applied when measuring the bread weight. The program code for implementing this algorithm is presented in Appendix 1.

Models describing the change of technological parameters when cooling bread. The CurveFitting Toolbox in Matlab was used to obtain the models. The models are rated with a coefficient of determination R^2 , a sum of squared errors (SSE), root mean, squared errors (RMSE) [2,8,12,20].

Models sensitivity analysis. The sensitivity analysis is designed to determine how far the output dimensions of the model are influenced by moderate changes to the input dimensions of the model. The sensitivity test can provide a general assessment of the accuracy of the model when used to evaluate alternative models as well as detailed information to overcome the errors at different parameter values [10,12,19]. A simplified deterministic approach was used in which the model parameters obtained were set by $\pm 10\%$ of their values. Charts of the error module are analyzed at elevated and decreased values of the model parameters. If the output variables of the model differ significantly, then the output is sensitive to the specification of the input distributions and therefore they must be precisely defined.

Determination of heat losses during cooling of bread. The bread is approximated to a parallelepiped

размери на страните $a \times b \times c$. В таблица 3 са нанесени основни параметри за определяне на топлинни загуби при охлаждане на хляб.

with dimensions of the $a \times b \times c$ sides. Table 3 gives basic parameters for determining heat loss when cooling bread.

Table 3.
Параметри за определяне топлинни загуби при охлаждане на хляб

Table 3.
Parameters for determining heat losses when cooling the bread

<u>Параметър</u> Parameter	<u>Формула</u> Formula	<u>Описание</u> Description
Топлинни загуби от конвекция Heat losses from convection q_{conv}, W	$q_{conv} = -hA_{loaf}(\theta_{loaf} - \theta_{amb})$	h - коефициент на конвекция convection coefficient, w/m^2K A_{loaf} - площ на хляба, loaf area, m^2 θ_{loaf} -начална температура на хляба, initial bread temperature, $^{\circ}C$ θ_{amb} - околна температура, ambient temperature, $^{\circ}C$
Топлинни загуби от излъчване Heat losses from radiation q_{rad}, W	$q_{rad} = -\epsilon_{loaf}\sigma A_{loaf}T_{loaf}^4$	ϵ_{loaf} - константа, constant σ - константа, constant T_{loaf} - начална температура на хляба, initial bread temperature, K
Общи топлинни загуби Total heat loss q_{total}, W	$q_{total} = q_{conv} + q_{rad}$	-
Средна температурна разлика Mean temperature difference $\Delta\theta, ^{\circ}C$	$c = \frac{\theta_w - \theta_{amb}}{\theta_{loaf} - \theta_{amb}}$ $\Delta\theta = \begin{cases} \frac{\theta_{loaf} + \theta_w}{2} - \theta_{amb}, & c \geq 0,7 \\ \ln \left[\frac{\theta_{loaf} - \theta_{amb}}{\theta_w - \theta_{amb}} \right], & c < 0,7 \end{cases}$	c - критерий за избор на разлика, Difference Selection Criterion θ_w - желана температура на средината на хляба, a desired temperature of the bread crumb, $^{\circ}C$

4. Резултати и дискусия

Наравен е анализ на изменението на температурите и електрическото съпротивление на хляб, произведен по утвърден в България стандарт. Тези параметри са измерени за средината и кората, както и промяната на масата на хляба при естествено охлаждане.

На фигура 4 са представени графики за изменението на температурите в средината и кората на хляба. Изменението на температурата в средината е в диапазона $93-19,5^{\circ}C$. Инфлексната точка на процеса е при $50^{\circ}C$. Времето за установяване на процеса е 170 min . Времето за достигане на $30^{\circ}C$ в средината е 90 min .

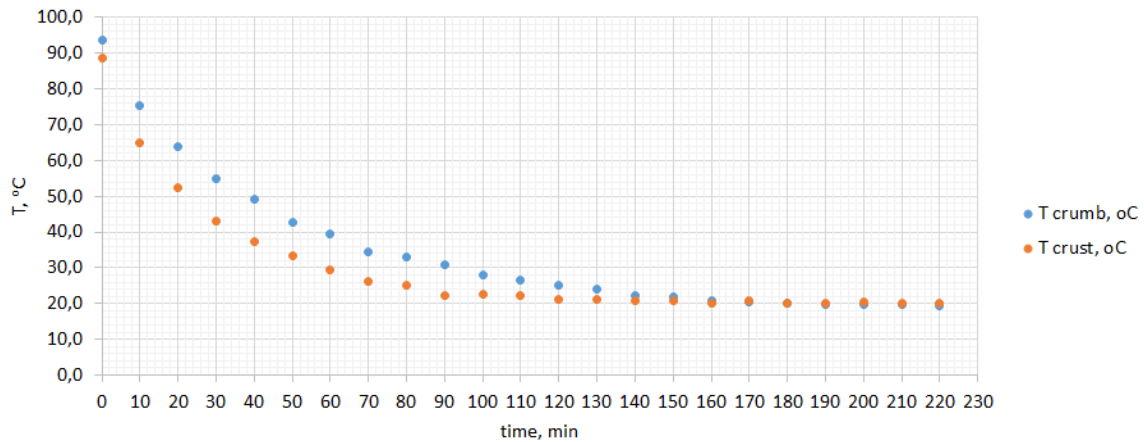
4. Results and discussion

An analysis of the temperature variation and the electrical resistance of bread produced according to a validated in Bulgarian standard is obtained. These parameters are measured for the crumb, crust, as well as the change in the bread mass in natural cooling.

Figure 4 shows graphs for temperature variations in the bread crumb and crust. The temperature change in the crumb is in the range $93-19,5^{\circ}C$. The process's inflection point is at $50^{\circ}C$. The process setting time is 170 min . The time to reach $30^{\circ}C$ in the

Температурата на кората се изменя в диапазона 87-19,5°C. Инфлексната точка е при 45°C. Времето за установяване е 90 min.

crumb is 90 minutes. The temperature of the crust varies within the range 87-19,5°C. The inflection point is at 45°C. The setting time is 90 min.



Фиг.4. Изменение на температури на средина и кора

Fig.4. Crumb and crust temperatures changes

В таблица 4 са представени резултати за четири анализирани модели, описващи изменението на температурата в средината на хляба. С достатъчна точност опитните данни описва рационалния модел.

Table 4 presents results for four analyzed models describing the change in temperature in the bread medium. With sufficient accuracy, the experimental data describes the rational model.

Таблица 4.

Table 4.

Модели, описващи изменението на температурата в средината във времето

Models describing crumb temperature change over time

Основен модел General model	Коефициенти (с 95% доверителен интервал) Coefficients (with 95% confidence bounds)	Точност на описанието Goodness of fit
<p>Експоненциален Exponential</p> $f(x) = a \cdot \exp(b \cdot x) + c \cdot \exp(d \cdot x)$ <p>където x е нормирано чрез средна стойност 110 и стандартно отклонение 67.82 where x is normalized by mean 110 and standard deviation 67.82</p>	<p>a = 3 (1.73, 4.269) b = -1.87 (-2.089, -1.651) c = 23.52 (21.79, 25.25) d = -0.1548 (-0.2181, -0.09148)</p>	<p>SSE: 12.62 R-square: 0.9986 RMSE: 0.8149</p>
<p>Полиномен Polynomial</p> $f(x) = p1 \cdot x^3 + p2 \cdot x^2 + p3 \cdot x + p4$	<p>p1 = -1.615e-05 (-2.022e-05, -1.208e-05) p2 = 0.007637 (0.006272, 0.009001) p3 = -1.221 (-1.349, -1.094) p4 = 88.27 (85.11, 91.44)</p>	<p>SSE: 85.19 R-square: 0.9904 RMSE: 2.117</p>
<p>Сума от синуси Sum of sine</p> $f(x) = a1 \cdot \sin(b1 \cdot x + c1) + a2 \cdot \sin(b2 \cdot x + c2)$	<p>a1 = 408.5 (-1.733e+05, 1.741e+05) b1 = 0.002437 (-1.535, 1.54) c1 = 2.698 (-270.6, 276) a2 = 94.09 (-2.59e+04, 2.609e+04) b2 = 0.01005 (-0.6077, 0.6278) c2 = 4.676 (-74.97, 84.32)</p>	<p>SSE: 202.2 R-square: 0.9772 RMSE: 3.449</p>
<p>Рационален Rational</p> $f(x) = (p1 \cdot x^2 + p2 \cdot x + p3) / (x^2 + q1 \cdot x + q2)$	<p>p1 = 868.4 (-1.123e+05, 1.141e+05) p2 = -1.316e+05 (-1.778e+07, 1.752e+07) p3 = 8.372e+07 (-1.095e+10, 1.111e+10) q1 = 1.9e+04 (-2.482e+06, 2.52e+06) q2 = 8.953e+05 (-1.171e+08, 1.189e+08)</p>	<p>SSE: 4.585 R-square: 0.9995 RMSE: 0.5047</p>

В таблица 5 са представени резултати за четири анализирани модели, описващи изменението на температурата на кората на хляба. С достатъчна точност опитните данни описва рационалния модел.

Table 5 presents results for four analyzed models describing the change in bread crust temperature. With sufficient accuracy, the experimental data describes the rational model.

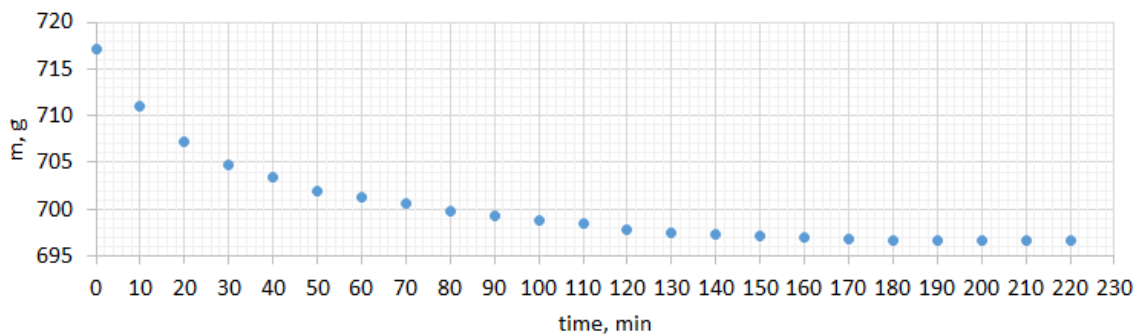
Таблица 5. Модели, описващи изменението на температурата на кората във времето

Table 5. Models describing crust temperature change over time

<u>Основен модел</u> General model	<u>Коефициенти (с 95% доверителен интервал)</u> Coefficients (with 95% confidence bounds)	<u>Точност на описанието</u> Goodness of fit
<p><u>Експоненциален</u> Exponential</p> <p>$f(x) = a \cdot \exp(b \cdot x) + c \cdot \exp(d \cdot x)$</p> <p>където x е нормирано чрез средна стойност 110 и стандартно отклонение 67.82 where x is normalized by mean 110 and standard deviation 67.82</p>	<p>a = 1.058 (0.6862, 1.429) b = -2.537 (-2.741, -2.334) c = 21.08 (20.21, 21.96) d = -0.03963 (-0.08308, 0.003823)</p>	<p>SSE: 12.77 R-square: 0.9981 RMSE: 0.8197</p>
<p><u>Гаусов</u> Gaussian</p> <p>$f(x) = a1 \cdot \exp(-((x-b1)/c1)^2) + a2 \cdot \exp(-((x-b2)/c2)^2)$</p>	<p>a1 = 5.166e+19 (-9.284e+22, 9.295e+22) b1 = -2208 (-9.91e+04, 9.468e+04) c1 = 343.9 (-7247, 7935) a2 = 3.539e+05 (-1.458e+10, 1.458e+10) b2 = -3.016e+04 (-1.279e+08, 1.279e+08) c2 = 9709 (-2.045e+07, 2.047e+07)</p>	<p>SSE: 13.29 R-square: 0.998 RMSE: 0.8843</p>
<p><u>Полиномен</u> Polynomial</p> <p>$f(x) = p1 \cdot x^3 + p2 \cdot x^2 + p3 \cdot x + p4$</p>	<p>p1 = -2.264e-05 (-2.853e-05, -1.675e-05) p2 = 0.009867 (0.007894, 0.01184) p3 = -1.363 (-1.547, -1.179) p4 = 80.24 (75.66, 84.82)</p>	<p>SSE: 178.1 R-square: 0.9729 RMSE: 3.061</p>
<p><u>Рационален</u> Rational</p> <p>$f(x) = (p1 \cdot x^2 + p2 \cdot x + p3) / (x + q1)$</p>	<p>p1 = 0.07121 (0.0573, 0.08512) p2 = -4.058 (-7.344, -0.7716) p3 = 2635 (2412, 2857) q1 = 29.8 (27.1, 32.51)</p>	<p>SSE: 6.097 R-square: 0.9991 RMSE: 0.5665</p>

Анализирано е изменението на масата на хляба при охлаждане. Тя се изменя в диапазона 718-697g, което показва намаляване с 3% от началната маса. Времето за установяване на процеса е 170 min. Инфлексната точка е при 705g (фигура 5).

The change of bread mass on cooling is analyzed. It varies in the range 718-697g, indicating a decrease of 3% of the starting mass. The process setting time is 170 min. The inflection point is at 705g (Figure 5).



Фиг. 5. Изменение на маса

Fig. 5. Mass changes

В таблица 6 са представени резултати

Table 6 presents results for four

за четири анализирани модели, описващи изменението на масата на хляба. С достатъчна точност опитните данни описва втория рационален модел.

analyzed models describing the change in bread mass. With sufficient accuracy, the experimental data describes the second rational model.

Таблица 6.
Модели, описващи изменението на масата във времето

Table 6.
Models describing mass change over time

<u>Основен модел</u> General model	<u>Коефициенти (с 95% доверителен интервал)</u> Coefficients (with 95% confidence bounds)	<u>Точност на описанието</u> Goodness of fit
Рационален Rational $f(x) = (p1*x^2 + p2*x + p3) / (x + q1)$	p1=0.001614 (-0.002841, 0.006068) p2 = 693.2 (692.1, 694.3) p3 = 2.086e+04 (1.846e+04, 2.326e+04) q1 = 29.09 (25.73, 32.44)	SSE: 0.6459 R-square: 0.9989 RMSE: 0.1844
Рационален Rational $f(x) = (p1*x^2 + p2*x + p3) / (x^2 + q1*x + q2)$	p1 = 693.6 (693.3, 693.8) p2 = 7945 (-9777, 2.567e+04) p3 = -3.597e+05 (-8.612e+05, 1.418e+05) q1 = 10.5 (-15.05, 36.04) q2 = -501.6 (-1201, 197.6)	SSE: 0.6546 R-square: 0.9989 RMSE: 0.1907
Експоненциален Exponential $f(x) = a*exp(b*x) + c*exp(d*x)$ <u>където x е нормирано чрез средна стойност 110 и стандартно отклонение 67.82</u> where x is normalized by mean 110 and standard deviation 67.82	a = 0.2545 (0.108, 0.401) b = -2.57 (-2.907, -2.234) c = 698.2 (697.8, 698.5) d = -0.001887 (-0.002428, -0.001347)	SSE: 2.362 R-square: 0.9961 RMSE: 0.3526
Полиномен Polynomial $f(x) = p1*x^3 + p2*x^2 + p3*x + p4$	p1 = -5.095e-06 (-6.876e-06, -3.313e-06) p2 = 0.002303 (0.001706, 0.0029) p3 = -0.3463 (-0.4021, -0.2906) p4 = 714.7 (713.3, 716.1)	SSE: 16.3 R-square: 0.9733 RMSE: 0.9263

Направено е моделиране на данните за изменение на съпротивлението на кората. Върху данните за средината не са направени изследвания.

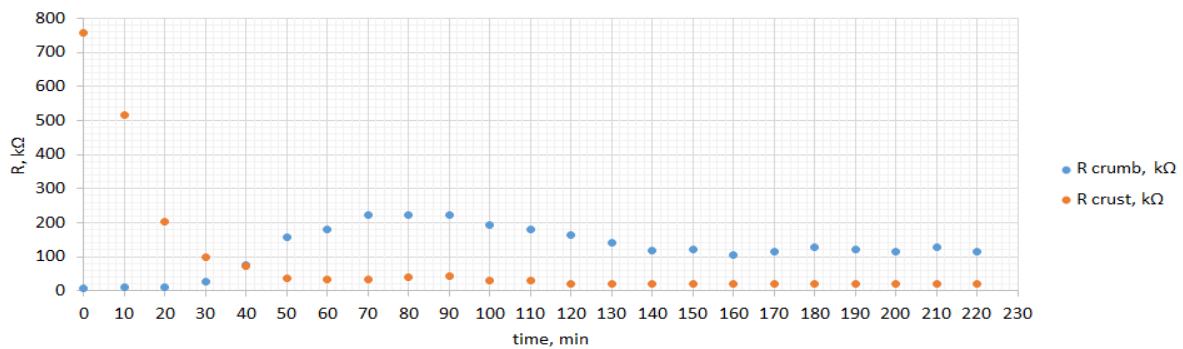
It has been modeling data to amend the resistance of the crust. No studies have been made on the data on the crumb.

На фигура 6 са представени опитните данни, получени при измерване на съпротивлението в средината и кората на хляба.

Figure 6 shows the experimental data obtained by measuring the resistance in the bread crumb and crust.

Получените резултати за изменението на съпротивлението в средината и кората на хляба, което може да бъде използвано като косвен показател за изменението на влагата на хляба при охлаждане, потвърждават посочените в [17]. Съдържанието на вода в кората достига 12%, а в средината 33%. Наблюдава се нарастване на съдържание на вода в кората и намаляване в средината.

The results obtained for the variation of the resistance in the bread crumb and crust, which can be used as an indirect indicator of the change in bread moisture upon cooling, confirm those shown in [17]. The moisture content in the bark reaches 12% and the average 33%. There is an increase in the moisture content of the crust and a decrease in the crumb.



Фиг. 6. Изменение на съпротивления на кора и средина

Fig. 6. Crumb and crust electrical resistance changes

Методът за измерване на влага, който използват авторите е изсушаване на част от пробата за 24 часа и тегловно определяне на влагосъдържанието. Методът е разрушителен и изисква множество проби за проследяване на този процес.

The moisture measurement method used by the authors is to dry part of the sample for 24 hours and to determine the moisture content by weight. The method is destructive and requires multiple samples to track this process. A similar dependence is also experienced when changing the electrical resistance in these areas of bread when cooling. This measurement does not require additional samples for analysis and all measurements (temperature and weight) can be made for each bread individually.

Подобна зависимост се получава и при изменение на съпротивлението в тези области на хляба при изстиване. При това измерване не са необходими допълнителни проби за анализ и всички измервания (за температура и тегло) могат да бъдат правени за всеки хляб поотделно.

Table 7 presents results for four analyzed models describing the change in electrical resistance in the bread crumb. With sufficient accuracy, the experimental data describes the rational model.

В таблица 7 са представени резултати за четири анализирани модели, описващи изменението на съпротивлението в средината на хляба. С достатъчна точност опитните данни описва рационалния модел.

Таблица 7.

Table 7.

Модели, описващи изменението на съпротивлението на кората във времето

Models describing crust electrical resistance change over time

<u>Основен модел</u> General model	<u>Коефициенти (с 95% доверителен интервал)</u> Coefficients (with 95% confidence bounds)	<u>Точност на описанието</u> Goodness of fit
<u>Експоненциален</u> Exponential $f(x) = a \cdot \exp(b \cdot x) + c \cdot \exp(d \cdot x)$ <u>където x е нормирано чрез средна стойност 110 и стандартно отклонение 67.82</u> where x is normalized by mean 110 and standard deviation 67.82	a = 0.8665 (-0.1252, 1.858) b = -4.185 (-4.887, -3.482) c = 19.51 (3.515, 35.5) d = 0.09472 (-0.8091, 0.9986)	SSE: 1.175e+04 R-square: 0.9835 RMSE: 24.87
<u>Полиномен</u> Polynomial $f(x) = p1 \cdot x^3 + p2 \cdot x^2 + p3 \cdot x + p4$	p1 = -0.0003442 (-0.0004776, -0.0002108) p2 = 0.1389 (0.0942, 0.1836) p3 = -16.93 (-21.11, -12.76) p4 = 620.8 (517, 724.5)	SSE: 9.142e+04 R-square: 0.872 RMSE: 69.37

<p><u>Рационален</u> Rational $f(x) = (p1*x^2 + p2*x + p3) / (x^2 + q1*x + q2)$</p>	<p>p1 = 18.86 (11.07, 26.65) p2 = -87.24 (-1168, 993.4) p3 = 7.268e+04 (4.416e+04, 1.012e+05) q1 = -5.271 (-6.032, -4.51) q2 = 95.89 (58.28, 133.5)</p>	<p>SSE: 593.7 R-square: 0.9992 RMSE: 5.743</p>
<p><u>Сума от синуси</u> Sum of sine $f(x) = a1*sin(b1*x+c1) + a2*sin(b2*x+c2)$</p>	<p>a1 = 1.089e+04 (-1.401e+08, 1.401e+08) b1 = 0.00183 (-28.9, 28.9) c1 = 2.889 (-3982, 3988) a2 = 2344 (-8.168e+06, 8.173e+06) b2 = 0.008905 (-6.218, 6.236) c2 = 5.065 (-831.5, 841.6)</p>	<p>SSE: 1.216e+05 R-square: 0.8298 RMSE: 84.56</p>

Оценена е чувствителността на получените модели. Резултатите от тази оценка са представени в таблица 8.

За да се оцени в каква степен рационалният модел описва с достатъчна точност процеса на изменение на технологичните параметри са използвани резултатите за тези процеси и методика за критерий на Стюдънт, който при разполагаемите данни има степени на свобода $df=n-1$, където n е броя на опитните данни. Използвани са данни, които не са прилагани при търсене на подходящ модел, който да опише опитните данни.

Изчислената стойност на критерия на Стюдънт е $t_{calculated}$, критичната стойност при степени на свобода $df=44$ е $t_{critical}$. Тъй като изчислената стойност на критерия е по-малка от критичната, то рационалният модел е адекватен и може да бъде използван за проследяване на изменението на технологични параметри при охлаждане на хляб.

The sensitivity of the models obtained is evaluated. The results of this assessment are presented in Table 8. In order to assess the extent to which the rational model describes with sufficient accuracy the process of changing the technological parameters, the results for these processes and the Student criterion method are used, which at the available data have degrees of freedom $df=n-1$, where n is the number of the experimental data. Data was used that was not applied when searching for a suitable model to describe experimental data.

The calculated value of the Student criterion is $t_{calculated}$, the critical value at degrees of freedom $df = 44$ is $t_{critical}$. Because the calculated value of the criterion is less than critical, then the rational model is adequate and can be used to track the change in bread process technology parameters.

Таблица 8.

Резултати за оценка чувствителността на получените модели

Table 8.

Results for the sensitivity of the models obtained

<u>Показател</u> Parameter	<u>Модел</u> Model	e max	df	$t_{calculated}$	$t_{critical}$
m	$f(x) = (p1*x^2 + p2*x + p3) / (x^2 + q1*x + q2)$	25%	4/4	0,002	1,68
Tcrumb	$f(x) = (p1*x^2 + p2*x + p3) / (x^2 + q1*x + q2)$	4%	4/4	0,014	1,68
Tcrust	$f(x) = (p1*x^2 + p2*x + p3) / (x + q1)$	14%	4/4	0,01	1,68
Rcrust	$f(x) = (p1*x^2 + p2*x + p3) / (x^2 + q1*x + q2)$	20%	4/4	0	1,68

При определяне на топлинните загуби на хляба, той е апроксимиран до паралелепипед със страни 0,22x0,12x0,10 m. Коефициентът на конвекция $h=10 \text{ w/m}^2\text{K}$. Площта на хляба $A_{\text{loaf}}=0,122 \text{ m}^2$. Константите са $\sigma=0,121$ $\epsilon_{\text{loaf}}=0,76$. Началната температура в средината на хляба е $T_{\text{loaf}}=393\text{K}$ (120°C). Околната температура е $\theta_{\text{amb}}=20^\circ\text{C}$. Желаната температура в средината на хляба е $\theta_w=30^\circ\text{C}$. Критерият за избор на разлика $c=0,1$ и и изчисленията са за случая $c<0,7$. В таблица 9 са нанесени резултатите от направените изчисления.

Определени са загубите на маса. Тя намалява с 20,55 g или с 3% спрямо началната.

Таблица 9.

Резултати от определяне на топлинни загуби при охлаждане на хляб

<u>Загуби от конвекция</u> Convective heat loss	<u>Загуби от излъчване</u> Heat loss by radiation	<u>Общи загуби</u> Total heat loss	<u>Температурна разлика</u> Temperature difference
$q_{\text{conv}}, \text{ W}$	$q_{\text{rad}}, \text{ W}$	$q_{\text{total}}, \text{ W}$	$\Delta\theta, ^\circ\text{C}$
-121,79	-127,18	-248,97	39,09

Получените резултати за изменение на температурата в средината на хляба съответстват на тези, докладвани в [14]. Времето за достигане на околна температура е 170 min. В сравнение със същия автор времето за достигане на 30°C в средината на хляба е по-малко - получено 90 min, а докладвано от автора 140 min.

Изменението на съпротивлението в средината и на кората на хляба съответстват на посоченото изменение на съдържанието на влага от [17]. Необходими са следващи изследвания за определяне на връзка между тези два показателя с цел създаване на експресен метод за измерване съдържанието на влага при охлаждане на хляб.

Изменението на масата на хляба е 3%. Този резултат е близък до докладваните от [14] и [17], където се

When determining the heat losses of bread, it is approximated to parallelepiped with sides of 0,22x0,12x0,10 m. Convection coefficient $h = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$. Bread area $A_{\text{loaf}} = 0,122 \text{ m}^2$. The constants are $\sigma=0,121$ $\epsilon_{\text{loaf}}=0,76$. The initial temperature in the bread crumb is $T_{\text{loaf}}=393\text{K}$ (120°C). The ambient temperature $\theta_{\text{amb}}=20^\circ\text{C}$. The wanted temperature in bread crumb is $\theta_w=30^\circ\text{C}$. The criterion for selecting a difference of $c=0,1$ and the calculations are for the case of $c<0,7$.

Table 9 lists the results of the calculations made. Mass losses are determined. It decreases by 20,55 g or by 3% relative to the initial one.

Table 9.

Results of determining heat losses when cooling bread

The results of the change in temperature in the bread crumb correspond to those reported in [14]. The time to reach ambient temperature is 170 minutes. Compared to the same author, the time to reach 30°C in the bread medium is less – 90 min received, and reported by the author 140 min.

The change of electrical resistance in the bread crumb and crust corresponds to the mentioned variation in the moisture content of [17].

Further research is needed to establish a link between these two parameters in order to create an express method for measuring the moisture content of bread cooling.

The change in bread mass is 3%. This result is close to that reported by [14] and [17], where it states that this

посочва, че това изменение при естествено охлаждане е в рамките на 2-4% от началната.

5. Заключение

Предложената експериментална постановка за проследяване на процеса на охлаждане на хляб може да бъде използвана за снемане на кинетични криви за този процес.

Изследвани и анализирани са модели, описващи с достатъчна точност изменението на технологични параметри при охлаждане на хляб, приготвен по технология съгласно утвърден в България стандарт.

Направеният анализ на коефициент на определеност и грешките SSE и RMSE показват, че опитните данни се описват с достатъчна точност с рационален модел. За тези модел е получена обобщена крива на изменение на технологични параметри на хляб при естествено охлаждане.

Получените резултати допълват с данни за хляб, приготвен по Българска технология известните от достъпни литературни източници за обективна оценка на процеса охлаждане на хляб.

Ефективността на получените модели е доказана чрез проверка за тяхната адекватност при изменение на коефициентите им в диапазона $\pm 10\%$. Това определя възможността те да се използват за анализиране на процеса на охлаждане на хляб.

Определените технологични показатели съответстват с тези, докладвани в достъпната литература. При естественото охлаждане на хляб, произведен по Български утвърден стандарт се наблюдават ниски стойности на температурните загуби и не-голяма загуба на маса – до 3%.

Разработването на ясна процедура и

change in natural cooling is within 2-4% of the initial.

5. Conclusion

The proposed experimental setup for tracking the bread cooling process can be used to capture kinetic curves for this process.

Models studied, which describe with sufficient precision the change of technological parameters in bread cooling prepared according to technology according to a standard approved in Bulgaria, have been investigated and analyzed.

The analysis of coefficient of determination, SSE and RMSE determines that the experimental data is described with sufficient accuracy with a rational model. For these models, a summary curve of variation in bread process parameters was obtained under natural cooling.

The results obtained are supplemented with data on bread, prepared by Bulgarian technology, known from accessible literature sources for objective assessment of the bread cooling process.

The efficiency of the obtained models is proven by checking their adequacy by changing their coefficients in the range $\pm 10\%$. This determines the possibility that they can be used to analyze the process of cooling the bread.

The specified technological indicators correspond to those reported in the available literature. In the natural cooling of bread produced according to a Bulgarian approved standard, low values of temperature losses and a mass loss of 3% are observed.

The development of a clear

техническо средство за измерване ще направи възможно приложението в производствената практика на предложения не-сложен, метод за характеризирание изменението на основни технологични параметри при охлаждане на хляб.

Приложение 1. Програма в Arduino IDE на система за проследяване охлаждането на хляб

procedure and a technical measuring instrument will make it possible to apply in the production practice the proposed non-complex method for characterizing the change of basic technological parameters in the cooling of bread.

Appendix 1. Program in the Arduino IDE of a Bread cooling measurement system

```
#include "HX711.h"
#define DOUT 8
#define CLK 7
HX711 scale(DOUT, CLK);
#include <Adafruit_MAX31856.h>
// Use software SPI: CS, DI, DO, CLK
//CS-D6 DI-D9 DO-D10 CLK-D13
Adafruit_MAX31856 max =
Adafruit_MAX31856(6,9,10,13);
#include <LiquidCrystal.h>
const int rs = 12, en = 11, d4 = 5, d5 = 4, d6 = 3, d7
= 2;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);
int tar;
void setup() {
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.clear();
  scale.set_scale();
  scale.tare(); //Reset the scale to 0
  long zero_factor = scale.read_average(); //Get a
  baseline reading
  //Serial.print("Zero factor: "); //This can be used to
  remove the need to tare the scale. Useful in
  permanent scale projects.
  //Serial.println(zero_factor);
  pinMode(tar, INPUT);
  max.begin();
  max.setThermocoupleType(MAX31856_TCTYPE_
  K);
  Serial.begin(9600);}
void loop() {
  //scale
  scale.set_scale(146135); //Adjust to this calibration
  factor
  float m=scale.get_units()*0.453592*1000;
  int numsamples1=10;
  float samples1[numsamples1];
  float average1 = 0.00;
  for (int i=0; i< numsamples1; i++) {
    samples1[i] = m;delay (10);samples1[i] = m;}
  for (int i=0; i< numsamples1; i++) {
    average1 += samples1[i];}
  float m1 = average1/numsamples1;
  //Thermocouple Type K
  float tcj= max.readCJTemperature();
  float ttk= max.readThermocoupleTemperature();
```

```
//resistance 1
float rs1=45000.0;//pulldown resistor
float r1=analogRead(A0);
int numsamples2=10;
float samples2[numsamples2];
float average = 0.00;
for (int i=0; i< numsamples2; i++) {
  samples2[i] = r1;delay (10); samples2[i] = r1;}
  for (int i=0; i< numsamples2; i++) {
    average += samples2[i];}
  r1 = average/numsamples2;
float rt1=rs1*((1023/r1)-1);
//float rt1=r1*(5.0/1023.0);
//scale tare
tar=analogRead(A7);
int ta=tar;
if(Serial.available())
{char temp = Serial.read();
if(temp == 't' || ta == 1023) scale.tare(); m1=0.0;}
if(ta == 1023) scale.tare(),m1=0.0;
Serial.print(m1, 1);
Serial.print("\t");
Serial.print(ttk, 1);
Serial.print("\t");
Serial.print(rt1/1000, 3);
Serial.print("\t");
Serial.print(ta);
Serial.print("\t");
Serial.println();
// Turn on the display:
  lcd.display();
  // Print a message to the LCD.
  lcd.setCursor(0,0); // Sets the cursor to col 0 and
  row 0
  lcd.print("T="); // Prints Sensor Val: to LCD
  lcd.print(ttk, 1); // Prints value on Potpin1 to LCD
  lcd.print(" ");
  lcd.print("m=");
  lcd.print(m1, 1);
  lcd.setCursor(0, 1); // Sets the cursor to col 1 and
  row 0
  lcd.print("R="); // Prints Sensor Val: to LCD
  lcd.print(rt1/1000, 3); // Prints value on Potpin1 to
  LCD
  lcd.setCursor(9, 1);
  if(ta == 1023) lcd.clear(),m1=0.0;//scale tare
  delay(600);}
```

6. Литература**6. References**

- [1] Approved standard "Bulgaria", "White bread", No 02/2011. (in Bulgarian)
- [2] Baycheva, S. (2016). Application of devices of measurement of color in analysis of food products. *Innovation and entrepreneurship – Applied scientific journal*, Vol.4, No.4, ISSN 1314-9253, pp.43-59
- [3] BNS 3264: 1991 / Amendment 1: 1992, White bread type "Stara Zagora" (discontinued).
- [4] BNS 3264: 1991 / Amendment 2:1997, White bread type "Stara Zagora" (discontinued).
- [5] BNS 3264: 1991, White bread type "Stara Zagora" (discontinued).
- [6] Danin, V., A. Pastukhov. (2009). Mechanism of natural drying of bakery products. Struggle against mass loss of product, *Scientific journal of NIU ITMO. A series of "Processes and Apparatuses of Food Production"*, pp.1-8. (in Russian)
- [7] Georgieva, A., I. Dimov. (2013). Qualitative indicators of wheat bread enriched with buckwheat flour, *Food processing industry magazine*, vol. 3, ISSN 1311-0179, pp.44-49.
- [8] Zhelyazkova, M., I. Taneva. (2016). Statistical modeling of the process syneresis of the production of yogurt with water extract of *Rosa canina*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, vol. 5, iss. 2, part C, ISSN 2278-4136, pp.204-206.
- [9] Nakov, G., N. Ivanova, S. Damyanova, V. Stamatovska, L. Necinova. (2017). Public opinion surveys of consumers for manner of labeling the food product in the Republic of Macedonia. *Ukrainian Food Journal*, vol. 6, No.1, ISSN 2313-5891, pp.154-164.
- [10] Ivanova, D., N. Valov, V. Stoyanov, I. Valova. (2011). Modeling the kinetic curves of apricot drying, *Proceedings of the University of Rouse*, vol. 52, ser.3.1, pp.170-174. (in Bulgarian)
- [11] Lyubenova, T., E. Stoykova, E. Nacheva, B. Ivanov, I. Panchev, V. Sainov. (2013). Monitoring of bread cooling by statistical analysis of laser speckle patterns, *Proceedings Volume 8770, 17th International School on Quantum Electronics: Laser Physics and Applications*, 87700S.
- [12] Mladenov, M., S. Penchev, M. Deyanov. (2015). Complex assessment of food products quality using analysis of visual images, spectrophotometric and hyperspectral characteristics. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, ISSN: 2277-3754, Vol. 4, Iss.12, pp.23-32.
- [13] Monteau, J-Y. (2008). Estimation of thermal conductivity of sandwich bread using an inverse method, *Journal of Food Engineering*, vol. 85, pp.132-140.
- [14] Pastukhov, A. (2015). Automatic control and maintaining of cooling process of bakery products, *Agronomy Research*, vol. 13, No. 4, pp.1031-1039.
- [15] Pastukhov, A., G. Tucker, K. Niranjana. (2011). Model development for fresh baked bread natural and forced cooling, 11th International congress on engineering and food may 22-26, 2011 Athens – Greece.
- [16] Pastukhov, A., V. Danin. (2011). Model development for fresh baked bread natural and forced cooling, *FOODBALT 2011*, pp.209-214.

-
- [17] Primo-Martín, C., H. de Beukelaer, R. Hamer, T. van Vliet. (2008). Fracture behaviour of bread crust: Effect of bread cooling conditions, Journal of Food Engineering, vol. 89, pp.285-290.
- [18] Stoykova, E., B. Ivanov, M. Shopova, T. Lyubenova, I. Panchev, V. Sainov. (2011). Dynamic laser speckle for non-destructive quality evaluation of bread, Proceedings of SPIE, Vol. 7747, pp.77470L-1-77470L-8.
- [19] Tasev, G., K. Krastev. (2011). Exploration of mathematical model for optimization of frequency of diagnosis of the elements of machines. Proceedings of The 11th International Conference, Reliability and statistics in transportation and communication, Latvia, ISBN 978-9984-818-34-4, pp.115-119.
- [20] Vasilev, M., I. Taneva, M. Velikova, R. Mihova. (2016). Interpreting sensory data of cheese "Krema" by Principal component analysis. ARTTE Vol. 4, No. 2, ISSN 1314-8796, pp.139-144.

Контакти

гл. ас. д-р инж. Златин Златев
Тракийски университет
факултет „Техника и технологии“ – Ямбол
е-mail: zlatin.zlatev@trakia-uni.bg

Contacts:

Assist. prof. Zlatin Zlatev, PhD, Eng.
Trakia University
Faculty of Technics and technologies
38 Graf Ignatiev str., 8602
Yambol, Bulgaria
е-mail: zlatin.zlatev@trakia-uni.bg



ИЗСЛЕДВАНЕ НА АЛГОРИТЪМ ЗА БРОЕНЕ НА КОЛОНИИ ОТ БАКТЕРИИ

Татяна Динева, Геновева Милушева

Резюме: В статията е направен анализ на алгоритъм за изброяване на колонии от бактерии по цифрови изображения. Анализирано е влиянието на прага на бинаризация T върху разпознаването и изброяването на колонии от бактерии. От направените изследвания се установи, че подходящи за отделяне на колониите от фона са цветовите компоненти B (RGB), S (HSV), b (Lab) и Y (CMYK), защото при използването им се получава грешка от класификация по-малка от 5%.

Ключови думи: Колонии от бактерии, Обработка на изображения, Кръгова Хаф трансформация

1. Увод

Много от съвременните промишлени производства са невъзможни без жизнената дейност на микроорганизмите. Хлебни и млечни продукти, спиртни напитки, антибиотици и други важни за живота продукти стават при непосредственото участие на определени полезни микроорганизми, които представлява търговски интерес за производството, се образуват от клетки [6,9,10]. Микроорганизмите могат да растат в широк диапазон от физични и химични показатели на средата, в която се намират. Техният растеж и другите прояви на физиологичната им активност по същество представляват реакция на физикохимичните условия на тази среда, която обитават.

Изброяването на колонии от бактерии с броячна камера зависи в значителна степен

INVESTIGATION OF A BACTERIA COLONIES COUNTING ALGORITHM

Tatyana Dineva, Genoveva
Milusheva

Abstract: In the paper, an algorithm analysis was performed to enumerate colonies of bacteria in digital images. The effect of the Binary threshold T on the recognition and enumeration of bacterial colonies was analyzed. From the research it was found that the color components B (RGB), S (HSV), b (Lab) and Y (CMYK) are suitable for separating the columns from the background, because in their use a classification error is less than 5%.

Keywords: Bacteria colony, Image processing, Circular Hough Transform

1. Introduction

Many modern industrial processes are impossible without the viability of microorganisms. Bakery and dairy products, spirits, antibiotics and other products of vital importance are made by the direct involvement of certain useful microorganisms of commercial interest in production, formed by cells [6,9,10].

Micro-organisms can grow within a wide range of physical and chemical indicators of the environment in which they are located. Their growth and other manifestations of their physiological activity are essentially a reaction to the physicochemical conditions of this environment they inhabit.

от квалификацията и опита на оператора.

В съвременните лаборатории за микробиологичен анализ използването на автоматизирани системи е необходимост. Приложението на автоматизирани системи, използващи техники за получаване, обработка и анализ на изображения е основна тенденция, свързана с оптимизиране техниките на за броене на колонии от бактерии. Предимствата на автоматизираните системи несъмнено са много, като основно те притежават огромен потенциал, сравнително ниска цена, не голяма сложност на управление, бързина и висока продуктивност [2,3,7].

В световната мрежа Интернет са налични множество такива програмни приложения, реализиращи функции за автоматично изброяване на колонии от бактерии чрез анализ на изображения за различни операционни системи като Windows, Android, iOS, които се разпространяват безплатно. Налични са и публикувани алгоритми за броене на колонии [4,8].

Целта на статията е да се направи анализ на алгоритъм за броене на колонии от бактерии, който се разпространява безплатно в световната мрежа Интернет.

2. Материал и методи

Използвана е MRS – хранителна среда за изолиране на бактерии от род *Lactobacillus*, при разреждане 1:100.

Заснети са цветни цифрови изображения на тези колонии с резолюция 320x240 пиксела.

Използвана е броячна камера Воесо Colony Counter CC-1 (Boeckel + Co (GmbH + Co), Germany) за броене на колонии на бактерии. Тази камера е използвана като еталонен (референтен) метод на измерване. Паничката на петри се поставя върху чувствителна на допир координатна мрежа. Колониите от бактерии се наблюдават през

Enumeration of colonies of bacteria with a count camera depends to a large extent on the operator's qualification and experience.

In modern microbiological analysis laboratories the use of automated systems is a necessity. The use of automated systems using image acquisition and processing techniques is a major trend in optimizing bacterial colonies counting techniques. The advantages of automated systems are undoubtedly many, as they have a huge potential, a relatively low price, a lack of complexity of management, speed and high productivity [2,3,7].

Multiple such program applications are available on the Internet, which performs automatic bacteria colonies counting features by analyzing images for different operating systems such as Windows, Android, iOS, which are distributed free of charge. Algorithms for colony counting are also available [4,8].

The aim of the article is to analyze a bacterial counting algorithm that is distributed free of charge on the Internet.

2. Material and methods

MRS agar was used to isolate bacteria of the genus *Lactobacillus* at a dilution of 1:100.

Color digital images of these colonies are captured at a resolution of 320x240 pixels.

A Boeco Colony Counter CC-1 counting chamber (Boeckel + Co (GmbH + Co), Germany) was used to count colonies of bacteria. This camera is used as a reference measurement method. The Petri dish is placed on the pan on a touch-

лупата и посредством писалката се маркират. При всяко натискане на писалката върху съда се увеличава стойността на дисплея и по този начин се изброяват колониите.

Използван е основен алгоритъм, представен от Alves и Cruvinel [1]. Този алгоритъм работи в следната последователност:

- ✓ Заснемане на изображението;
- ✓ Дефиниране на праг на бинаризация с филтър на Otsu;
- ✓ Прилагане на филтър на Лаплас;
- ✓ Създава се акумулатор на пикселите като подготвителна операция за Хаф трансформация;
- ✓ Прилагане на кръгова Хаф трансформация;
- ✓ Изброяване на разпознатите колонии от бактерии;
- ✓ Визуализация на резултатите;
- ✓ Съхранение на получените резултати в масив от данни.

Представеният алгоритъм използва кръгова Хаф трансформация като основна функция за разпознаване на колониите от бактерии. При кръговата Хаф трансформация се променя алгоритъма за откриване вместо на линии, на кръгови форми. Създава се акумулаторно пространство, което се състои от клетка за всеки пиксел. Първоначално всяка клетка е зададена със стойност 0. За всяка крайна точка (i, j) на изображението се увеличават всички клетки, които според уравнението на кръга с радиус "r":

$$(i - a)^2 + (j - b)^2 = r^2 \quad (1)$$

може да бъдат център на кръг. Тези клетки се представят с „a“ в уравнението.

За всяка възможна стойност на „a“, намерена в предходната стъпка, се откриват всички възможни стойности на „b“, които отговарят на уравнението.

Търсят се локални максимуми в

sensitive grid. Colonies of bacteria are observed through the magnifying glass and are marked with the pen. Each time the pen is pressed on the container, the value of the display is increased, and colonies are listed.

A basic algorithm presented by Alves and Cruvinel [1] was used. This algorithm works in the following order:

- ✓ Capture the image
- ✓ Defining an Otsu filter binary threshold;
- ✓ Apply a Laplace filter;
- ✓ A pixel accumulator is created as a preparatory operation for Hough transformation;
- ✓ Apply a circular Hough transform;
- ✓ Enumeration of recognized colonies of bacteria;
- ✓ Preview the results
- ✓ Storing the results in a data set.

The present algorithm uses a circular Hough transformation as a major function for recognizing colonies of bacteria.

The circular Hough transformation changes the algorithm for detection rather than lines, in circular shapes.

An accumulated space is created, which consists of a cell for each pixel. Initially, each cell is set to 0.

For each ending point (i, j) of the image, all cells that, according to the equation of the radius "r":

may be the center of a circle. These cells are represented by "a" in the equation.

For each possible value of "a" found in the previous step, all possible values of "b" corresponding to the equation are found.

пространството на акумулатора. Тези клетки представляват кръгове, които са били открити от алгоритъма.

Ако предварително не е известен радиусът на окръжността, която се търси, може да се използва тримерно пространство за акумулаторите, с цел да се намерят кръгове с произволен радиус. Естествено, това изисква по-голямо изчислително време.

Този метод може също така да открива кръгове, които са частично извън пространството на акумулатора, доколкото в него все още има достатъчно площ от кръга [5].

Тези характеристики на алгоритъма за кръгова Хаф трансформация го правят подходящ за приложение в броенето на колонии на бактерии, тъй като при деленето на колониите се получават форми във вид на два частични припокриващи се кръга.

На фигура 1а) е показан пример за пиксел, разположен върху действителен кръг и класическия модел за търсене (пунктирните кръгове) за пиксела, който може да бъде част от този кръг.

Фигура 1б) представя пример за пиксели, разположени върху действителен кръг и техните модели (пунктирните кръгове), които съвпадат в центъра на действителния кръг.

Local maximums are searched for in the accumulator compartment. These cells are circles that have been detected by the algorithm.

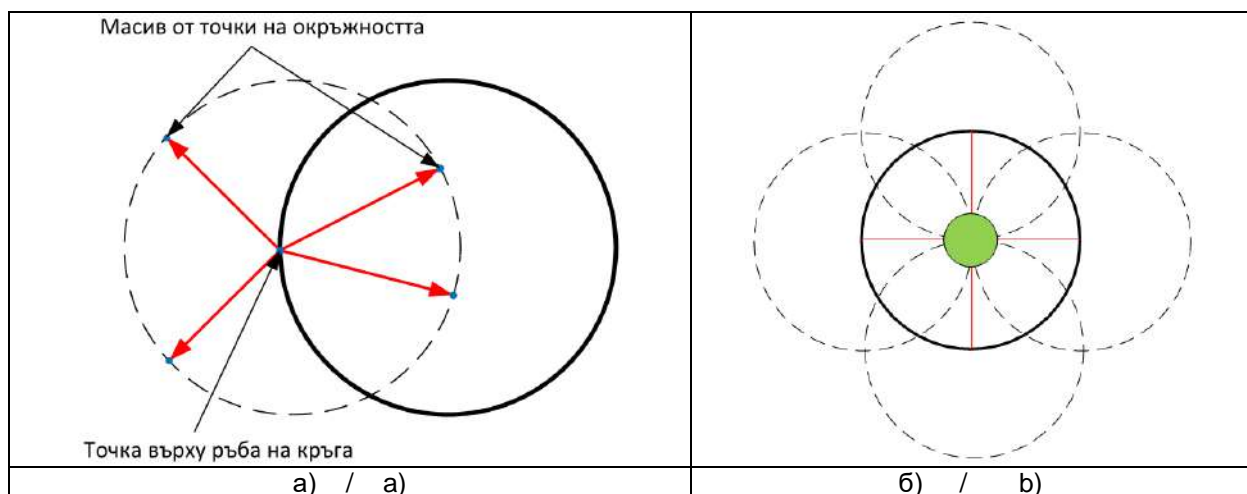
If the radius of the circle being searched is not known in advance, three-dimensional space for the accumulators can be used to find circles of any radius. Naturally, this requires more computational time.

This method can also detect circles that are partly out of accumulator space, as long as there is still enough area in the circle [5].

These characteristics of the algorithm for circular Hough transformation make it suitable for use in counting colonies of bacteria because divisions of the colonies result in forms in the form of two partial overlapping circles.

Figure 1a) shows an example of an actual circle pixel and the classic search pattern (dotted circles) for pixels that may be part of this circle.

Figure 1b) shows an example of pixels located on an actual circle and their patterns (dashed circles) that match the center of the actual circle.



Фиг.1. Принцип на кръгова Хаф трансформация

Fig. 1. Circle Hough Transform principle

На базата на представеният алгоритъм

On the basis of the presented algorithm, a software application was

е създадено програмно приложение в Matlab среда за броене на колонии на бактерии. Вместо директно преминаване към бинарно изображение е приложена функция за преминаване от цветови модел към бинарно изображение. За брой на колониите се приема броя на центровете на окръжности, които са получени чрез кръгова Хаф трансформация.

Грешката при изброяване на колониите от бактерии е определена по:

$$e = \frac{N_c - N_r}{N_r} \cdot 100, \% \quad (2)$$

където N_c е броя колонии, определен с алгоритъм; N_r – брой колонии, определени по референтен метод.

Оценката на работата на използваните класификатори и направена чрез обща грешка на класификация, която се описва с формулата:

$$e_0 = \frac{\sum_{i=1}^n (\sum_{k=1}^n y_{ik} - y_{ii})}{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n y_{ik}} \cdot 100, \% \quad (3)$$

където y_{ik} е брой проби от клас i , класифицирани от класификатора в клас k ; y_{ii} – брой правилно разпознати проби; $k=1\dots n$ – брой неправилно отнесени в даден клас i спрямо общият брой проби; n – брой класове.

3. Резултати и дискусия

На фигура 2 е представен пример за влиянието на прага на бинаризация T върху разпознаването и изброяването на колонии от бактерии. Вижда се, че различните стойности на прага на бинаризация оказват влияние върху визуализацията на колониите в бинарното изображение.

developed in the Matlab environment for bacteria colony counting. Instead of a direct transition to a binary image, a transition from a color model to a binary image is applied. For the number of colonies, the number of centers of circles that are obtained by a circular Hough transformation is assumed.

The error of bacteria colony counts is determined by:

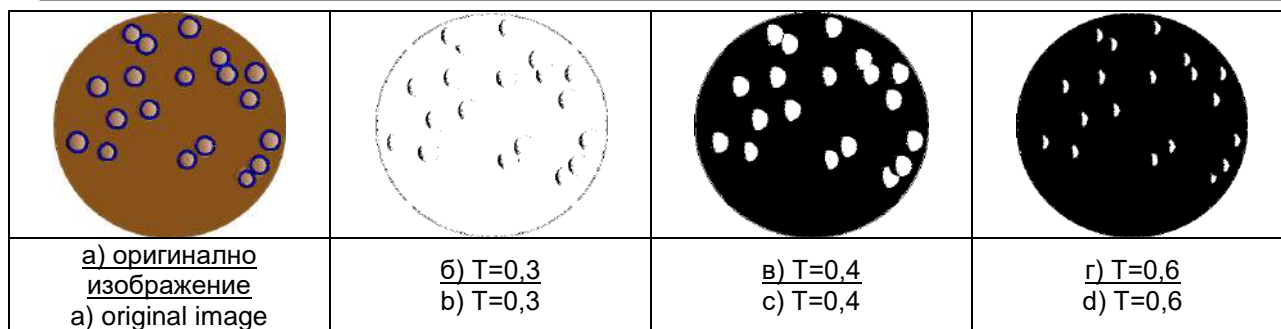
where N_c is the number of colonies determined by an algorithm; N_r – number of colonies determined by the reference method.

The evaluation of the performance of the classifiers used and made by a general classification error, which is described by the formula:

where y_{ik} is the number of class i samples classified by classifier in class k ; y_{ii} - number of correctly recognized samples; $k=1\dots n$ - number incorrectly assigned to a class i relative to the total number of samples; n - number of classes.

3. Results and discussion

Figure 2 shows an example of the effect of the Binary B threshold on the recognition and enumeration of bacterial colonies. It can be seen that the different values of the binary threshold have an effect on the visualization of the colonies in the binary image.



Фиг.2. Изображения на колонии от бактерии по G (RGB) цвѳова компонента при различен праг на бинаризация T

Fig.2. Images of G (RGB) color component of bacteria colonies at different binary threshold T

Направена е оценка на използването на цвѳови компоненти от четири цвѳови модела – RGB, HSV, Lab и CMYK при откриването и изброяване на колонии от бактерии с използвания алгоритъм. В таблица 1 са нанесени резултатите от определяне на грешка при изброяване на колонии от бактерии по референтен метод и с използвания алгоритъм. Резултатите показват, че с грешка до 5% колонии могат да се откриват и изброяват чрез цвѳовите компоненти от RGB, HSV и CMYK цвѳовите модели.

An evaluation of the use of color components of four color models - RGB, HSV, Lab and CMYK was made in the detection and enumeration of bacterial colonies with the algorithm used. Table 1 lists the results of error determination by enumeration of colonies of bacteria by a reference method and by the algorithm used. The results show that with error up to 5% the colonies can be detected and enumerated using the color components of the RGB, HSV and CMYK color models.

Таблица 1.

Table 1.

Резултати от анализа за влиянието на праг на бинаризация – грешка e, %

Results of the binarization threshold analysis - error e, %

Threshold Color component	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
R	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	100%	100%
G	100%	100%	100%	11%	0%	0%	100%	100%	100%
B	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%
H	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
S	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%
V	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	100%	100%
L	100%	100%	100%	42%	5%	0%	5%	100%	100%
a	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
b	100%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%
C	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
M	100%	100%	0%	0%	5%	100%	100%	100%	100%
Y	100%	100%	95%	0%	0%	5%	0%	0%	0%
K	100%	5%	5%	0%	11%	100%	100%	100%	100%

Направена е проверка за отделимостта на колонии от бактерии от фона в изображението. Използвани са линейни

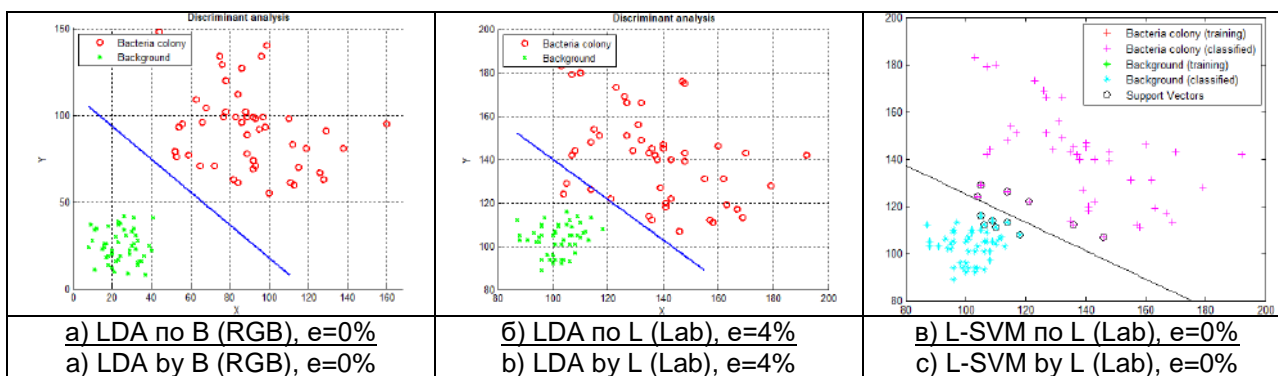
An examination is made of severability of colonies of bacteria from the background image. Linear

варианти на класификаторите дискриминантен анализ и метод на опорните вектори.

На фигура 3 са представени примери за класификация с линейен дискриминантен анализ на обектни области с колонии от бактерии и фон. Вижда се, че при използване на метод на опорните вектори при еднакви други условия, отделянето на колониите от фона е с по-малка грешка спрямо линейния дискриминантен анализ.

variants of the discriminant analysis (LDA) and support vector machines (L-SVM) classifiers were used.

Figure 3 presents examples of classification with LDA and L-SVM of bacterial colonies and background. It can be seen that using the support vectors method under the same other conditions, the separation of the colonies from the background have less error than the linear discriminant analysis.

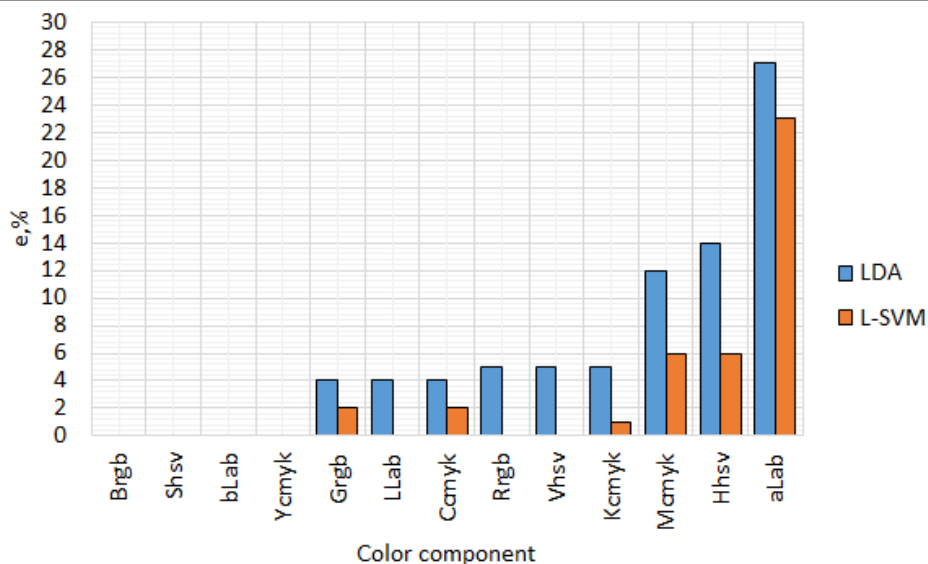


Фиг.3. Примери за класификация на колонии от бактерии и фон по цветови компоненти

Fig. 3. Examples of classification of bacteria colonies and background by color components

На фигура 4 са представени резултати от класификацията с линейни дискриминантен анализ и метод на опорните вектори. Подходящи за отделяне на колонните от фона са цветовете компоненти B (RGB), S (HSV), b (Lab) и Y (CMYK), защото при използването им се получава грешка от класификация по-малка от 5%. Най-голяма грешка, независимо от използвания класификатор се получава при използване на а (Lab) цветовата компонента. Получените резултати потвърждават тези, при определяне на цветова компонента и подходящ праг на бинаризация за откриване и изброяване на колонии от бактерии в цветно цифрово изображение.

Figure 4 presents the results of the linear discriminant analysis and the support vectors method. The color components B (RGB), S (HSV), b (Lab) and Y (CMYK) are suitable for separating the colonies from the background, because they use a less than 5% classification error. The higher error, regardless of the classifier are obtained using a (Lab) color component. The results obtained confirm these in determining the color component and the appropriate threshold of binarization to detect and enumerate colonies of bacteria in a color digital image.



Фиг.4. Резултати от класификация

Fig.4. Results from classification

4. Заключение

Общата тенденция в сферата микробиологичните технологии е насочена към внедряване на високопроизводителни системи за автоматичен анализ с изкуствен интелект.

При досега прилаганата технология за изброяване на колонии от бактерии за условията на Р.България, основана на приетите стандарти по БДС, този процес се извършват ръчно, чрез визуално наблюдение, като преди всичко се разчита на ритуната на оператора. Недостатъците са свързани с големия процент субективност в преценката, изискването за квалифицирани човешки ресурси.

Успешното приложение на оптичните техники за броене на колонии от бактерии по визуални изображения изисква предварителни анализи за разделимостта на обектните области с колонии и фон по цветови признаци. Липсата на такъв анализ би довело до увеличаване на грешките от измерване при прилагането на тези методи за бързо определяне на броя развити колонии в хранителна среда.

От направените изследвания се установи, че подходящи за отделяне на колониите от фона са цветовете

4. Conclusion

The general trend in the field of microbiological technologies is directed towards the introduction of high-performance automatic artificial intelligence analysis systems.

The technology used to enumerate colonies of bacteria for the conditions of the Republic of Bulgaria, based on the accepted BNS standards, is carried out manually, through visual observation, relying primarily on the operator ritual. Disadvantages are related to the high percentage of subjectivity in the assessment, the requirement for qualified human resources.

Successful application of optical techniques for counting colonies of bacteria by visual imaging requires preliminary analyzes of the colony and background color separations of the object areas. The absence of such an analysis would lead to an increase in measurement errors in the application of these methods to rapidly determine the number of colonies developed in a culture medium.

From the research it was found that the color components B (RGB), S (HSV), b (Lab) and Y (CMYK) are

компоненти B (RGB), S (HSV), b (Lab) и Y (CMYK), защото при използването им се получава грешка от класификация по-малка от 5%.

suitable for separating the bacteria colonies from background, because their use a classification error is less than 5%.

5. Литература

- [1] Alves, G., P. Cruvinel, Using Customized Computer Vision and Charge-Coupled Device (CCD) Sensor for the Recognition of Colony Formation and Counting of Live Bacteria in the Agricultural Industry, ALLSENSORS 2016 : The First International Conference on Advances in Sensors, Actuators, Metering and Sensing, ISBN: 978-1-61208-523-4, pp.51-58.
- [2] APD Colony Counter App Lite, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.apd.colonyapp> (available on 27.04.2017)
- [3] Baycheva, S. (2016). Application of devices of measurement of color in analysis of food products. Journal of Innovation and entrepreneurship, year IV, vol.4, ISSN 1314-9180, pp.43-59.
- [4] Colony Count BETA, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ToolboxFactory.ColonyCountBETA> (available on 27.04.2017)
- [5] Find circles using circular Hough transform, <https://www.mathworks.com/help/images/ref/imfindcircles.html> (available on 27.04.2017)
- [6] Georgieva, A., I. Dimov. (2013). Qualitative indicators of wheat bread enriched with buckwheat flour, Food processing industry magazine, vol. 3, ISSN 1311-0179, pp.44-49.
- [7] Mladenov, M., S. Penchev, M. Deyanov. (2015). Complex assessment of food products quality using analysis of visual images, spectrophotometric and hyperspectral characteristics. International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), Vol. 4, Iss.12, ISSN: 2277-3754, pp.23-32
- [8] OpenCFU, <http://opencfu.sourceforge.net/> (available on 27.04.2017)
- [9] Zhelyazkova M., I. Taneva. (2016). Statistical modeling of the process syneresis of the production of yogurt with water extract of Rosa canina. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, vol. 5, iss. 2, part C, ISSN 2278-4136, pp.204-206.
- [10] Zlatev, Z. (2014). Modeling of Color Changes in Bread Crust During Baking. Proc. Int. Conf. on Technics, Technologies and Education "ICTTE 2014", oct. 30-31, Yambol, Bulgaria, pp.680-685.

5. References

Контакти:

Татяна Динева

Тракийски университет – Стара Загора
Факултет „Техника и технологии“
ул. Граф Игнатиев No.38, 8602, Ямбол
България, e-mail: tatana826@gmail.com

Contacts:

Tatyana Dineva

Trakia University
Faculty of Technics and technologies
38 Graf Ignatiev str., 8602, Yambol
Bulgaria e-mail: tatana826@gmail.com

маг. инж. Геноева Милушева, докторант

Русенски университет
Факултет Електротехника, електроника и
автоматика
катедра Телекомуникации
гр. Русе 7017, ул. Студентска № 8
e-mail: g_milusheva@abv.bg

Genoveva Milusheva, M.Eng., PhD student

University of Ruse
Faculty of Electrical engineering, electronics
and automation
Department of Telecommunications
8 Studentska str., POB 7017, Ruse,
Bulgaria, e-mail: g_milusheva@abv.bg

ХРАНИТЕЛНИ ТЕХНОЛОГИИ / FOOD TECHNOLOGIES**ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСА
ЕКСТРУЗИЯ ВЪРХУ
ФИЗИКОХИМИЧНИТЕ СВОЙСТВА
НА ОСНОВНИ КОМПОНЕНТИ НА
ЕКСТРУДИРАНИ ЗЪРНЕНИ
СУРОВИНИ****Иван Димов**

Резюме: Направен е преглед на литературата относно същността на перспективния и съвременен метод – екструдирание на зърнени суровини и производство на зърнени екструдати. Направена е кратка характеристика на трите основни метода (хладна, топла и гореща екструзия), които се прилагат за екструдирание на хранителни суровини. Описани са характера и дълбочината на измененията на физикохимичните свойства на основните компоненти на екструдираните суровини – нишесте, белтъчини, мазнини, целулоза и витамини. Нишестето клейстеризира, белтъчините денатурират, мазнините частично полимеризират, целулозата е с повишена разтворимост, а витамините се запазват в голяма степен. Проследена е и реологичната характеристика на екструдираните продукти.

Ключови думи: екструзия, зърнени суровини и екструдати, физикохимични свойства, качествени показатели, реология

1. Увод

Напоследък особено внимание се обръща на минималната обработка на хранителните продукти. В това отношение, екструзията като

**INFLUENCE OF THE
EXTRUSION PROCESS ON
THE PHYSICO-CHEMICAL
PROPERTIES OF MAIN
COMPONENTS OF
EXTRACTED RAW CEREAL
MATERIALS****Ivan Dimov**

Abstract: A review of the literature on the essence of the promising and modern method – grain extrusion and cereal extrudates - has been made. A brief characterization of the three basic methods (cold, hot and high temperature extrusion) applied to the extrusion of feedstocks is made. The nature and depth of changes are described in the physicochemical properties of the main components of extruded raw materials – starch, proteins, fats, cellulose and vitamins. Starch is clayed, the proteins denature, the fats partially polymerize, the cellulose is highly soluble, and the vitamins are largely preserved. The rheological characteristics of the extruded products have been followed.

Key words: extrusion, grain raw materials and extrudates, physico-chemical properties, quality indicators, rheology

1. Introduction

Lately, particular attention has been paid to minimal processing of food products. In this respect,

сравнително нов метод за преработка на храните, е особено перспективен. Чрез нея могат да се получават хранителни продукти с ново качество. Екструдирането е „високо температурна – кратковременна” обработка, при която от селскостопанските суровини, обикновено в гранулирана форма или под формата на прах, се получават готови за консумация хранителни продукти. Екструдатите имат ниско съдържание на влага и се разглеждат като стабилни при съхранение продукти (Пенов и съавт., 2012).

Smith (Smith, 1975) дефинира екструдирането като процес, при който навлажнени, съдържащи скорбяла или белтъци материали, поддаващи се на експандиране, се обработват в тръба чрез комбинация от влага, налягане, топлина и механично срязване, в резултат на което настъпват следните промени:

- повишаване температурата на продукта в тръбата;
- желатинизация на скорбялата;
- денатуриране на белтъците;
- реструктуриране на чувствителните съставки;
- екзотермично експандиране на екструдатите.

Riaz (Riaz, 2000) определя екструдирането като процес на принудително избутване на материалите през матрицата на екструдера при контролирани условия на обработка. Според автора това е уникална система, в която се прилагат повишени нива на влага, топлина и налягане, с цел постигане на физични и химични промени на компонентите.

Протичащите в процеса на обработка съществени изменения, сложните химически, биохимически, микробиологични, физически процеси и

extrusion as a relatively new method of processing food is particularly promising. It can provide food with new quality.

Extrusion is a "high temperature – short term" treatment where ready to eat food products are obtained from agricultural raw materials, usually in granular or powdered form. Extrudates have a low moisture content and are regarded as stable in storage products (Penov et al., 2012).

Smith (Smith, 1975) defines extrusion as a process in which moistened starch or proteinaceous materials capable of being expanded are treated in a pipe by a combination of moisture, pressure, heat and mechanical shear resulting in the following changes:

- increasing product temperature in the pipe:
- gelatinization of starch;
- denaturation of proteins;
- restructuring of sensitive ingredients;
- exothermic expansion of the extrudates.

Riaz (Riaz, 2000) defines extrusion as the forced extrusion process through the extruder die under controlled processing conditions. According to the author, this is a unique system that uses elevated levels of moisture, heat and pressure to achieve physical and chemical changes to the components.

The significant changes in the process of processing, the complex chemical, biochemical, microbiological, physical processes and phenomena make it possible to obtain an extrudate with a regulated,

явления, правят възможно получаването на екструдат с регулирана, зададена структура и комплекс от физикохимични и функционални свойства (Остриков и съавт., 2004).

2. Изложение

За производство на екструдирани продукти с определени физикохимични и функционални свойства, се прилагат три основни метода за екстудирание на хранителни суровини:

- хладна екструзия – прилага се в хранителната промишленост отдавна, преди всичко при производството на макаронени изделия (Пенов и съавт., 2012). Възможни са само механични изменения в материала вследствие на бавното му придвижване под налягане и оформянето на този продукт с образуването на предварително зададени форми. При хладната екструзия влагата на суровините е $W = 30 - 60 \%$ спрямо масата им (Остриков и съавт., 2004).

- топла екструзия при ниско налягане (непряка екструзия) – използва се широко при производството на закуски на база зърнени храни (Пенов и съавт., 2012). Сухите компоненти на суровината се смесват с определено количество вода ($W = 20 - 30 \%$) и се подават в екструдера, където освен на механично се подлагат още и на топлинно въздействие. Продуктът се загрява отвън. Полученият екструдат се отличава с по-голяма плътност, с незначително увеличаване на обема, на плътността и клетъчния строеж. Понякога на екструдата е необходима допълнителна обработка – подсушаване (Остриков и съавт., 2004).

- гореща екструзия при високо налягане и температура (пряка или високотемпературна кратковременна

defined structure and a complex of physico-chemical and functional properties (Ostricov et al., 2004).

2. Exposure

For production of extruded products with certain physicochemical and functional properties, three basic methods of extrusion of feedstocks are applied:

- cold extrusion – has been applied in the food industry for a long time, primarily in the production of pasta (Penov et al., 2012). Only mechanical changes are possible in the material due to its slow movement under pressure and the formation of this product by the formation of predetermined forms. In cold extrusion the moisture content of the raw materials is $W = 30 - 60 \%$ relative to the mass (Ostricov et al., 2004).

- hot extrusion at low pressure (indirect extrusion) – used extensively in the production of breakfast cereals based on cereals (Penov et al., 2012). The dry components of the feedstock are mixed with a certain amount of water ($W = 20 - 30 \%$) and fed into the extruder where, apart from being mechanically subjected to thermal impact. The product is heated from the outside. The resultant extrudate is characterized by greater density, with a slight increase in volume, density and cellular structure. Sometimes the extruder needs additional treatment – drying (Ostricov et al., 2004).

- high temperature extrusion at high pressure and temperature (direct or high temperature short-term extrusion) – the process takes

екструзия) – процесът протича при висока скорост и налягане, където има значителен преход от механическа енергия във топлинна, което довежда до различни по дълбочина изменения в качествените показатели на материала. Освен това може да се регулира топлината, както непосредствено в продукта, така и чрез външните стени на екструдера. Влажността на суровината при горещата екструзия е $W = 10 - 20 \%$ (Остриков и съавт., 2004).

Продуктът се подлага на висока температура (120 – 190 оС) и налягане до 20 МПа за няколко секунди (Пенов и съавт., 2012).

В хода на процеса под действието на значителното механично въздействие, високата температура и налягане, става превръщане на механическата енергия в топлинна, което води до различни по дълбочина изменения в качествените показатели на преработваната суровина (денатурация на белтъците, клейстеризация на нишестето и други биохимични изменения).

Изследването на характера и дълбочината на измененията на физикохимичните свойства на основните компоненти на екструдираните суровини (нишесте, белтък, вода) в процеса на обработка, позволява да се определи оптималния режим на екстудирание и да се получат висококачествени, готови за употреба хранителни продукти, балансирани по аминокиселинен, въглехидратен и витаминен състав (Остриков и съавт., 2004).

• Изменение на нишестето

Нишестето е най-важната съставка на продуктите, произведени чрез екстудирание. То е в основата на хранителната им стойност и допринася за формирането на текстурата им

place at high speed and pressure where there is a significant transition from mechanical energy to thermal, resulting in varying depth changes in the quality of the material. In addition, heat can be regulated both directly in the product and through the outer walls of the extruder. The moisture content of the high temperature extrusion raw material is $W = 10 - 20 \%$ (Ostricov et al., 2004).

The product is subjected to high temperature (120 - 190 °C) and pressure up to 20 MPa for a few seconds (Penov et al., 2012).

In the course of the process, due to the significant mechanical impact, high temperature and pressure, the mechanical energy is transformed into heat, resulting in different depth changes in the qualitative indicators of the processed raw material (protein denaturation, starch cesterification and other biochemical changes).

The study of the nature and depth of changes in the physicochemical properties of the main components of the extruded raw materials (starch, protein, water) in the processing stage allows to determine the optimal extrusion regime and to obtain high quality, ready-to-use food products balanced on amino acid, carbohydrate and vitamin composition (Ostricov et al., 2004).

• Starch modification

Starch is the most important ingredient in extrusion products. It is the basis of their nutritional value and contributes to the formation of their texture (Cardinale, 1983). By

(Cardinale, 1983). Чрез клейстеризация и деполимеризация в екструдера, нишестето губи нехомогенната си зърнеста структура, променя вискозитета си и се превръща в компактна, аморфна, лесно течаща, ламинарно ориентирана при напускане на екструдера маса.

Физикохимичният и биологичен модел на изменение на нишестето може да се представи на базата на редица изследвания чрез директни и индиректни методи за анализ и оценка, приблизително по следния начин:

- образуване на клейстери – гранулите на нативното нишесте са неразтворими във вода. То, обаче, в контакт с нея увеличава обема си. Хидратацията започва от аморфните му части (Чувахин, 1986). При повишаване на температурата, вследствие на отслабване на водородните връзки и взаимодействие на глюкозните остатъци с водата, хидратацията се усилва, продължава нарастване на обема на нишестените зърна (те набъбват). Кристалните участъци също се дезорганизируют и хидратират. Получават се клейстери, които са нестабилни. Вискозитетът на суспензията нараства (Mathionthi, 1992).

- желатинизиране на клейстерите – при по-нататъшното увеличаване на температурата, цялостта на нишестените зърна се нарушава, разрушават се клетъчните стени, което е причина за лесната им атакуемост от ензими и податливост на механично въздействие (Cardinale, 1983). Температурата и налягането катализират разрушаването на клейстерите. Нишестето желатинизира и образува повече или по-малко еднородни, вискозни колоидни разтвори. Разрушаването на структурата на нишестените зърна при нарастване на температурата при загряване от 80 до

cesterification and depolymerization in the extruder, the starch loses its inhomogeneous grain structure, changes its viscosity and becomes a compact, amorphous, readily flowing, laminar-oriented table when leaving the extruder.

The physico-chemical and biological model of starch modification can be presented on the basis of a number of studies through direct and indirect methods of analysis and evaluation, approximately in the following way:

- formation of clays – the granules of native starch are insoluble in water. It, however, in contact with it increases its volume. Hydration begins with its amorphous parts (Chuvahin, 1986). At elevated temperature, due to weakening of hydrogen bonds and interaction of glucose residues with water, hydration increases, continuing increase in volume of starch grains (they swell). Crystal regions are also disorganized and hydrated. Clays that are unstable are obtained. The viscosity of the suspension is increased (Mathionthi, 1992).

- gelatinization of the clays – the further increase in temperature, the integrity of the starch grains is disturbed, the cell walls are destroyed, which leads to their easy attack by enzymes and susceptibility to mechanical impact (Cardinale, 1983). Temperature and pressure catalyze the destruction of the clays. Starch gels and forms more or less uniform, viscous colloidal solutions. The destruction of the starch grain structure when the temperature increases with heating from 80 to 250 °C during extrusion

250 °C при екстудирание, се дължи на отслабване на водородните връзки.

В екструдера части на една и съща молекула се движат с различна скорост, което довежда до напрежения, способни да разкъсат молекулните връзки (Cardinale, 1983). Разкъсването и преподреждането на водородните връзки, осигурява постоянно образуване на нови агрегирани структури, което е съпроводено от едно бързо, временно нарастване на вискозитета на масата. Такива процеси се зараждат в някои критични точки на екструдера.

По време на екстудирането, отделните ензими променят своята активност при различни температури и всички я загубват над 100 °C. Изследвано е въздействието при пълнозърнести шротове от ръж, пшеница, пшенични трици, пшеничен грис и брашно от неотлющен овес с двушнеков екструдер в температурен интервал от 40 до 170 °C. Установено е, че с повишаване на температурата активността на ензимите намалява с изключение на алфа-амилазата при овеса, чиято активност при 90 °C е по-висока, отколкото при 80 °C, но над 90 °C отново намалява (Кашкавалджиев, 1987).

Въздействието на ензимните системи в екструдерния цилиндър, е важно за структурообразуването на новия продукт, тъй като вероятно допринася за разкъсване на глюкозидните връзки.

Екстудираното нишесте е с повишена ензимна атакуемост, повишена разтворимост, по-нисък вискозитет на студено и по-голяма стабилност по отношение на ретроградацията си в сравнение например с валцово-изсушеното нишесте (Cardinale, 1983).

Според изследванията през последните години, екстудираните храни са предпочитани при детското

is due to the weakening of the hydrogen bonds.

In the extruder, parts of the same molecule move at a different velocity, which leads to stresses capable of breaking the molecular bonds (Cardinale, 1983). The rupture and rearrangement of hydrogen bonds ensures the constant formation of new aggregated structures, which is accompanied by a rapid, temporary increase in the viscosity of the mass. Such processes originate at some critical points of the extruder.

During the extrusion, the individual enzymes change their activity at different temperatures and all lose it over 100 °C. The effect on whole grains of rye, wheat, wheat bran, wheat semolina, and flour of unprimed oats with a twin screw extruder was studied in the temperature range of 40 to 170 °C. It was found that with increasing temperature the activity of the enzymes decreases with the exception of alpha-amylase in oats, whose activity at 90 °C is higher than at 80 °C but again decreases above 90 °C (Kaskavaldzhiev, 1987).

The impact of the enzyme systems in the extruder cylinder is important for structuring the new product as it probably contributes to breakage of the glucosidic bonds. Extruded starch has increased enzyme attack, increased solubility, lower cold viscosity, and greater stability in retrograde compared to, for example, rolled-dried starch (Cardinale, 1983).

According to research in recent years, extruded foods are preferred

хранене в кърмаческа възраст пред валцово изсушените или обработени с пара (Гловинковска и съавт., 1987).

Установено е, че при екструдирането нараства частичната хидролиза на връзките от вида на α -1,4, което води до получаване на малтодекстрини (най-вече при картофеното нишесте), особено ценни за детското хранене.

• Изменение на белтъчините

В изолирано екструдирано нишесте (от различни видове брашна и грисове в чист вид и във вид на смеси с млечни белтъчини), е доказано съществуването на повече азотни съединения в сравнение с изходните суровини, повече свързани липиди и минерални вещества (Гловинковска и съавт., 1987; Diosady, 1985; Harper, 1986). Чрез химичния състав на екструдатите при други изследвания, е установено намаленото съдържание на нишесте и мазнини и увеличеното съдържание на белтъчини. Доказано е, че при екструдирането се запазва белтъчният комплекс и степента на това съхранение зависи от условията на екстудиране (Велчев, 1986). Установено е, че намалението на лизина при двушнековите екструдери е по-голямо в сравнение с едношнековите и, че загубите му растат с нарастване на влагата (Гловинковска и съавт., 1987). Тъй като лизинът е най-реактивната аминокиселина и е в ограничено количество в зърнените храни, тя е важен показател за качеството на екструдатите. Всички методи доказват по-ниската му биологична стойност в екструдатите и нейната зависимост от екструзионните условия.

Някои автори посочват загуби на лизина от 65 до 100 % при пълнозърнести екструдати, като подчертават ограниченото влияние на

for pediatric breastfeeding in front of pre-rolled or steam treated (Glovnikovska et al., 1987).

Extrusion has been shown to increase the partial hydrolysis of α -1,4-type linkages, resulting in maltodextrins (especially potato starch), particularly valuable for infant feeding.

• Protein change

In isolated extruded starch (from various types of flours and meals in pure form and in the form of milk protein mixtures), the presence of more nitrogen compounds than the starting materials, more bound lipids and mineral substances has been proven (Glovinkovska et al., 1987; Diosady, 1985; Harper, 1986). By the chemical composition of extrudates in other studies, decreased starch and fat content and increased protein content were found. It has been shown that the protein complex is preserved during extrusion and the degree of this storage depends on extrusion conditions (Velchev, 1986). It has been found that lysine reduction in double-screw extruders is greater than single-screw extruders and that its losses increase with increasing moisture (Glovinkovska et al., 1987).

Since lysine is the most reactive amino acid and is limited in cereals, it is an important indicator of the quality of extrudates. All methods prove its lower biological value in extrudates and its dependence on extrusion conditions.

Some authors report lysine losses of 65 to 100 % in whole grain extrudates, highlighting the limited

високите обороти. Намаляването на лизина при тежки условия на екструдиране се обяснява с хидролитичното разлагане на нишестето и образуване на аминокиселини комплекси. Загубите на други аминокиселини е незначително. Намалението на биологичната ценност при пълнозърнестите продукти се съпровожда и от намаление на усвояемостта, каквото, обаче при нископепелните брашна не е отбелязано. Някои изследователи достигат до извода, че по време на екструдиране млечните протеини агрегират с растителните до повиши молекулярни съединения и образуват жизнеспособни биоагрегати. Счита се, че млечните протеини влияят понижаващо на експанзията и отрицателно на стабилността на структурата и не влияят на разтворимостта и набъбваемостта на нишестето. Според други автори, това влияние зависи от процентното участие на протеина в суровината (Clextral and Tayeb, 1988).

- **Изменение на мазнините**

Констатирано е слабото влияние на екстудирането върху липидните комплекси и почти непроменената им хранителна стойност (Гловинковска и съавт., 1987). Чрез екстрахиране, е получено едно и също количество мазнини от суровини и екструдати. Изследванията, проведени с пшенично нишесте, а по-късно и с картофено и комплексите им с различни липиди показват специфично вискозно поведение на екструдатите. Предполага се, че по време на екструзията настъпва и частична декомплексация, а при ненаситените липиди – полимеризация (Hauck, 1981). Изменението на мазнините при екстудиране води до тяхното

influence of high revolutions. Lysine reduction under severe extrusion conditions is explained by the hydrolytic degradation of starch and the formation of amino-sugar complexes. Loss of other amino acids is negligible. The decrease in the biological value of whole grains is also accompanied by a decrease in digestibility, which, however, is not noted for low-ash flour. Some researchers conclude that during extrusion, milk proteins aggregate with plant to higher molecular compounds and form viable bio-aggregates. Milk proteins are believed to affect expansion and inhibit the stability of the structure and do not affect the solubility and swelling of the starch. According to other authors, this influence depends on the percentage of protein in the raw material (Clextral and Tayeb, 1988).

- **Fat change**

Weak influence of extrusion on the lipid complexes and their almost unchanged nutritional value was observed (Glovnikovska et al., 1987). By extraction, the same amount of fat from raw materials and extrudates is obtained. Studies conducted with wheat starch and later with potato and their complexes with different lipids show a specific viscous behavior of the extrudates. It is assumed that during partial extrusion there is partial decomplexation and, in the case of unsaturated lipids – polymerization (Hauck, 1981). Fat change in extrusion leads to their stabilization.

- **Cellulose change**

Simultaneously with the starch in

стабилизиране.

- **Изменение на целулозата**

Едновременно с нищетото при екструдирани се изменя и целулозата, като се повишава нейната разтворимост. Това я прави по-податлива на бактериално разграждане в организма (в дебелото черво) (Гловинковска и съавт., 1987). Обяснява се с разкъсване и хомогенизиране на частичките на триците, което прави диетичното влакно по-използваемо, тъй като се увеличава общата му повърхност.

- **Изменение на витамините**

Влиянието на екструдиранието върху отделните витамини е различно. Тяхното запазване зависи до голяма степен от параметрите на процеса. Някои изследвания посочват витамин В1 като най-нестабилен, други – витамините Е и С.

Оценките за стабилност на витамините са направени на база на сравнение със загуби при печене на хляб, които са най-големи в кората (Paton, 1982).

Резултатът от това сравнение е основание, процесът на екстудирани да се определи от изследователите като „щадящ“ процес.

Публикуваните резултати от изследванията показват, че загубите на витамини при екстудирани зависят от параметрите на процеса, конструкцията на съоръженията и предварителната подготовка на суровините. Изисква се, обаче допълнителна проверка за стабилността на витамините при конкретните условия на работа.

- **Реологична характеристика на екстудираниите продукти**

Обичаен метод за определяне на измененията, които настъпват в суровините по време на екструзионния процес, е измерването на реологичните

extrusion, the cellulose is changed, increasing its solubility. This makes it more susceptible to bacterial degradation in the body (in the colon) (Glovnikovska et al., 1987). It is explained by rupturing and homogenization of the particles of bran, which makes the dietary fiber more usable as its total surface increases.

- **Change of vitamins**

The impact of extrusion on individual vitamins is different. Their preservation depends largely on the parameters of the process. Some studies indicate vitamin B1 as the most unstable, others - vitamins E and C.

Vitamin stability ratings are based on a comparison of bread baking losses that are greatest in the crust (Paton, 1982).

The result of this comparison is the reason why the extrusion process should be determined by the researchers as a "sparing" process.

The published research results show that the loss of vitamins in extrusion depends on the process parameters, the construction of the equipment and the preliminary preparation of the raw materials. However, additional testing is required for the stability of vitamins under specific operating conditions.

- **Rheological characteristics of extruded products**

A common method for determining the changes occurring in the raw materials during the extrusion process is the measurement of the rheological properties of the resulting

свойства на получените екструдати. Въпреки надеждността на метода за изследване на пластичните свойства на екструдатите, те още не са проучени изцяло (Гловинковска и съавт., 1987; Hauck, 1981).

В процеса на екструзия, в продукта протичат дълбоки структурни преобразувания, изразяващи се в разкъсване на клетъчните стени, деструкция, хидролиза и др.

При механичното въздействие, водещо до тангенциални напрежения в материала, настъпват структурно-молекулярни модификации (Mathionthi, 1992; Paton, 1982). Амилазните и амилопектинни вериги на нишестето го деструктурират до вещества с по-ниско молекулно тегло, което води до промяна на реологията на клейстерите.

Научни доказателства за нишестената и протеинната трансформация при екструдирането дават редица изследователи. С дифрактометър е установено пълното разрушаване на нативната структура на нишестето и образуване на нова, в която полизахаридите имат по-малка степен на подреденост (Гловинковска и съавт., 1987; Clextral and Tayeb, 1988; Mathionthi, 1992). С растерен електронен микроскоп, е доказана порестата структура на екструдата с видими въздушни пори, заобиколени от ламинарни слоеве на екструдирани нишки. Установена е степента на разрушаване на структурата в зависимост от влагата на материала, като едновременно с това и създаването на агломерати от непреобразувано нишесте при високо съдържание на влага (Гловинковска и съавт., 1987; Schneeweib et al., 1983; Stanbley, 1986). Доказано е постепенното изчезване на молекули и създаване на нова гъста структура (Cardinale, 1983). С микрографиите, е

extrudates. Despite the reliability of the method of examining the plastic properties of extrudates, they have not yet been fully investigated (Glovnikovska et al., 1987; Hauck, 1981).

Deep structural changes occur in the extrusion process, such as breakage of cell walls, destruction, hydrolysis, etc.

Mechanical effects resulting in tangential stresses in the material have structural and molecular modifications (Mathionthi, 1992; Paton, 1982). Amylase and amylopectin chains of starch degrade it into lower molecular weight substances, resulting in a change in the rheology of the clays.

Scientific evidence of starch and protein transformation in extrusion is provided by a number of researchers. With a diffractometer, the complete destruction of the native starch structure and the formation of a new one, in which the polysaccharides have a lesser degree of ordering (Glovinkovska et al., 1987; Clextral and Tayeb, 1988; Mathionthi, 1992). With a raster electron microscope, the porous structure of the extrudate with visible air pores surrounded by laminar layers of extruded filaments was proven. The degree of destruction of the structure in relation to the moisture content of the material, as well as the formation of agglomerates of unconverted starch at high moisture content (Glovnikovska et al., 1987, Schneeweib et al., 1983, Stanbley, 1986). The gradual disappearance of molecules and the creation of a new dense structure have been

установено наличието на запазени нишестени зърна (Fornal, 1986).

3. Заключение

Въз основа на структурните промени на различните компоненти в екструдираните суровини и тяхното изучаване и добро познаване, редица суровини, източници на екструдирани хранителни продукти, могат да се ползват като обогатители.

Трансформацията на нишестето, белтъчините и мазнините при екструдирането, ги прави лесноусвояеми, а екструдата – висококачествен, балансиран по аминокиселинен, въглехидратен и витаминен състав, приятен и полезен за консумация.

Намалено е съдържанието на нишесте и мазнини в екструдата, а съдържанието на белтъчини е увеличено. При пълнозърнестите екструдати е намалено съдържанието на лизина, респективно биологичната им ценност, съпроводено от намаляване на усвояемостта, каквото, обаче при нископепелните екструдати не се констатира.

Изменението на мазнините при екстудиране води до тяхното стабилизиране. Повишава се разтворимостта на целулозата. Запазването на витамините до голяма степен зависи от параметрите на процеса.

4. Литература

1. Cardinale, G. (1983). Information on Nutritional Value of Extruded Snacks.
2. Chuvakhin, S. (1986). Mixers and extruders in the confectionery industry, TSNITEP, Pishcheprominform. "Confectionery industry", issue 3 (in Russian)
3. Clextral, S. A., J. Tayeb. (1988). La transformation de l'amidon.
4. Diosady, L. (1985). Degradation of Wheat Starch in a Single-screw Extruder: Mechano – kinetic breakdown of cooked starch. Journal of Food Science, vol. 50, No. 6.
5. Fornal, L. (1986). The extrusion cooking an a low energy method for utilization of

proven (Cardinale, 1983). With micrographs, the presence of preserved starch was found (Fornal, 1986).

3. Conclusion

Based on the structural changes of the various components in the extruded raw materials and their study and good knowledge, a number of raw materials, sources of extruded food products, can be used as fertilizers.

The transformation of starch, proteins and fats in extrusion makes them easy to use, and the extrudate – a high quality, balanced amino acid, carbohydrate and vitamin composition, pleasant and useful for consumption.

The content of starch and fat in the extrudate was reduced and the protein content increased. In the case of wholegrain extrudates, the lysine content or their biological value is reduced, as well as the decrease in digestibility, which, however, is not found in the low-melt extrudates.

Fat change in extrusion leads to their stabilization. The solubility of the cellulose increases. The preservation of vitamins depends to a large extent on the parameters of the process.

4. References

- cereal flours and milk proteins to produce new food. International YOFOST symposium, Poland, 22 – 24.
6. Glovinkovska, M., B. Yastimzhembar, B. Rataitchak. (1987). Extrusion processing of products starch-stream production, overview information, International Industry System of Scientific and Technical Information on Food Industry MOS, Pishcheprominform (in Russian)
 7. Harper, J. M. (1986). Extrusion texturization of foods. Food Technology. 40 (3): 70 – 76.
 8. Hauck, B.W. (1981). Process Variables and their Control for the Production of Expanded products by Extrusion Cooking, Sabetha, KS, pp. 29-30.
 9. Kashkavaldjiev, I. (1987). Message of extruded products manufacturing TSEHP town. Karlovo, reports and messages of national "Extrusion Food" meeting (in Bulgarian)
 10. Mathionthi, M. (1992). Fonctionnalité et utilisation des fibres alimentaires dans les produits de cuisson. 9 Congrès international des céréales et du pain, Paris, 1 – 5 Juin.
 11. Ostrikov, A. N., O. V. Abramov, A. S. Rudometkin. (2004). Extrusion in food technologies. St. Petersburg, GIORD (in Russian)
 12. Paton, D. (1982). Analytical problems in Extrusion Cooking. 7th World Cereal and Bread Congress, Prague.
 13. Penov, ND, T.V. Petrova, M.M. Ruskova. (2012). Extrusion - a modern and efficient technology for food production. International Scientific and Practical Conference "Food, Technology and Health". Proceedings. Plovdiv. pp. 43-48 (in Bulgarian)
 14. Riaz, M. (2000). Extruders in Food Applications. CRC Press. Taylor & Francis Group LLC. USA. 225 p.
 15. Schneeweib, R., E. Maack, W. Schnelle. (1983). Die Extrusion ein technologisches Verfahren zur Herstellung von Lebensmitteln, Lebensmittelindustrie, № 3, s. 391 – 396.
 16. Smith, O. B. (1975). Extrusion and forming; creating new foods. Food Engineering. 7:48.
 17. Stanbley, D. (1986). Chemical and structural determinants of texture of fabricated food. Food Technology, Vol. 40, № 3, pp. 65 – 68, 76.
 18. Velchev, I. (1986). Big opportunities for high efficiency production. "Food Industry" magazine, 1 (in Bulgarian)

Контакти

гл. ас. д-р Иван Енчев Димов
Тракийски университет – Стара Загора,
Факултет „Техника и технологии“
гр. Ямбол, 8600, ул. „Граф Игнатиев“ № 38
e-mail: ivendi_81@abv.bg

Contacts:

Assist. Prof. PhD Ivan Enchev Dimov
Trakia University – Stara Zagora
Faculty of Technics and Technologies,
8600, Yambol, Bulgaria,
38, Graf Ignatiev Str.
e-mail: ivendi_81@abv.bg



ТЕРМОДИНАМИЧНИ ПАРАМЕТРИ НА ВОДНИ ЕКСТРАКТИ ОТ ШИПКА

Ира Танева

Резюме: Изчислени са термодинамичните параметри – енергия на Гибс, ентропия и енталпия на процеса екстракция, при получаване на водна екстракти от шипка при различен хидромодул. Въз основа на направените изчисления са построени графични зависимости отразяващи изменението на термодинамичните параметри при различните технологични режими.

Ключови думи: термодинамичните параметри, екстракция, енергия на Гибс, ентропия и енталпия

1. Въведение

Обикновената шипка (*Rosa canina*) е вид диворастваща роза, многогодишен бодлив храст, който достига до височина 2-5 метра. Плодовете на шипката са богати на биологично-активни вещества (БАВ), като: витамини (С, В, Р, РР, Е, К), флавоноиди, каротени, въглехидрати (моно- и олигозахариди), липиди, органични киселини (винена, лимонена), микро- и макроелементи и др.

Заместването на плодове от шипка с техни обогатени екстракти при производството на храни има редица предимства. Екстрактите са богати на биологично активни вещества; лесно се стандартизират, съхраняват, транспортират, дозират и са по-икономични при влагането им в хранителни продукти.

За изучаване на процеса екстракция

THERMODYNAMIC PARAMETERS OF AQUEOUS EXTRACTS FROM BRIAR

Ira Taneva

Abstract: The thermodynamic parameters Gibbs energy, entropy and enthalpy were calculated for the process of extraction – preparation of aqueous extracts from briar at different hydromodulus. Based on these calculations, the graphical dependencies showing the change of the thermodynamic parameters at the different technological regimes were drawn.

Keywords: thermodynamic parameters, extraction, Gibbs energy, entropy, enthalpy

1. Introduction

Common briar (*Rosa canina*) is wild rose species, deciduous thorny shrub reaching 2-5 m height. Briar fruits are rich in biologically active substances (BAS), e.g. vitamins (C, P, B, PP, E, K), flavonoids, carotenes, carbohydrates (mono- and oligo saccharides), lipids, organic acids (tartaric, citric), micro- and macroelements, etc.

Substitution of briar fruits with their enriched extracts by the production of foods has a number of advantages. The extracts are rich in biologically active substances, they can be easily standardized, stored, transported, dosed and all this makes them more lucrative when used in nutritious products.

при получаване на водни екстракти от плодове на шипка, са определени термодинамичните параметри (енергия на Гибс, ентропия и енталпия).

Енергията на Гибс е критерий за определяне посоката на процесите, тяхното равновесие, както и свойството което показва максималната работа, която може да се извърши от една система [1, 3].

Ентропия съгласно молекуло-кинетичната теория е мярка за неподредеността на телата и системите. За да се изследва дали един процес е възможен или не, е необходим математичен израз на втория закон на термодинамиката, който се дава с параметъра ентропия [2, 4].

Изследванията за протичане на подобни процеси при екстракция на растителни суровини са доста оскъдни и трудно могат да се приложат за етеричномаслените и лечебни растения [6,7,8, 10, 11, 12,13].

За течните екстракти от шипка липсва информация относно спецификата на процеса, но е ясно, че изборът на подходящи технологични параметри влияе върху съдържанието на биологично-активните вещества в получаваните екстракти, което определя и насоките на приложението им.

Цел на настоящата работа е да се определят термодинамичните параметри на водни екстракти от плодове на шипка, получени при различни хидромодули и температура.

2. Материал и методи

За провеждане на изследванията са използвани плодовете от диворастяща шипка (*Rosa canina*) от района на гр. Кюстендил, реколта 2012 год.

For the examination of the process of extraction to obtain aqueous extracts of briar fruits, the thermodynamic parameters (Gibbs energy, entropy, and enthalpy) were determined.

Gibbs energy is a criterion used to determine the direction of the processes, their equilibrium, as well as the property showing the maximum amount of non-expansion work which can be done by a thermodynamically isolated system [1, 3].

According to the kinetic molecular theory, entropy is the measure of the disorder of systems. To study whether a process is possible or not, the mathematical expression of the second law of thermodynamics which defines the entropy will be necessary. [2, 4].

Studies on the course of such processes of extraction from plants are quite scarce and can hardly be applied for essential oil plants and herbs [6, 7, 8, 10, 11, 12,13].

No information about the specifics of the process of briar extraction was found in the available literature but, obviously, the choice of proper technological parameters has certain effect on the content of biologically active substances in the extracts obtained which determines the fields of its application..

The aim of the present work is to determine the thermodynamic parameters of aqueous extracts from briar fruit obtained at different hydromoduli and temperature.

2. Materials and methods

Fruits of wild briar (*Rosa canina*) picked in the region of the town of Kyustendil in 2012 were used for the

Течните екстракти са получени след смилане на плодовете и екстрахиране с вода при различна температура - 20, 40, 60°C и два хидромодула -1:12 и 1:20.

Получените екстракти са окачествени по съдържание на дъбилни вещества и за тях са изчислени коефициентите на молекулна дифузия [5].

Коефициентът на молекулна дифузия на дъбилните вещества е определен при следните параметри на екстракцията: съотношение суровина: разтворител = 1:12 и 1:20, продължителност 1 h, като през интервал от 10 min полученият екстракт се отделя чрез филтруване, а суровината се екстрахира с нова порция чист разтворител.

Въз основа на коефициентите на молекулна дифузия са направени изчисленията за термодинамичните параметри: енергия на Гибс, ентропия и енталпия на получените течни екстракти [9].

* Свободната енергия на

$$\Delta G = -R.T. \ln K, J/mol$$

* Ентропия

$$\Delta S = \frac{(E_{акт.} + \Delta G)}{T}, J/mol.K$$

* Ентропия

$$\Delta H = \Delta G + T. \Delta S, J/mol$$

където: ΔG - свободна енергия на Гибс, J/mol;

R – универсална газова константа, J/K.mol;

T – абсолютна температура, K;

K – равновесна константа на процеса

Данните, представени на фигурите, са обработени с програма Microcal Origin на Micro Soft.

experiments.

The aqueous extracts were obtained by grinding the fruits and extraction with water at different temperatures – 20, 40, 60°C and at two hydromoduli – 1:12 и 1:20.

The extracts obtained were characterized by the content of tannic substances and the coefficients of molecular diffusion were calculated for them. [5].

The coefficients of molecular diffusion of the tannic substances was determined under the following extraction parameters: ratio raw material to solvent = 1:12 and 1:20, duration 1 h while the extract was filtered of at 10 min intervals and the raw material was extracted with a fresh portion of pure solvent.

On the basis of the coefficients of molecular diffusion obtained, the thermodynamic properties Gibbs energy, entropy and enthalpy of the aqueous extracts prepared were calculated [9].

* Gibbs free energy

* Entropy

* Entropy

(5)

where: ΔG – free energy of Gibbs, J/mol;

R – universal gas constant, J/K.mol;

T – absolute temperature, K;

K – equilibrium constant of the process.

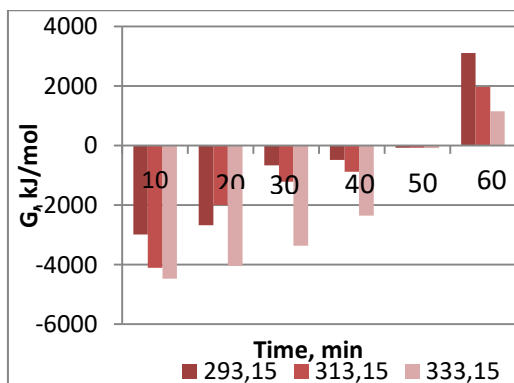
The data illustrated in the figures were processed using Microcal Origin software.

3. Резултати и обсъждане

На фигури 1 и 2 са представени стойностите на енергията на Гибс на водни екстракти от шипка при два хидромодула 1:12 и 1:20. Данните показват, че при постоянно налягане и температура провеждането на процеса е термодинамично възможно. За температури 20, 40 и 60°C и продължителност на 10 min стойността на енергията на Гибс е най-ниска, т.е. процесът протича спонтанно и е най-ефективен.

При анализа на получените резултати се отчита, че при хидромодул 1:20 (фиг. 2) стойностите на Гибс са по-ниски и в по-голяма степен отрицателни, отколкото при хидромодул 1:12 (фиг.1) за температури – 20 и 40°C (изключение има при продължителност 60 min). Това се обяснява с влиянието на хидромодула и вида на разтворителя върху процеса екстракция.

Получените отрицателни стойности на енергията на Гибс потвърждават, че процесът е термодинамично възможен и протича спонтанно.



Фиг. 1. Стойности енергията на Гибс (G) на водни екстракти от шипка при хидромодул 1 : 12

Fig.1. Values of Gibbs energy (G) of briar aqueous extracts at hydromodule 1:12

Стойностите за ентропията при различните технологични параметри са представени на фигури 3 и 4. От данните

3. Results and discussion

Figs.1 and 2 show the values of Gibbs energy of briar aqueous extracts at two hydromoduli: 1:12 and 1:20. The data indicated that the process is thermodynamically possible at constant pressure and temperature. At temperatures 20, 40 and 60°C and duration of 10 min, the value of Gibbs energy was the lowest so the process was spontaneous and most effective.

The analysis of the results obtained showed that the values of Gibbs energy at hydromodule 1:20 (Fig.2) were lower and more negative than these for hydromodule 1:12 (Fig.1) at temperatures of 20 and 40 oC (the only exception was observed at duration of 60 min). This is explained with the influence of the hydromodule and the solvent type on the process of extraction.

The negative values of the Gibbs energy obtained confirmed that the process is possible and occurs spontaneously.

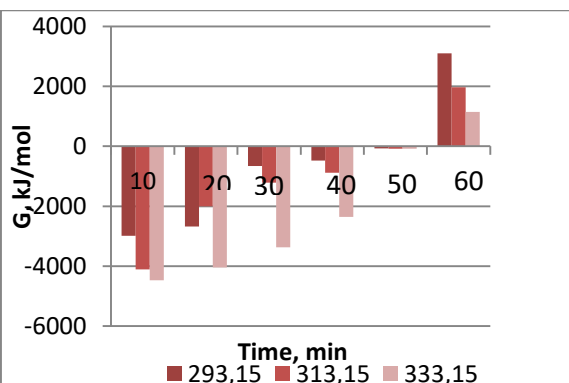


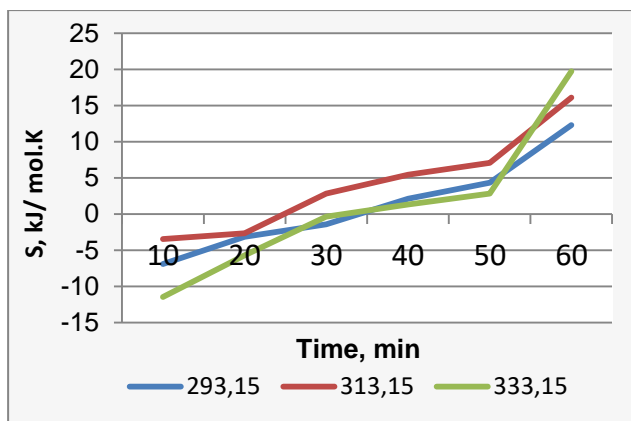
Fig. 2. Стойности енергията на Гибс (G) на водни екстракти от шипка при хидромодул 1 : 20

Fig.2. Values of Gibbs energy (G) of briar aqueous extracts at hydromodule 1:20

The values of the entropy obtained at different technological parameters are presented in Figs.3 and 4. It can

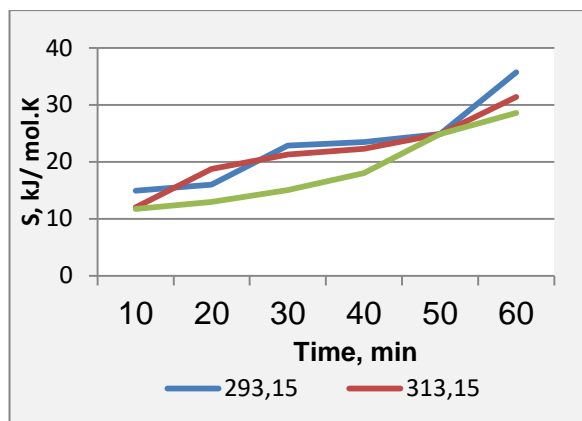
е видно, че с увеличаване на хидромодула на водните екстракти, стойностите на ентропията нарастват. Това се обяснява с връзката между енергията на Гибс и ентропията. В една система енергията на Гибс се отъждествява с работата извършвана от нея. От втория закон на термодинамиката е известно, че когато работата извършвана от една система е най-висока, ентропията се стреми към максимум. Получените данни не се различават от зависимостта, установена при други етеричномаслени суровини [9].

be seen from the data that entropy increased with the increase of the hydromodule. This is explained with the relationship between the Gibbs energy and entropy. In an isolated system, the Gibbs energy is identified by the work done by the system. The second law of thermodynamics states that when the work done by a system has the greatest value then the entropy approaches to a maximum. The data obtained do not diverge from the relationships established for other essential oil materials. [9].



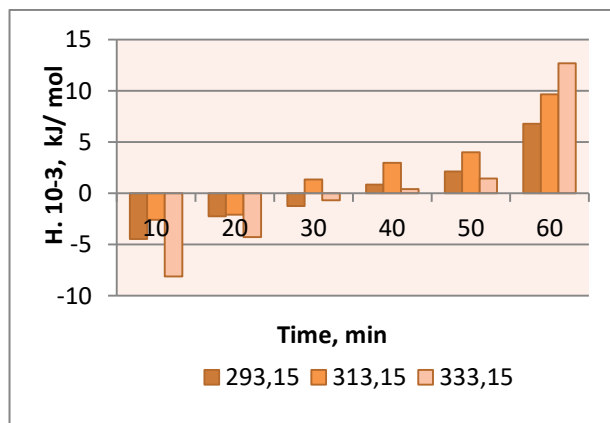
Фиг. 3. Стойности на ентропия (S) на водни екстракти от шипка при хидромодул 1 : 12

Fig.3 values of the entropy (S) of briar aqueous extracts at hydromodule 1:12



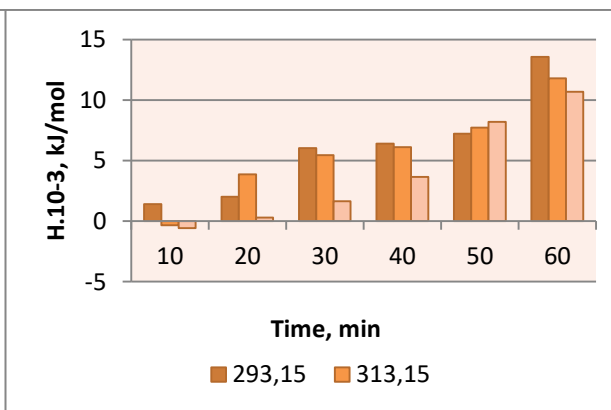
Фиг. 4. Стойности на ентропия (S) на водни екстракти от шипка при хидромодул 1 : 20

Fig.4 values of the entropy (S) of briar aqueous extracts at hydromodule 1:20



Фиг. 5. Стойности на енталпия (H) на водни екстракти от шипка при хидромодул 1 : 12

Fig.5 values of the enthalpy (H) of briar aqueous extracts at hydromodule 1:12



Фиг. 6. Стойности на енталпия (H) на водни екстракти от шипка при хидромодул 1 : 20

Fig.6 values of the enthalpy (H) of briar aqueous extracts at hydromodule 1:20

Стойностите на енталпията при различните технологични параметри на процеса екстракция показват, че при хидромодул 1:12, стойностите за енталпията са отрицателни. Това се дължи на междумолекулни взаимодействия настъпващи между суровината и разтворителя, които зависят и от вида на хидромодула (1:12, 1:20). При ниски стойности на енергията на Гибс, стойностите на енталпията нарастват. Това е видно от данните представени на фигури 5 и 6.

4. Изводи

При сравняване стойностите на Гибс на течни екстракти, получени при различен хидромодул, с увеличаването на хидромодула стойностите за енергията на Гибс са отрицателни. Това се потвърждава от намерените данни в литературата [3], че ниските стойности са индикация за термодинамично възможен и спонтанно протичащ процес. Независимо от хидромодула и използвания разтворител, най-благоприятна за протичане на процеса екстракция е ниската температура (20°C). Получените отрицателни стойности и за двата хидромодула (1:12, 1:20) при екстракция с вода (за температура 20 и 60°C), показват че настъпват взаимодействия, които се дължат на вида на разтворителя, използвания хидромодула, а също и от температурата.

Благодарности

Изказвам искрените си благодарности към доц. д-р инж. Станислава Ташева за неограничената помощ при обработката на опитните данни.

The values of the enthalpy observed at different technological parameters of the process of extraction showed that the enthalpy was negative at hydromodule 1:12. This is due to intermolecular interaction taking place between the raw material and the solvent which depend on the type of the hydromodule (1:12, 1:20). At low values of Gibbs energy, the values of the enthalpy increased. This can be seen from the data shown in Figs.5 and 6. При ниски стойности на енергията на Гибс, стойностите на енталпията нарастват. Това е видно от данните представени на фигури 5 и 6.

4. Conclusions

Comparing the values of Gibbs energy of aqueous extracts obtained at different hydromodules. It was observed that the Gibbs energy became negative with the increase of the hydromodule. This is confirmed by data published in the literature [3] where the low values indicate for thermodynamically possible and spontaneous process. Regardless of the hydromodule and the solvent used, the most favorable temperature for the extraction process was found to be the low temperature (20°C). The negative values obtained at both hydromodules (1:12, 1:20) by the water extraction (for temperatures 20 and 60°C), indicated that interactions occur due to the type of solvent, hydromodule used, as well as temperature..

Acknowledgements

I wish to express my gratitude to Assoc.prof Dr. eng. Stanislava Tasheva for the Изказвам искрените си благодарности към доц. д-р инж. Станислава Ташева за valuable help with the processing of the experimental

data obtained.

5. Литература

5. References

- [1] Angelov, B. (2009). Physicochemistry. part I and II, Plovdiv, Academic publ.house of the Univ. of food technology.
- [2] Vulkovich, M.P., I.I.Novikov. (1986). Technical thermodynamics. Energia, Moscow.
- [3] Damyanov, D. (1994). Physicochemistry. Publ.house of the Union of scientists in Bulgaria, branch Bourgas, v. 1 and 2.
- [4] Kimenov, G. (1989). Thermodynamics. Technika, Sofia.
- [5] Taneva, I., K.Dobreva, K.Krastev. (2013). Determination of the coefficient of diffusion by the extraction of briar fruits. Ann. Univ. of Russe, v.52, ser. 10.2, 169 -173.
- [6] Tasheva, Y., P.Petkov, D. Yordanov. (2004). Estimation of the efficiency of selective solvents used in processes of extraction of mid-distillate fractions. Annual of Univ. "prof.Dr. Asen Zlatarov" Bourgas, v. 33, № 1, 129 – 133.
- [7] Tasheva, Y. (2005). Methods of preparation of ecological mid-distillate fuels. PhD thesis, BAS, Sofia.
- [8] Tasheva, Y. I.Lazarov, P.Petkov, S.Ivanov. (2007). Study of the effect of different extragents on the reduction of arene and sulfur compounds concentration diesel fuels. Oxidation Communications, v. 30, № 3, 650.
- [9] Tasheva, S. (2014). Mass exchange processes by the cohobation of distillate waters and extraction of essential oil plants. PhD thesis, Univ. Food techn. Plovdiv.
- [10] Milonjic, S. (2007). A consideration of the correct calculation of thermodynamic parameters of adsorption. Journal of the Serbian Chemical Society, v. 72, № 12, 1363 – 1367.
- [11] Nwabanne, J. (2012). Kinetics and thermodynamics study of oil extraction from fluted pumpkin seed. International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering, v. 3, № 6, 11 – 15.
- [12] Souza, T., L. Cardozo-Filho, F. Wolff, R. Guirardello. (2006). Application of interval analysis for Gibbs and Helmholtz free energy global minimization in phase stability analysis. Brazilian Journal of Chemical Engineering, v. 23, № 1, 117 – 124.
- [13] Zlatev, Z., S. Baycheva. (2017). Application of educational technical tools for analysis the color of essential oils from white oregano. Proceedings of the 12th International Conference On Virtual Learning, ISSN 1844-8933, pp.141-144.

Контакти:

гл. ас. д-р инж. Ира Танева

Тракийский университет - Стара Загора
Факултет „Техника и Технологии“
8600 гр. Ямбол
ул. „Граф Игнатиев“ № 38
e-mail: ira_64@abv.bg

Contacts:

Assist.prof. Dr.eng. Ira Taneva

Trakia University – Stara Zagora
Faculty of Technics and technology
8600 гр.Ямбол
ул.Граф Игнатиев № 38
e-mail: ira_64@abv.bg



ВЛИЯНИЕ НА ПАРКОВОТО ИЗКУСТВО В РАЗВИТИЕТО НА СЪВРЕМЕННАТА ПАРКОВА КОМПОЗИЦИЯ

Katerina Despot, Vaska Sandeva

Резюме: Композицията заема централно място в системата от концепции, описващи визуалния образ. Тя е свързана с историята и естетическите категории и с общото понятие с термина "цяло". В теорията на парковото изкуство терминът композиция означава – подреждане на отделни растения или комбинация от изкуствени материали, така че да формират хармонично цяло, подчинено на художествената идея. Основната теоретична работа в парковото изкуство е тясно свързана с принципите на общата теория на композицията. Във всяко изкуство идеята се изразява в художествен образ, който е специфичен за изразната форма на естетическо, конкретно-сензорно рисуване на действието.

Ключови думи: Композиция, Дизайн, Елементи, Принципи, Изкуство

1. Увод

Ако сме ангажирани с изкуството, за да получим своята репутация в нашия живот, който принадлежи на него, с особена страст и любов бихме казали, че правим това за този вид ландшафтно изкуство, од което отдавна сме впечатлени.

Ландшафтът е за нас е толкова духовен проблем като литературата, музиката, театъра и всичко, което означава художествената прогноза на съвременния човек.

INFLUENCE OF PARK ART ON THE DEVELOPMENT OF MODERN PARK COMPOSITION

Vaska Sandeva, Katerina Despot

Abstract: The composition occupies a central place in the system of concepts describing the visual image. It is related to the history and the aesthetic categories and to the commonality with the term "whole". In the theory of park art, term composition means - arrangement of individual plants or combined with dead materials so as to form a harmonious whole subordinate to the artistic idea. The main theoretical works in park art are closely related to the principles of the general theory of composition. In every art, the idea is expressed by an artistic image that is specific to the artificial form of aesthetic, concrete-sensory drawing of the action.

Keywords: Composition, Design, Elements, Principles, Art

1. Introduction

If we are engaged in the art to get our reputation in our life that belongs to it, we have a special passion and love to say that we are doing this for this kind of landscape art, which we have long been impressed with.

The landscape is for us as a spiritual problem as literature, music,

Човек стои в средата на природата с безброй възможности и толкова тревога, бавно, но непрекъснато ограбвайки от живите и непрекъснати части и съизмерими със своите закони на оцеляване и живот. И колкото по-градски живот в живота му, толкова повече се пресича изобретателността на съвременната техника и технология, толкова по-силна, толкова по-спонтанна, необходимостта от подновяване на допир с природата.

Характерната черта на съвременното парково изкуство е неговата близост до човека и обслужва цялото общество. В същото време това е полезно, защото отговаря на нарастващите критерии за отдих и красота, защото задоволява нашето чувство за красота.

Паркът е произведение на изкуството, което съществува в пространството и в различни сезони, в различни периоди на растеж и промяната на растителността.

По отношение постигането на тази цел в днешно време значението на зелените площи е напълно свързано с осигуряването на природната среда и подобряването на влошаващите се условия на нашата околна среда.

2. Изложение

Композицията основа на художественото творение. Композицията е въпрос на отношенията на едно художествено творение. Композицията означава разполагане на масите, линиите, формите цветовете и други елементи, чиито меѓуодноси могат да бъдат, както видяхме в досегашното представяне в повторение, хармония и контраст, в симетрия и асиметрия в различни ритми и др.

Като се има предвид, че първите и

theater, and everything that means the modern man's artistic prognosis.

One stands in the middle of nature with countless possibilities and so much anxiety, slowly, but constantly robbing of the living and uninterrupted parts and commensurate with his laws of survival and life. And the more urban life in his life, the more the ingenuity of modern technology and technology crosses, the stronger, the more spontaneous, the need to renew the touch with nature.

The characteristic feature of modern park art is its closeness to the human being and serving the whole society. At the same time, this is useful because it meets the growing criteria of relaxation and beauty because it satisfies our sense of beauty.

The park is a work of art that exists in space and in different seasons, in different periods of growth and the change of vegetation.

Regarding the achievement of this goal, the importance of green areas is now fully connected with the provision of the natural environment and the improvement of the deteriorating environment.

2. Exposure

The composition of the foundation of the artistic creation.

The composition is a matter of the relationship of an artistic creation. The composition means the placement of the masses, lines, shapes of colors, and other elements whose medallions can be, as we have seen in the present performance in repetition, harmony

най-силни впечатления правят художествените елементи, които оставят впечатлението непосредствено и директно върху чувствата на зрителя, дизайнера трябва да се стреми да изрази своето изражение по-скоро чрез тях, отколкото чрез тематичното съдържание.

Както в човешкото тяло скелет е структура, която носи мускулите и всички други части на тялото, в архитектурата гредите се конструкция, които носят цялата сграда, в изобразителното изкуство композицията е тази структура, която инкорпорира всички елементи.

Една линия, форма, тон, цвят или друго произведение на изкуството или маса могат да бъдат поставени на много места, но въпросът е къде. Този проблем разрешава композицията. Процесът на създаване започва с първата идея, която се ражда като повече или по-малко ясна визия, и на този етап има свой собствен дизайн и тематични отношения.

В началната фаза композицията е въпрос на графика на основните маси и баланс, но колкото повече се строи, все повече се пречиства израза и се определя нейното естетично съдържание. Както и да е, най-малкият ход е част от процеса на композиране, който продължава до приключването на работата.

При избора на тема и мотив трябва да се избягват много сложни теми, тъй като те изискват сложни композиции, които само натоварват създаването с много различия. По-добре е да вземем прост мотив, който може да бъде обогатен с качеството и вариацията в обработката и усъвършенстването на израза.

Елементи на оформлението. Художникът, който реализира идеята си,

and contrast, in symmetry and asymmetry in different rhythms, etc.

Given that the first and the strongest impressions make the artistic elements that leave the impression directly and directly on the viewer's feelings, the designer should strive to express his/her expression through them rather than through the thematic content.

As in the human body skeleton is a structure that carries the muscles and all other parts of the body, in the architecture the beams are constructed, which carry the entire building, in the fine art the composition is that structure that incorporates all the elements.

A line, shape, tone, color or other work of art or mass can be placed in many places, but the question is where. This problem resolves the composition. The process of creation begins with the first idea that is born as a more or less clear vision, and at this stage has its own design and thematic relationships.

In the initial phase, the composition is a matter of charting the masses and balance, but the more it is being constructed, the expression is being purified more and its aesthetic content is determined. Anyway, the smallest move is part of the composing process that lasts until work is over.

When selecting a theme and a motive, very complex themes should be avoided, as they require complicated compositions that only burden creation with many differences. It is better to take a simple motif that can be enriched with the quality and variance in the processing and refinement of the

може да създаде някакъв вид композиция, която да му позволява най-голяма ефективност в израза. Няма правила или ограничения, но горните творения на цялото произведение показват, че са възможни някои обобщения и някакъв вид композиции. Според широко прието типизиране, съществуват три типа композиции: отворена, полуотворена, затворена композиция.

Тези три вида композиции, според тяхната функция и начина, по който са взети, са разделени на две големи и съвсем различни групи, освен споменатото разделение (отворено, полуотворено, затворено), те нямат нищо общо помежду си. Тези групи се наричат: мрежеста и слободна композиция.

Мрежеста композиция може да бъде: отворена, полуотворена, затворена композиция.

Основната му характеристика е, че се развива върху спомагателната мрежа с правилни геометрични форми, които в нормален ритъм се повтарят безкрайно в две или повече посоки.

Мрежата е основата, която определя ритъма и основния вид на съвместното съществуване. Поради повтарянето, без значение какъв мотив, който се повтаря, може да бъде жив и динамичен, състава на окото винаги е повече или по-малко монотонен. Зрителят след първия контакт с една от частите му е дезориентиран за по-нататъшно гледане и е доволен от основното впечатление, което получава от тона, цвета, ритъма. И трите типа състава на мрежата се използват широко за декорации на безброй и най-разнообразни предмети в служба на човека, по всяко време цивилизации на различни нива, материали и техники.

expression.

Elements of the layout. The artist who realizes his idea can create some type of composition that allows him the greatest efficiency in the expression. There are no rules or restrictions, but the above works of the whole work show that some generalizations and some sort of compositions are possible. According to widely accepted typing, there are three types of compositions: open, semi-open, closed composition.

These three types of compositions, according to their function and the way they are taken, are divided into two large and totally different groups, apart from the said division (open, semi-open, closed), they have nothing to do with each other. These groups are called: mesh and elephant composition.

A mesh composition can be: open, semi-open, closed composition.

Its main characteristic is that it develops on the auxiliary network with the correct geometric shapes, which in normal rhythm repeat infinitely in two or more directions.

The web is the foundation that determines the rhythm and the basic form of coexistence. Because of the repetition, no matter what repeat pattern can be alive and dynamic, the composition of the eye is always more or less monotonous. The viewer after the first contact with one of his parts is disoriented for further viewing and is pleased with the main impression. It receives from tone, color, rhythm. All three types of networking are widely used to decorate countless and varied items

Тяхният състав няма център и е разработен в две измерения. През вековете е създал огромно богатство и най-различни мрежести композиции във вид и мрежести композиции под формата на местни занаяти, занаятчийски а в последно време и индустриални продукти.

Слободна композиция. Основната характеристика на тази композиция е, че тя работи доста свободно и без мрежа, което означава, че няма предварително зададени граници и без строго повторение. За разлика от омото, което се прилага в декоративното изкуство, тази композиция обхваща цялото свободно творение, т.е. Така нареченото "чисто" изкуство и през всичките му исторически периоди. И в свободното художествено творчество, като основен, трите вече споменати съставни типа: отворена, полуотворена или фриз, затворена композиция.

Отворена свободна композиция вече е разработен без мрежа и е доста различен от състава на отворената мрежа. Единственото общо нещо между тях е, че този композиция е отворена. Откритостта на свободния състав не е същата като за мрежата. Решетката е наистина отворена от всички страни и безкрайно.

Откритият свободен състав може и не трябва да има център, около който е разработен съставът и може да бъде повече или по-малко симетричен. В съвременното изкуство то е много изпълнено и по-често защото то съответства на духа на съвременния човек и дава на дизайнера повече възможности за свободно изразяване.

В полуотворена свободна композиция или фриз не се използва мрежа. Съставът се развива доста свободно, докато ритъмът играе важна роля. В

in the service of man, at all times civilizations at different levels, materials and techniques.

Their composition has no center and has been developed in two dimensions. Over the centuries, he has created tremendous wealth and a variety of mesh compositions in the form of net-shaped compositions in the form of local handicrafts, craftsmanship, and industrial products.

Free Composition. The main feature of this composition is that it works quite freely and without a network, meaning it has no predefined boundaries and no strict repetition. Unlike the eye that is applied in decorative art, this composition encompasses all the free creation, that is, the so-called "pure" art and throughout its historical periods. And in free artistic creation, as a basic one, the three already mentioned composite types: open, semi-open or frieze, closed composition.

Open free composition has already been developed without a network and is quite different from the open network. The only thing in common between them is that this composition is open. The openness of free stock is not the same as for the network. The grate is really open on all sides and endlessly.

Open free stock may or may not have a center around which the composition is developed and may be more or less symmetrical. In modern art, it is much fulfilled and more often because it corresponds to the spirit of modern man and gives the designer more opportunities for free expression.

много случаи този състав няма център, но дори може да го има. Фризата може да бъде и затворена композиция и е изключително дълга. Поради формата си на ленти и практически неограничена дължина, тя е по-подробна за последователно разказване на различни събития в ход.

Затворената свободна композиция е общо име за много типове композиции, чиято обща особеност се намира в средната част и е видима, че е затворена. Простото затваряне се извършва с шрифт, който може да заема повече или по-малко място, с оформлението на фигурите, линиите, квадратите и т.н. Този тип състав в състава е най-използван. Причината да се позволи повече от другите композиции, е концентриран в средната част и по този начин насочва вниманието на зрителя към това, което дизайнера иска да каже.

Централната композиция може да се развива както в ширина (плоска), така и в дълбочина (перспектива) и може едновременно да се развива както по ширина, така и по дебелина. Такова оформление прилича на театрална сцена и дава възможност в сравнително малко пространство в дълбините да се разглеждат много по-многобройни фигури, отколкото в плоската централна композиция.

От гледна точка на равновесие, в централния състав се наблюдава строга (огледална) симетрия, доста рядко. Почесто балансът се решава чрез комбинация от симетрични и асиметрични елементи и най-често доста асиметрично. Във всички тези случаи, ако има повече асиметрия, има повече динамика.

Радиалния композиция е винаги кръгова или елиптична и винаги

In a semi-open free composition or frieze, no network is used. The composition develops quite freely, while rhythm plays an important role. In many cases, this team has no center, but it can even have it. The friction can also be a closed composition and is extremely long. Because of its band shape and practically unlimited length, it is more detailed for sequential narrative of various events in progress.

Closed free composition is a common name for many types of compositions, whose common feature is in the middle part and is visible to be closed. Simple closing is done in a font that can take up more or less space, with the layout of shapes, lines, squares, and so on. This type of composition in the composition is most used. The reason for allowing more of the other compositions is concentrated in the middle and thus directs the viewer's attention to what the designer wants to say.

The central composition can develop both in width (flat) and in depth (perspective) and can simultaneously develop both in width and thickness. Such a layout resembles a theatrical scene and allows for a much smaller number of shapes to be viewed in a relatively small space than in the flat central composition.

From equilibrium point of view, there is a strict (mirror) symmetry in the central composition, quite rare. More often, the balance is solved by a combination of symmetrical and asymmetrical elements and most often quite asymmetrical. In all these cases, if there is more asymmetry,

централна. Характерно за нея е, че мотивът или фигурите са свързани с центъра, така че те оставят впечатлението, че се движат около него. Има варианти, при които движението се осъществява от центъра до периферията и обратно.

За този тип състав е важно движението и ритъмът да са кръгови. Ако тя не съществува, това е едно нещо, че някой състав е поставен в кръгова форма, той няма да бъде радиален. Но ако съставът вече е радиален, той ще остане, ако не е поставен в кръг, а в друга форма.

Диагонална композиция има мотиви, които не могат да бъдат представени по подходящ начин с нито един от видовете композиции, направени досега, защото се изисква по-изразена диагонална ориентация. Позицията на мотива обаче, поради еднопосочното движение, няма стабилно равновесие и поради противоположния диагонал се претеглят теглата, които са достатъчни и достатъчни за постигането на необходимия баланс. Всеки диагонален състав се решава по този принцип независимо от броя на фигурите.

Шахматен композиция няма определена форма. В това отношение тя не е ясно определена. Тя може да бъде отворена, наполовина отворена или затворена, но винаги е асиметрична. В случай, когато повторението е неизбежно, тогава се правят промени в някой от елементите, или това, което се повтаря, се отдалечава колкото се може повече, като отдръпването на същите стойности разпространява композицията.

Композицията в парковото изкуство, подобно на други изкуства, се третира разположенията и свързването на елементите или частите от съответната

there is more dynamism.

Radical composition is always circular or elliptical and always central. Typical of it is that the motif or the figures are connected to the center, so they leave the impression that they are moving around it. There are variants in which the movement takes place from the center to the periphery and vice versa.

For this type of composition it is important that the movement and rhythm are circular. If it does not exist, it is one thing that somebody is placed in circular shape, it will not be radial. But if the composition is already radial, it will remain if it is not placed in a circle but in another form.

The diagonal composition has motifs that can not be properly represented with any of the types of compositions made so far because a more pronounced diagonal orientation is required. The motif position, however, due to the one-way movement, has no stable equilibrium and because of the opposite diagonal the weights are weighted which are sufficient and sufficient to achieve the necessary balance. Each diagonal composition is decided on this principle regardless of the number of figures.

Chess composition has no definite shape. In this respect, it is not clearly defined. It can be open, half open or closed but always asymmetrical. In the case that the repetition is inevitable, then changes are made to one of the elements or what is repeated moves as far as possible, with the withdrawal of the same values spreading the composition.

The composition of park art, like other arts, deals with the placement

творба в една единствена система. Парковото изкуство е условно замислено и реализирано в два компонента: планиране и пространствен състав.

Всяка градина или парк се състои от два типа композиции - обемни - пространствени и плоски, обединени заедно.

В парковото изкуство условно се разглеждат в две части: планировача и пространствена.

Плоска (планировача) композиция - плоска в два размера, построена от линии и форми и се ползва като основа, основа на пространството. Тя се нарича архитектурно - планово решение на произведението, съставено от различни линии и форми, които образуват алея, детски площадки, тревни повърхности, цветни партери.

Обемно - *пространствена композиция* - в три измерения, чрез нея се създават всички пространства в определен състав. Тя е построена от релефни форми на земята, дървета-храсти, архитектурни, скулптурни и други елементи. Те са взаимосвързани и оказват по-голямо влияние.

При реализацията на проекта първо се прави архитектурно-планово решение и след това се изгражда обемно-пространствената композиция.

Планска композиция - това е плоска композиция в две измерения, изградена от линии и форми, обединени като цяло. Това е основата и началото на пространствената композиция.

В парковата композиция дизайнера съставя ландшафтни ансамбли, затова обслужва всички елементи - разполага с неограничено разнообразие от растителност със своите специфични форми, силуети, структури и цветове. Безкрайното разнообразие от обеми и форми на растителност създава сложни съставни проблеми на производителя,

and connection of the elements or parts of the work in a single system. Park art is conditionally conceived and implemented in two components: planning and spatial composition.

Each garden or park consists of two types of compositions - bulky - spatial and flat, united together.

In park art are conventionally considered in two parts: the planner and the spatial.

Flat (planner) composition - flat in two sizes, built of lines and shapes and is used as a base, the basis of space. It is called the architectural plan of the work, made up of different lines and shapes, which form an alley, children's playgrounds, grass surfaces, colorful parthers.

Volume - spatial composition - in three dimensions, it creates all the spaces in a certain composition. It is built of reliefs of earth, shrub trees, architectural, sculptural and other elements. They are interconnected and have a greater impact.

In the realization of the project, an architectural plan is made first and then the volume-space composition is built.

Planetary Composition - this is a flat composition in two dimensions, made up of lines and shapes, united in general. This is the basis and the beginning of the spatial composition.

In the park composition, the designer creates landscape ensembles, so he serves all the elements - he has an unlimited variety of vegetation with his specific shapes, silhouettes, structures and colors. The endless variety of volumes and forms of vegetation

тъй като е необходимо да се създаде художествен образ, изграден от променливи ефемерни елементи.

Необходимо е да се създаде единство там където всяка едноличност или геометрични ред са изключени, за да се подчертае центъра там където природата сама установила абсолютен баланс, за да се отдели предния от задния план. Когато говорим за естетиката на пейзажа трябва да се разграничи терминът географски пейзаж и пейзаж в парка.

Умишлено проектиран пейзаж се различава от географския пейзаж със своята творческа основа, той е продукт на творчески процес, който в определени граници на общинската територия и чрез видовете изяви на композицията се създава такъв естествен ансамбъл, който има определен център, строго определена граница, пропорционално основни и вторични етапи, съоръжения, свободни и озеленени повърхности.

Композицията на градините и парковете решава не само важни естетически проблеми. За да отговори на съвременните изисквания на градското население и да осигурява почивка, композицията на градините и парковете ще бъде лишена от съдържание, ако не отговаря на човека, ако не е в хармония с неговата социологическа, социална и духовна дейност.

Творческият процес на ландшафтния архитект са функционални и естетически. На платното човек създава вече преобразуван пейзаж, в парка - живее в ландшафта, наблюдава природните феномени, свързани с природата. Естетичното влияние на ландшафта в парка е незабавно, индивидуално, без преходна фаза.

Пространствена композиция е

creates complex composite problems for the manufacturer, as it is necessary to create an artistic image made up of variable epimeric elements.

It is necessary to create a unity where every individuality or geometric order is excluded to emphasize the center where nature alone has established absolute balance to separate the former from the background. When talking about the aesthetics of the landscape, the term geographic landscape and landscape in the park must be distinguished.

The deliberately designed landscape differs from the geographic landscape with its creative basis, it is the product of a creative process which, within certain limits of the municipal territory and through the types of appearances of the composition, creates such a natural ensemble that has a specific center, a strictly defined boundary, and secondary stages, facilities, free and landscaped surfaces.

The composition of gardens and parks solves not only important aesthetic problems. In order to meet the modern requirements of the urban population and provide rest, the composition of gardens and parks will be devoid of content if it does not correspond to man if it is not in harmony with its sociological, social and spiritual activities.

The creative process of the landscape architect is functional and aesthetic. On the canvas man creates an already transformed landscape, in the park - lives in the landscape, observes the natural

състав на обеми и пространства, подредени според определени художествени закони в неразделимо цяло. Този състав има три измерения - 3D. Обхваща всички елементи, които не са включени в плановата композиция, като например: релефни форми, растителност, скулптурна украса, архитектурни пространства и др.

В процеса на обемно - пространственото изграждане на парковската среда от голямо значение имат баланс и взаимосвързаност между растителността и архитектурните обеми. Този процес е приоритет на вегетативните обеми, които преди реализацията са значително по-благоприятни за човека, както и възможностите при изграждането на пространства за почивка в парка или в силно урбанизирани райони.

Съществуват много възможности за композиция. В тази композиция вегетативните обеми играят решаваща роля. Чрез тях се изграждат комбинации от дърво и масиви от храсти и структурата на парка на отворени, полуотворени и затворени пространства, които определят бъдещите основни визури.

Важна роля в пространствената композиция също играе креативен подход при създаването на паркови перспективи. Перспективата е наука за всяка промяна на форми, размери и цветове: обекти на разстояние от определена точка.

При прилагането на закони в парковото изкуство, тази наука е насочена към създаване на точно определени паркови пространства, като част от точно представен и организиран пейзаж.

Парковите пространства не само оказват влияние върху тяхната форма и

phenomena related to nature. The aesthetic influence of the landscape in the park is immediate, individual, without a transitional phase.

Spatial composition is a composition of volumes and spaces arranged according to certain artistic laws in an inseparable whole. This composition has three dimensions - 3D. Covers all items not included in the planned composition, such as: relief shapes, vegetation, sculpture, architectural spaces, etc.

In the process of spatial development of the park environment, balance and interconnection between vegetation and architectural volumes is of great importance. This process is a priority of the growing volumes that are much more favorable to humans than before, as well as the opportunities for building rest areas in the park or in highly urbanized areas.

There are many possibilities for composition. In this composition, vegetative volumes play a decisive role. Through them, combinations of wood and bushes and the structure of the park are constructed in open, semi-open and closed spaces, which determine the future major visions.

An important role in spatial composition also plays a creative approach to creating park perspectives. The perspective is the science of every change in shapes, sizes and colors: objects off a certain point.

In the application of laws in park art, this science is aimed at creating specific park spaces as part of a precisely presented and organized landscape.

размер, но и върху тяхната пластичност. Важен момент в изграждането на пространствена композиция в парковото изкуство е т.нар. хелио-пластика на ландшафта.

Основната причина за това са хвърлените сенки, както и техните собствени сенки на растителни форми, които изграждат тези пространства. При проектирането, взаимното разполагане на отделните растителни индивиди в състава трябва да се има предвид, че хвърлените сенки са по-силни от собствените и те имат по-голямо влияние върху хелио-пластмасовите промени в пространството.

Трябва да се подчертае, че когато се изграждат удължени пространства, като перспективите на парка, основната им гледка трябва да бъде ориентирана от юг на север.

По този начин се постигат два динамични ефекта в тяхната хелио-метрична пластичност. От една страна, търсеният фокус на зрителя е целодневна слънчева светлина. От друга страна, това са сенките на дърветата, които преместват гледката от двете страни. В различните части на деня мозайката, разпространена върху тревата, има по-широки или по-тесни фигури.

Когато още в предварителната концептуална идея се предвиждат последиците от хелио-пластмасата на ландшафта, не трябва да се забравя един друг съществуващ фактор, който влияе върху динамиката на пространства на парковете и тяхната изразителност. Това са въздушните слоеве. Те отразяват на полето на видимост не по-малко от яркостта и сенките.

Основният естествен източник на светлина през нощта е луната. Под

Parks not only affect their shape and size, but also their plasticity. An important point in building a spatial composition in park art is the so-called helioplastics of the landscape.

The main reason for this is the shadowy shadows, as well as their own shadows of plant shapes that make up these spaces. In design, the mutual deployment of the individual plant individuals in the composition should take into account that the cast shadows are stronger than their own and they have a greater impact on the helioplastic changes in space.

It should be emphasized that, when developing extended spaces such as the park's prospects, their main sight must be south-north-oriented.

In this way two dynamic effects are achieved in their heliometric plasticity. On the one hand, the viewer's focus is full-day sunlight. On the other hand, these are the shadows of the trees that move the view from both sides. In the different parts of the day, the mosaic spread on the lawn has wider or narrower shapes.

When the anticipated conceptual idea anticipates the consequences of the helioplastic landscape, one must not forget another existing factor that affects the dynamics of park spaces and their expressiveness. These are the air layers. They reflect the field of vision at least as brightness and shadows.

The main natural source of light at night is the moon. Under the influence of moonlight, vegetation and architectural volumes acquire interesting effects with silver luster.

въздействието на лунната светлина, растителността и архитектурните обеми придобиват интересни ефекти със сребрист блясък.

Полу-осветените отворени пространства се увеличават оптично и придобиват загадъчни контури. В такава ситуация възприемането на парковата среда значително увеличава ролята на други ефимерни средства в парковото изкуство: аромати на цветя и дървета, храсти и тревна растителност, звуците на птиците и бърборенето на потоци и водопади.

Изкуственото осветление е чудесно приложение за акценти на архитектурни обеми, скулптури и водни възможности. Планира се индивидуално в зависимост от спецификата на осветените обекти.

3. Заключение

В изобразителното изкуство терминът "композиция" означава създаването на произведения с такава връзка на отделните части, в която се създава едно цяло. В парковото изкуството елементарен състав може да бъде създаден от 3 дървета, и по-сложни от някои дървета, храст и цвете.

Паркът е сложна композиция, която включва създаването на произведения. Връзката между основните и вторичните компоненти и техните компоненти - релеф, растителност, вода, архитектура, скулптура, формиращи цяло.

Изкуството трябва да проникне широко в зелените повърхности. Необходимо е да се прекрати с досегашните представи за парковата украса. Трябва упорито да търсят оригинални решения, които би надополнили съдържанието на парка, защото парковете са най-често посещаваните места за почивка и отдих. Върху основа на тези факти ние трябва

Semi-lighted open spaces increase optically and acquire mysterious contours. In such a situation the perception of the park environment significantly increases the role of other ephemeral tools in park art: floral and tree fragrances, shrubs and grass vegetation, bird sounds and the chattering of streams and waterfalls.

Artificial lighting is a great application for highlights of architectural volumes, sculptures and water features. It is planned individually depending on the specifics of the illuminated objects.

3. Conclusion

In the fine art, the term "composition" means the creation of works with such a link of the individual parts in which one is created. In park art elemental composition can be created by 3 trees, and more complex than some trees, shrub and flower.

The park is a complex composition that involves the creation of works.

The relationship between the main and secondary components and their components - relief, vegetation, water, architecture, sculpture, forming a whole.

The art must penetrate wide in the green surfaces. It is necessary to end with the previous ideas about the park decoration. You must persistently seek original solutions that would lower the content of the park, because parks are the most frequented places for rest and recreation. On the basis of these facts, we must influence the aesthetic education of people.

да влияем върху естетическото образование на хората.

4. Литература

- [1] Despot, K., V. Sandeva (2015). Modern trends of the 21st century way of looking at the design during adolescence. 15th International Scientific Conference VSU, vol. 3, No.3, ISSN 1314-071X, pp. 28-34
- [2] Despot, K., V. Sandeva (2017). Similarities and differences between design and artwork. The 12th International Conference on Virtual Learning Virtual Learning – Virtual Reality. ISSN 1844-8933
- [3] Sandeva, V., K. Despot (2014). Role of industrial design in the process of product development. Applied Researches in Technics, Technologies and Education, vol. 2, No.3, ISSN 1314-8796, pp.300-309
- [4] Sandeva, V, K. Despot (2017). One line with respect to the industrial design and its psychological representation in green areas. Innovation and Entrepreneurship, vol. 5, No.2, ISSN 1314-9253, pp.95-101
- [5] Ignacio, A. (1982). Architectural composition, Trans. from Spanish, Moscow, High School (in Russian)
- [6] Volkov, N. (1977). Composition in painting, Moscow, Art (in Russian)
- [7] Ilieva, J., Z. Zlatev, R. Yordanova (2018). Application of Fibonacci Series in Computer-Generated Patterns for Contemporary Textiles, International Journal of Textile Science & Engineering: TSE-109, vol. 2018, iss. 1, pp.1-7, DOI: 10.29011/IJTSE-109.100009
- [8] Zlatev, Z., G. Dolapchieva. (2016). Processing and analysis of images of folk costume from southeastern Thrace. Textile and apparel, vol.8, year LXIV, ISSN 1310-912X, pp.16-22

4. References

Контакти:

Prof. Katerina Despot

Университет Гоце Делчев – Шип
кафедра Архитектура и дизайн
Македонија,
e-mail: katerina.despot@ugd.edu.mk

Prof. Vaska Sandeva

Университет Гоце Делчев – Шип
кафедра Архитектура и дизайн
Македонија,
e-mail: vaska.sandeva@ugd.edu.mk

Contacts:

Prof. Vaska Sandeva

University of Goce Delchev - Stip
Department of Architecture and
Design, Macedonia
e-mail: vaska.sandeva@ugd.edu.mk

Prof. Katerina Despot

University of Goce Delchev – Stip
Department of Architecture and
Design, Macedonia,
e-mail: katerina.despot@ugd.edu.mk



INSTITUTE FOR INNOVATION AND
ENTREPRENEURSHIP

www.iip.bg

