Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (1), 251-260 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Технология за получаване на високобелтъчен хляб тип „диабетичен“ предназначен за специфични здравословни нужди

Илиана Лазова-Борисова

Институт по криобиология и хранителни технологии бул.“Черни връх“53, 1407 София, България

Technology for obtaining of high-protein bread "diabetic" for specific health needs

Iliana Lazova-Borisova

Institute of Cryobiology and Food Technologies, 53 Cherni Vrah Blvd., 1407 Sofia, Bulgaria

E-mail: iliana_lazova@abv.bg

Received: *08.05.*2018 *Accepted:* 07.08.2018 *Published:* 20.08.2018

РЕЗЮМЕ

Целта на настоящия научен труд е с подходящи високопротеинови брашна да се разработи нова технология за високобелтъчен хляб тип „диабетичен“ предназначен за специфични здравословни нужди, както и да се постигнат оптимални параметри за получаването му. Използвани са ръжено, тиквено, слънчогледово брашно, ръжена закваска, суха мая, готварска сол, сух глутен и питейна вода. Анализиран е физико-химичният и минералният състав на високобелтъчния хляб.

Направена е предварителна подготовка на сухата ръжена закваска и сухия глутен, като се заливат с 30 ml вода с температура 38 ºС и се оставят да се разтворят за 10 минути. Ферментацията е проведена в термостат за 20 минути при 36 ºС, премесване и ферментация за 30 минути. Окончателната ферментация е 50 минути. Изпичането е проведено за 50 минути при 200 ºС.

Използвана е едновременно суха

SUMMARY

The purpose of the present scientific work is to develop high-protein flour to develop a new technology for "diabetic" high-protein bread intended for specific health needs and to achieve optimal parameters for obtaining it. Rye, pumpkin, sunflower flour, rye kernel, dry yeast, salt, dry gluten and water were used. The physico-chemical and mineral composition in the bread was analyzed.

Pre-conditioning was done as dry rye kernel and dry gluten were poured into 30 ml of water at 38 °C and allowed to dissolve for 10 minutes. The fermentation is carried out in a thermostat for 20 minutes at 36 °C, mixing and fermentation for 30 minutes. The final fermentation is 50 minutes. The baking is 50 minutes at 200 °C.

Rye starter based on spontaneous lactic acid fermentation is used to give мая и ръжена закваска, като е предизвикана спонтанна млечно-кисела ферментация, която дава стабилност на процеса.

Разработен е нов технологичен режим с по-ниски ферментационни загуби в сравнение с до сега прилаганият двуфазен метод. Използва се еднофазен метод на замесване.

Удължен е срокът на годност от 72 часа на 96 часа.

От ръжено брашно с добавка тиквеното и слънчогледовото брашно може да се получи високобелтъчен хляб тип “диабетичен“с много добри хлебопекарни свойства. Този хляб е без ГМО, консерванти и оцветители. Високобелтъчният хляб може да се консумира с профилактична цел и е предназначен за хора страдащи от диабет, сърдечно – съдови заболявания и затластяване.

Ключови думи: високобелтъчен хляб, диабет, сърдечно-съдови заболявания

process stability.

A new technological regime has been developed with lower fermentation losses compared to the two-phase method used so far. A single-phase mixing method is used.

The shelf life is extended from 72 hours to 96 hours.

High-protein bread type "diabetic" with very good baking properties can be obtained from rye flour with the addition of pumpkin and sunflower meal. This bread is GMO-free, preservative-free and without colouring. High protein bread can be consumed for prophylactic purposes and is intended for people suffering from diabetes, cardiovascular disease and obstruction.

Key words: high-protein bread, diabetes, cardiovascular disease

УВОД

В последно време се наблюдава тенденция на засилен интерес към производството и консумацията на различни видове хляб с увеличено съдържание на диетични влакнини, като: пълнозърнест хляб, хляб с трици, хляб с ниска калорийна стойност и др. Производството на тези продукти се различава от това на обикновения хляб, тъй като по-високото съдържание на влакнини води до увеличаване абсорбцията на вода, което се отразява върху консистенцията на тестото и съответно върху качеството на крайния продукт. Влакнините се съдържат основно в растителните клетъчни мембрани. Те са трудно смилаеми от организма. Поради тяхната голяма набъбваща способност, растителните влакнини могат да свързват голямо количество вода, при което значително увеличават обема си. Това спомага за регулиране консистенцията на приеманата храна в стомаха и особено в червата и играе важна роля за по-бързото ú преминаване през храносмилателния тракт. Ръженото брашно има предимства пред пшениче-

INTRODUCTION

Recently, there has been a tendency for increased interest in the production and consumption of various types of bread with increased dietary fibre content such as whole grain bread, bran bread, low calorie bread, etc. The production of these products differs from that of ordinary bread, as the higher fibre content leads to an increase in water absorption, which affects the consistency of the dough and, consequently, the quality of the final product. Fibre is mainly found in plant cell membranes. They are hardly digestible by the body.

Due to their high swelling capability, plant fibres can bind a large amount of water, significantly increasing their volume. This helps regulate the consistency of food in the stomach and especially in the intestine and plays an important role in the faster passage through the digestive tract.

Rye flour has advantages over wheat,

ното, защото е по-богато на полезни за здравето растителни влакнини. То съдържа от 8÷15% протеини, а мазнините в различните сортове ръж са около 1,6%. Леснохидролизуеми полизахариди са водоразтворими и съдържат въглехидрати, които са почти 100% усвояеми за човешкия организъм (Mihalkova, 2009; Mihalkova et al., 2013; Mihalkova et al., 2014). Това включва основно нишестето и разтворимите влакнини. Труднохидролизуеми полизахариди са лигнините, които в зърнените суровини са много малко. Те са неусвояеми и неразтворими във вода влакнини. Влакнините намаляват времето на месенето, за това е по-добре да се меси по-малко, отколкото да се премесва тестото. Времето за ферментация и температурата трябва да се намалят при увеличаване количеството на маята. Когато се произвежда с маено тесто, трябва да се използва активиране на маята при замесване на тестото. Претегленото тесто и обема на готовия хляб изискват специално внимание. Загубите при печенето зависят от вида на използваните влакнини и желаната калорична стойност на отрязано парче от хляба. Условията на печене (време и температура) трябва да се оптимизират за хляб с високо съдържание на влакнини, за да се получи нормално покафеняване на кората на хляба и да се избегне излишната загуба на влага. По-дългото време на печене и по-ниските температури могат да доведат до излишно покафеняване на кората. Нарязването е проблем поради съдържанието на влага и структурата на средината. Производството на хляб за специфични здравословни нужди заема голям дял от общото производство (Genadiev et al., 1968; Atanasova and Popova, 1977; Vangelov, 1999; Karadjov et al., 2007). Това е хляб, който освен нормалната си хранителна стойност, убедително показва, че има здравословен ефект върху една или повече функции на организма. Съществува друга голяма група от хора, която консумира хляб с ниско съдържание на въглехидрати. На диабетиците се препоръчва хляб с повишено съдържание на влакнини и ниско съдържание на лесно усвояеми въглехидрати, обик-

because it is more rich in plant health. It contains 8 ÷ 15% of the protein, and the fat in the different types of rye is about 1.6%. Easily hydrolyzable poly-saccharides are water-soluble and contain carbohydrates that are almost 100% digestible to the human body (Mihalkova, 2009; Mihalkova et al., 2013; Mihalkova et al., 2014). This includes mainly starch and soluble fibre. Hardly hydrolyzable polysaccharides are lignins that are very small in the grain. They are unavoidable and water-insoluble fibres. Fibres reduce the mating time, so it is better to knead less than to mix the dough. Fermentation time and temperature should be reduced when increasing the amount of yeast. When produced with yeast dough, yeast activation should be used when the dough is blended. Fermentation time and temperature should be reduced when increasing the amount of yeast. When produced with yeast dough, yeast activation should be used when the dough is blended. Weighted dough and the volume of ready-made bread require special attention. Losses in baking depend on the type of fibre used and the desired calorific value of the cut piece of bread. The baking conditions (time and temperature) should be optimized for high fibre loaves in order to achieve normal browning of the bread crust and to avoid excessive moisture loss. Longer baking times and lower temperatures may result in unnecessary browning of the bark. Cutting is a problem due to the moisture content and the structure of the medium. Bread production for specific health needs accounts for a large share of total production (Genadiev et al., 1968; Atanasova and Popova, 1977; Vangelov, 1999; Karadjov et al., 2007). This is bread that, apart from its normal nutritional value, convincingly shows that it has a healthy effect on one or more functions of the body. There is another large group of people who consume low-carb bread. Diabetics are recommended for bread with increased fibre content and low content of easily digestible carbohydrates, usually so-called black bread – whole новенно така наречения черен хляб – пълнозърнест пшеничен, ръжено-пшеничен и многозърнест хляб. Във формулите на този вид хляб често се използват подобрители като захар и ензими, които разграждат част от въглехидратите до захари и всъщност при консумация на този хляб се повишава кръвната захар (Stambolova et al., 1978; Sandev, 1979). Подходът към търсене на най-успешните формули за този хляб трябва да бъде чрез повишаване съдържанието на глутена да се намалява въглехидратната част. За да се гарантира производството на здравословен хляб с високо съдържание на влакнини и без използване на изкуствени подобрители може да се използва технологията за приготвяне на хляб с млечнокисели закваски. Производството на хляб с функционални добавки, като разтворими и неразтворими влакнини, глутен, минерали и витамини може да играе положителна роля върху здравето на масовия консуматор, ако тези храни са произведени с необходимото качество и на достъпна цена. За производството на така наречения черен хляб се използват пълнозърнести пшеничени и ръжени брашна с добавка на коректори, като ензими или други изкуствени подобрители. У нас в миналото е произвеждан диетичен хляб "Тунджа", в който са влагани овесени ядки и овесено брашно (Belitz and Crosch, 1991; Antonova and Mangova, 2003; Hadjikinova et al., 2007). Този тип хляб е предназначен за диабетици и е обогатен на белтъчини и минерали. Науката за храните може да предостави технологични решения за здравословни и функционални храни, които при продължителна употреба имат благоприятно влияние върху човешкия организъм, стимулират имунната система и играят превантивна роля срещу незаразните заболявания. Епидемиологични проучвания от последните години са показали защитната роля на пълнозърнестите храни при някои заболявания на съвременните общества, като диабет тип 2, сърдечно-съдови заболявания и някои видове карценоми.

wheat, rye-wheat and multi-grain bread (Stambolova et al., 1978; Sandev, 1979). Brewer’s formulas often use improvers such as sugar and enzymes that decompose some of the carbohydrates to sugars, and in fact consumption of this bread increases blood sugar. The approach to looking for the most successful formula for this bread should be by increasing the gluten content to reduce the carbohydrate moiety. In order to ensure the production of healthy high-fibre bread and without the use of artificial improvers, the technology for making bread with lactic acid starters can be used.

The production of bread with functional additives such as soluble and insoluble fibre, gluten, minerals and vitamins can play a positive role in the health of the mass consumer if these foods are produced in the required quality and at an affordable price. For the production of so-called black bread, whole wheat and rye flours are used with the addition of correctors, such as enzymes or other artificial improvers.

In our past, we have produced dietary bread "Tundzha", in which oatmeal and oatmeal have been added (Belitz et al., 1991; Antonova and Mangova, 2003; Hadjikinova et al., 2007). This type of bread is for diabetics and is enriched with protein and minerals. Food science can provide technological solutions for healthy and functional foods that, over extended use, have a beneficial effect on the human body, stimulate the immune system and play a preventive role against non-communicable diseases.

Epidemiological studies of recent years have shown the protective role of whole grains in certain diseases of modern societies, such as type 2 diabetes, cardiovascular diseases and certain types of carcinomas.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

1. Суровини и материали: ръжено брашно, готварска сол, питейна вода, суха мая, суха ръжена закваска, сух глутен.
2. Добавки: високопротеинови брашна (тиквено и слънчогледово).
3. Определяне на пепелно съдържание на хляба – БДС ISO 2171: 1999.
4. Пробно лабораторно изпичане – еднофазен метод на замесване на тестото (Karadzhov, 2007).
5. Определяне на обема и цвета на хляба – метод, описан от Haralampiev (1970).
6. Определяне на съдържанието на протеин в хляба – по Келдал (Nx6,25).
7. Определяне на съдържанието на мазнини в хляба – Genadiev (1968).
8. Определяне на микро – и макроелементи в хляба с помоща на спектрофотометрия AES-ICP "Varian - Liberty II".
9. Определяне на влакнини в хляба – БДС ISO 5498: 1999.

MATERIALS AND METHODS

1. Raw materials: rye flour, salt, water, dry yeast, dry rye starter, dry gluten.
2. Additives: high-protein flours (pumpkin and sunflower).
3. Determination of ash content of flour and ready-made bread – BDS ISO 2171: 1999.
4. Laboratory baking – one-phase method of involvement (Karadzhov, 2007).
5. Determination of bread volume and colour – method described by Haralampiev (1970).
6. Determination of Protein in Flour and Prepared Bread – Keldahl Method (Nx6,25).
7. Determination of fat in flour and ready-made bread –Genadiev (1968).
8. Determination of the macro and microelements of atomic emission spectrometer – AES-ICP "Varian - Liberty II".
9. Determination of fibres in flour and ready-made bread – BDS ISO 5498: 1999.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Пробно лабораторно изпичане на високобелтъчен хляб от ръжено брашно, ръжена закваска, суха мая и сух глутен и добавки на тиквено и слънчогледово брашно

Рецептурен състав на тестото

RESULTS AND DISCUSSION

Trial laboratory roasting of high protein bread made of rye flour, rye kernel, dry yeast and dry gluten, and additives of pumpkin and sunflower flour

Dough composition of the dough

Контрола / Control

основни и допълнителни суровини basic and additional raw materials	структурообразуващи елементи structuring elements
ръжено брашно / rye flour – 150,0 g	ръжена закваска / rye starter – 6,0 g
сол / salt – 3,0 g	сух глутен / dry gluten – 2,0 g
суха мая / dry yeast – 3,0 g	

Проба / Sample 1

основни и допълнителни суровини basic and additional raw materials	структурообразуващи елементи structuring elements
ръжено брашно / rye flour – 110,0 g тиквено брашно / pumpkin flour – 40,0 g сол / salt – 3,0 g суха мая / dry yeast – 3,0 g	ръжена закваска / rye starter – 6,0 g сух глутен / dry gluten – 2,0 g

Проба / Sample 2

основни и допълнителни суровини basic and additional raw materials	структурообразуващи елементи structuring elements
ръжено брашно / rye flour – 120,0 g слънчогледово брашно / sunflower flour – 30,0 g сол / salt – 3,0 g суха мая / dry yeast – 3,0 g	ръжена закваска / rye starter – 6,0 g сух глутен / dry gluten – 2,0 g

Технологична подготовка

Направена е предварителна подготовка на сухия глутен и ръжената закваска като се заливат с 30 ml вода с температура 38 °C, престояват 10 минути за да хидратират. Замесва се тесто от брашната и останалите компоненти с температура на водата 38 °C.

Характеристика на тестата след замесване

контрола – ръжено брашно, ръжена закваска, суха мая

лепи, меко, бухнало тесто, светлобежов цвят

проба 1 – ръжено и тиквено брашно, ръжена закваска, суха мая

лепи, добре развито, зеленикав цвят

проба 2 – ръжено и слънчогледово брашно, ръжена закваска, суха мая

нормална консистенция, по-малко лепи от проба 1, добре развито, бледобежов цвят

На Фигура 1 е показан външния вид на замесените теста. Ферментацията е проведена за 20 минути при 36 ºC, премесване и ферментация за още 30 минути. Окончателната ферментация е 80 минути. На Фигура 2 е показан външния вид, а на Фигура 3 е показан разреза на хляба.

Technological preparation

Pre-preparation of dry gluten and rye starter was made by pouring with 30 ml of water at 38 ° C, staying 10 minutes to hydrate. Mix dough from flour and other ingredients with a water temperature of 38 °C.

Characteristics of the test after blending

control – rye flour, rye yeast, dry yeast

glue, soft, puffy dough, light beige colour

sample 1 – rye and pumpkin flour, rye starter, dry yeast

glue, well developed, greenish colour

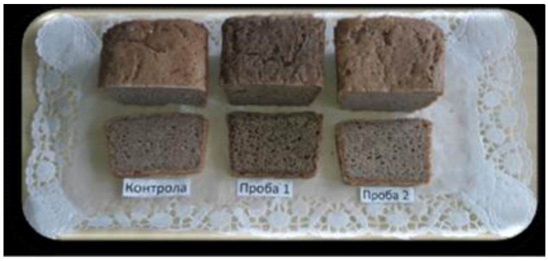
sample 2 – rye and sunflower flour, rye starter, dry yeast

normal consistency, less glue than sample 1, well developed, pale beige colour

On Figure 1. is appearance of the kneaded dough. The fermentation was carried out for 20 minutes at 36 °C, stirring and fermentation for another 30 minutes. The final fermentation is 80 minutes. On Figure 2 is shown appearance of the bread and on Figure 3 is shownsection of the bread.

Фиг. 1. Външен вид на замесените теста от ляво на дясно: контрола, проби 1и 2
Fig. 1. Appearance of the kneaded dough left to right: control,sample1 and sample 2

Фиг. 2. Външен вид на хляба от ляво на дясно: контрола, проби 1 и 2
Fig. 2. Appearance of the bread left to right: control,sample1 and sample 2



Фиг. 3. Разрез на хляба от ляво на дясно: контрола, проби 1 и 2
Fig. 3. Section of the bread left to right: control,sample1 and sample 2

На Таблица 1 е показана влагата на контролата и пробите 1 и 2, които варират от 45,70% до 47,54 %, с най-голяма маса е проба 2 (259,4 g), обема на проба 2 е най-нисък 390 cm^3, а обема на проба 1 е най-висок 500 cm^3.

Table 1 shows the moisture of control and samples 1 and 2 ranging from 45.70% to 47.54%, with the largest sample being sample 2 (259.4 g), the volume of sample 2 being the highest, low 390 cm^3, and sample volume 1 is at most 500 cm^3.

Таблица 1. Качествена оценка на високобелтъчния хляб
Table 1. Qualitative assessment of high-protein bread

Високобелтъчен хляб High-protein bread	Маса Mass g	Обем Volume cm^3	L mm	H mm	W mm	Влага Moisture %	С.В. Total solids %
Контрола / Control	248,4	410	123	50	82	47,54	52,46
Проба / Sample 1	253,5	500	126	52	82	46,72	53,28
Проба / Sample 2	259,4	390	122	53	82	45,70	54,30

На Таблица 2 е показан физико-химичната характеристика на хляба. По отношение на киселинността с най-високо съдържание е проба 1 (6,1 ◦H), а с най-ниско съдържание е проба 2 (5,9 ◦H). Няма съществена разлика между различните проби. По отношение на влагата с най-високо съдър-

Table 2 shows the physico-chemical characteristics of the bread. Concerning the acidity with the highest content is sample 1 (6,1 °H), and with the lowest content sample 2 (5,9 °H). There is no significant difference between the different samples. The highest level of moisture is the control (47.54%), and the жание е контролата (47,54%), а с най-ниско съдържание е проба 2 (45,70%). По отношение на протеините с най-високо съдържание е проба 1 с участие на тиквено брашно (9,43%), респективно с най-ниско съдържание е контролата без добавени високопротеинови брашна (5,95%), което е с 3,48 % по-малко. По отношение на мазнините с най-високо съдържание е проба 1 (6,89%), а с най-ниско съдържание е контролата (0,66%), което е 10 пъти повече при влагането на високопротеинови брашна. По отношение на влакнините с най-високо съдържание е проба 2 с участието на слънчогледовото брашно (6,84%), а с най-ниско съдържание е проба 1 с участието на тиквеното брашно (4,33%), което е 2,5 пъти по- малко. По отношение на пепелното съдържание с най-високо съдържание е проба 2 (1,92%), а с най-ниско съдържание е проба 1 (1,16%). Няма съществена разлика между различните проби. По отношение на въглехидратите с най-високо съдържание е контролата (39,96%), а с най-ниско съдържание е проба 1 (32,07%). При влагането на слънчогледовото и тиквеното брашно въглехидратната компонента намалява.

lowest content is sample 2 (45.70%).

For protein with the highest content is sample 1 with participation of pumpkin flour (9,43%), respectively with the lowest content is the control without added high protein flour (5,95%), which is 3,48% less.

For fat with the highest content, sample 1 (6.89%) and the lowest content is the control (0.66%), which is 10 times higher when high-protein flour is added.

For fibre with the highest content is sample 2 with sunflower meal (6,84%), and the lowest content is sample 1 with the participation of the pumpkin flour (4,33%), which is 2,5 times less. As for ash content with the highest content is sample 2 (1,92%) and with the lowest content is sample 1 (1,16%). There is no significant difference between the different samples.

The highest percentage of carbohydrates is the control (39.96%), and the lowest content is sample 1 (32.07%). With the addition of sunflower and pumpkin flour, the carbohydrate component decreases.

Таблица 2. Физико-химична характеристика на високобелтъчния хляб
Table 2. Physico-chemical characteristics of high-protein bread

Високо белтъчен хляб High-protein bread	Киселинност Acidity ◦H (x±sd)	Влага Moisture % (x±sd)	Протеини Proteins % (x±sd)	Мазнини Fat % (x±sd)	Влакнини Fibres % (x±sd)	Пепел Ash % (x±sd)	БЕВ Carbo-hydrates %
Контрола / Control	6,0±0,01	47,54±0,02	5,95±0,02	0,66±0,01	4,72±0,01	1,17±0,01	39,96
Проба / Sample 1	6,1±0,01	46,72±0,02	9,43±0,02	6,89±0,01	4,33±0,01	1,16±0,01	32,07
Проба / Sample 2	5,9±0,01	45,70±0,02	7,10±0,02	6,10±0,01	6,84±0,01	1,92±0,01	32,34

На Таблица 3 е отразена енергийната стойност, която варира от 204 kcal/100g продукт до 357 kcal/100g продукт, като при контролата е най-ниска, а респективно при проба 1 с участието на тиквеното брашно нараства близо 2 пъти.

Table 3 reflects an energy value ranging from 204 kcal/100g of product to 357 kcal/100g of product, with the control being the lowest and, respectively, of sample 1 with the participation of the pumpkin flour increased about 2 times.

Таблица 3. Енергийна стойност на високобелтъчния хляб (kcal/100 g продукт)
Table 3. Energy value of high-protein bread (kcal/100 g product)

Високобелтъчен хляб High-protein bread	Енергийна стойност Energy value kcal/100 g продукт / product
Контрола / Control	204
Проба / Sample 1	357
Проба / Sample 2	282

На Таблица 4 е показано съдържанието на макро- и микроелементи в хляба (mg/kg оригинална субстанция). Най-високо съдържание на Са е установен в проба 1(960 mg/kg ОС).

Преизчисление на Na в хляба:
Na – 3,877 g/1000g ОС (проба 1)
Na – 0,3877 g/100g ОС (0,18 %)
NaCl –0,3877 х 2,56=0,99 g/100g ОС (0,99 %)

Допустимата концентрация на готварска сол в хляба е до 1,2%.

Table 4 shows the content of macro and trace elements in the bread (mg/kg of original substance). The highest Ca content was found in sample 1 (960 mg/kg OS).

Recalculating Na in the bread:
Na – 3,877 g/1000 g OS (sample 1)
Na – 0.3877 g/100 g OS (0.18%)
NaCl – 0,3877 x 2.56 = 0.99 g/100g OS (0.99%)

Acceptable salt concentration in bread is <1.2%.

Таблица 4. Съдържание на макро- и микроелементи във високобелтъчния хляб
Table 4. Content of macro- and trace elements in high-protein bread

Високобелтъчен хляб High-protein bread	Макроелементи, mg/ kg ОС Macroelements, mg/kg				Микроелементи, mg/ kg ОС Trace elements, mg/kg				
	Ca	K	Mg	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Контрола / Control	267	3181	954	381	1,0	2,7	16,3	37,2	24,2
Проба / Sample 1	960	4777	1959	388	1,1	5,2	33,8	44,3	48,6
Проба / Sample 2	32	3996	1196	388	1,0	6,0	22,7	38,0	40,0

ИЗВОДИ

Резултатите от проведените изследвания и научни експерименти, дават основание за следните изводи:

1. Използван е еднофазният метод на замесване на тестата, за разлика от традиционният двуфазен и многофазен.

2. Използвани са суха мая и ръжена закваска, което е спонтанна млечно – кисела ферментация за постигане на едра шупливост и добра порьозност на средината на готовия хляб, както и дава спонтанност на процеса.

3. Намалено е времето за окончателна ферментация на 50 минути.

4. Времето за изпичане е намалено на 50 минути.

CONCLUSIONS

The results of the conducted research and scientific experiments give grounds for the following conclusions:

1. The one-phase method of interfering with the test is used, unlike the traditional two-phase and polyphase.

2. Dry yeast and rye starter have been used, which is a spontaneous lactic acid fermentation to achieve a large porosity and good porosity of the medium of the ready-made bread, as well as spontaneity of the process.

3. Reduce the final fermentation time to 50 minutes.

4. Time for bake is reduced to 50 minutes.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Antonova, N. and M. Mangova**, 2003. Grain Biochemical Characterisation of Mina Naked oat. In:10th Yugoslav Congress of Nutrition. Belgrade, 16-19 October. *Journal “Zito-Hleb/ Cereal-Bread”*, Novi sad, Serbia, 30 (2), 65-69.
2. **Atanasova, E. and V. Popova**, 1977. A Guide on Bakery. Technics. Sofia, pp. 351 (Bg).
3. **Belitz, H.D. and W. Crosch**, 1991. Lebensmittel tabelle furdie praxis. Stuttgart, 2, 245-255 (Gn).
4. **Genadiev, A., D. Kalcheva, N. Nenchev., D. Tevekelev and N. Chavdarov**, 1968. Analysis of Food Products, Sofia, Technique (Bg).
5. **Hadzhikinova, M ., D. Hadjikinov and E. Piotrovska**, 2007. Additives in the Food and Beverages Industry, Academic Edition UHT, Plovdiv, pp. 76-86 (Bg).
6. **Haralampiev, D., A. Cigshheva, M. Minchev and G. Velev**, 1970. Paper on Bread Production. Sofia, Technika (Bg).
7. **Karadzhov, G., R. Vassileva and M. Nikolova**, 2007. Bread, Bakery and Confectionery Technology. Sofia, Matcom Ltd (Bg).
8. **Mihalkova, N.,** 2009. Another scientific proof of the positive influence of bread on human health. *Food industry*, No. 2, 50-52 (Bg).
9. **Mihalkova, N., S. Ivanova, I. Petrova and G. Marinova**, 2013. Healthy Bread of Mixed Flour. *Agriculture Plus*, No. 6,18-21 (Bg).
10. **Mihalkova, N., S. Ivanova and L. Angelov**, 2014. Receiving Bread with Healthy Ingredients – a mixture of rye, oat and wheat flour. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 17 (5), 1200-1219.
11. **Sandev, C.,**1979. Chemical Methods of Analysis of Feeds. Sofia (Bg).
12. **Stambolova, M., T. Chomoneva and T. Argirova**, 1978. Practical Guide to Biochemistry. Sofia, 292 (Bg).
13. **Vangelov, A.**, 1999. Raw materials for bread, bakery and confectionery production. Sofia, Matcom, pp. 199 (Bg).

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (1), 261-266 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Сравнителна характеристика между ръжено, тиквено и слънчогледово брашно

Илиана Лазова-Борисова

Институт по криобиология и хранителни технологии,
бул.“Черни връх“53, 1407 София, България

Comparative characteristic between rye, pumpkin and sunflower flour

Iliana Lazova-Borisova

Institute of Cryobiology and Food Technologies, 53 Cherni Vrah Blvd., 1407 Sofia, Bulgaria

E-mail: iliana_lazova @abv.bg

Received: 08.05.2018 *Accepted*: 07.08.2018 *Published:* 20.08.2018

РЕЗЮМЕ

Целта на настоящето изследване е да се анализира и изследва физико-химичния и минералния състав на ръженото и високопротеинови брашна – тиквено и слънчогледово. Влагата при тези брашна варира от 4,04% до 10,50 %, като най-ниска е при слънчогледовото брашно, а респективно най-висока е при ръженото брашно. Пепелното съдържание на изследваните брашна е с най-висока концентрация при тиквеното брашно 3,93%, а най-ниска при ръженото 1,00 %. По отношение на протеиновото съдържание ръженото брашно е с най-ниска концентрация 8,75%, а тиквеното с най-висока концентрация 35,40%. По отношение на мазнините с най-ниско съдържание е ръженото брашно 1,25 %, а с най-високо съдържание е слънчогледовото брашно 51,40%.

Тиквеното и слънчогледовото брашно са с високо съдържание на протеини и мазнини. По отношение на минералния състав тези брашна са бедни на Ca, K, Zn, Mg, Mn и Na.

Постигнатите технологични характеристики ги определят като високоенер-

SUMMARY

The objective of this study was to analyze and investigate the chemical and mineral composition of rye and high-protein flour – pumpkin and sunflower. The moisture content of these flours ranges from 4,04% to 10,50%, the lowest in sunflower flour and the highest in rye flour respectively. The ash content of the tested flours has the highest concentration in the pumpkin flour of 3.93% and the lowest in the rye 1,00 %. With regard to protein content, rye flour has the lowest concentration of 8,75 % and the pumpkin with the highest concentration 35,40%. For the fats with the lowest content, rye flour is 1.25 % and the highest content is sunflower flour is 51.40%.

Pumpkin and sunflower flours are high in protein and fat. With regard to the mineral composition, these flours are poor in Ca, K, Zn, Mg, Mn and Na.

Achieved technological features define them as highly energy-efficient and

гийни и ги прави подходящи за приготвяне на хляб и хлебни изделия, които да се консумират както с профилактична цел, така и при хора страдащи от диабет, сърдечно-съдови и други заболявания.

Ключови думи: брашно, ръжено, тиквено, слънчогледово, болести

make them suitable for bread and bakery products to be eaten both for prophylactic purposes and for people suffering from diabetes, cardiovascular and other diseases.

Key words: flour, rye, pumpkin, sunflower, diseases

УВОД

Ръженото брашно има предимства пред пшениченото, защото е по-богато на полезни за здравето растителни влакнини. То съдържа от 8÷15% протеини, а мазнините в различните сортове ръж са около 1,6%. Леснохидролизуеми полизахариди са водоразтворими и съдържат въглехидрати, които са почти 100% усвояеми за човешкия организъм. Това включва основно нишестето и разтворимите влакнини. Труднохидролизуеми полизахариди са лигнините, които в зърнените суровини са много малко (Vangelov, 1976; Atanasova and Popova, 1977; Vangelov, 1989). Те са неусвояеми и неразтворими във вода влакнини. Влакнините намаляват времето на месенето, за това е по-добре да се меси по-малко, отколкото да се премесва тестото. Слънчогледовите семки са богат източник на витамин Е, В и D. Количеството на слънчевият витамин е много повече, отколкото в черния дроб на риба треска, която се е счита за един от най-богатите източници на витамин D. Освен това сред минералите е най-значително количеството на фосфор и калий, но също така са богати на селен, магнезий, цинк, натрий, силиций, хром, мед, колбат и дори желязо. Слънчогледовите семки съдържат много незаменими аминокиселини, които осигуряват нормален обмен на мазнини в организма и подпомагат работата на сърдечно-съдовата система, както и на жлезите с вътрешна секреция. Слънчогледовите семки са отлична закуска за тези от вас, които страдат от инсулинова резистентност и диабет тип 1 и 2 (Genadiev et al., 1968; Vangelov, 1999; Karadzhov et al., 2007). След отличните им свойства е и умението им да поддържат стабилни нивата на кръвната захар. Тиквените семки са изключително

INTRODUCTION

Rye flour has advantages over wheat, because it is richer in plant health. It contains 8 ÷ 15% of the protein, and the fat in the different types of rye is about 1.6%. Easily hydrolyzable polysaccharides are water-soluble and contain carbohydrates that are almost 100% digestible to the human body. This includes mainly starch and soluble fibre. Hardly hydrolyzable polysaccharides are lignins that are very small in the grain (Vangelov, 1976; Atanasova and Popova, 1977; Vangelov, 1989). They are unavoidable and water-insoluble fibres. Fibres reduce the mating time, so it is better to knead less than to mix the dough.

Sunflower seeds are a rich source of vitamin E, B and D. The amount of sun vitamin is much more than in the liver of fish fever, which is considered one of the richest sources of vitamin D. In addition, minerals have the most significant amount of phosphorus and potassium but are also rich in selenium, magnesium, zinc, sodium, silicon, chromium, copper, cupola and even iron. Sunflower seeds contain many essential amino acids that provide normal body fat metabolism and support cardiovascular and gut function.

Sunflower seeds are an excellent breakfast for those of you who suffer from insulin resistance and type 1 and 2 (Genadiev et al., 1968; Vangelov, 1999; Karadzhov et al., 2007).

After their excellent properties is their ability to maintain stable blood sugar levels. Pumpkin seeds are extremely rich богати на витамини, антиоксиданти и минерали, а високата концентрация на безценните и незаменими аминокиселини, каквито определено са глутаматът и триптофана, превръщат семките в задължителен компонент от седмичното ни здравословно меню. Тиквените семки са безспорно вкусни и нискокалорични – две особености, които надали ще ви убягнат при следването на даден хранителен режим. Има много доказателства, че тиквените семки са от голяма полза за лечение на диабет. Това става ясно след изследвания върху животни. Поради тази причина се счита, че изследванията в тази област са предварителни (Radoev, 1962; Sandev, 1979). Намаляване на оксидативния стрес играе ключова роля в много проучвания, които показват ползите от тиквени семки за животни с диабет. Изследванията са фокусирани върху лигнани, които имат голям антиоксидантен и анти-естрогенен ефект. Това най-вече може да ви предпази от рак на гърдата при жените и рак на простата при мъжете. Тези заболявания са получили голямо внимание в света на научните изследвания във връзка с приема на тиквено семе и е доказано, че съдържанието на лигнани е много полезно против рака.

in vitamins, antioxidants and minerals, and the high concentration of priceless and indispensable amino acids, which are definitely glutamate and tryptophan, make seeds a mandatory component of our weekly healthy menu. Pumpkin seeds are undoubtedly tasty and low-calorie – two peculiarities that will not escape you while following a diet. There is a lot of evidence that pumpkin seeds are of great help in treating diabetes. This is clear after animal studies.

For this reason, research in this field is considered to be preliminary (Radoev, 1962; Sandev, 1979). Reducing oxidative stress plays a key role in many studies that show the benefits of pumpkin seeds for diabetic animals. Studies have focused on lignans that have a great antioxidant and anti-estrogenic effect. This can mostly protect you from breast cancer in women and prostate cancer in men. These diseases have received a great deal of attention in the world of research into the administration of pumpkin seeds and it has been shown that the content of lignans is very useful against cancer.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

1. Брашна: ръжено, тиквено и слънчогледово.
2. Определяне пепелното съдържание на брашната – БДС ISO 2171:1999.
3. Определяне на протеините в брашната – метод на Келдал (N x 6,25).
4. Определяне на мазнините в брашната – чрез екстракция с етер (Генадиев,1968).
5. Определяне на макро и микроелементите на атомно-емисионен спектро фотометър – AES-ICP "Varian - Liberty II".
6. Определяне на влакнини в брашната – БДС ISO 5498:1999.

MATERIALS AND METHODS

1. Flour: rye, pumpkin and sunflower.
2. Determination of ash content of flour – BSS ISO 2171: 1999.
3. Determination of protein in flour – Kjeldahl method (N x 6,25).
4. Determination of fats in the flour – by extraction with ether (Genadiev, 1968).
5. Determination of the macro and microelements of atomic emission spectrometer – AES-ICP "Varian - Liberty II".
6. Determination of Fibres in Flour – BDS ISO 5498: 1999.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Направен е физико-химичен анализ на изходните брашна (Таблица 1). Установен е минералният им състав. Използваните добавени брашна са с високо процентно съдържание на мазнини и протеини.

RESULTS AND DISCUSSION

A physico-chemical analysis of the output flours was made (Table 1). Their mineral composition has been established. The added flours used are high in fat and protein.

Таблица 1. Физико- химична характеристика на изходните брашна
Table 1. Physico-chemical characteristics of the source flours

Вид проба Sample type	Влага, % Moisture,% (x±sd)	Протеин,% Protein,% (x±sd)	Мазнини,% Fats,% (x±sd)	Влакнини,% Fibres,% (x±sd)	Пепел, % Ash,% (x±sd)	БЕВ,% Carbohydrates, % (x±sd)
Ръжено брашно Rye flour	10,50±0,02	8,75±0,01	1,25±0,02	8,00±0,01	1,00±0,01	70,50±0,02
Слънчогледово брашно Sunflower flour	4,04±0,01	21,20±0,02	51,40±0,02	11,15±0,02	3,23±0,01	8,98±0,01
Тиквено брашно Pumpkin flour	6,12±0,01	35,40±0,02	41,05±0,02	7,68±0,02	3,93±0,01	5,82±0,01

По отношение на протеина в тиквеното брашно има 4 пъти повече (35,40%) от този в ръженото брашно (8,75%). По отношение на мазнините слънчогледовото брашно е с 41 пъти повече (51,40%), от ръженото брашно (1,25%). Тиквеното брашно заема междинно място. По отношение на влагата с най-висока влага е ръженото брашно (10,50%), респективно с най-ниска влага е слънчогледовото брашно (4,04%). Влакнините в слънчогледовото брашно (11,15%), са с 3,15 % повече в сравнение с ръженото брашно (8,00%). Пепелното съдържание варира от 1,00% при ръженото брашно до 3,93% при тиквеното брашно. Тези брашна са високопротеинови (слънчогледово и тиквено), с енергийна стойност от 558 до 614 kcal/100g, което е около 1,5 пъти повече от ръженото.

На Таблица 2 е показана енергийната стойност на изходните брашна (kcal/ 100 g продукт).

Тези брашна са високопротеинови (слънчогледово и тиквено), с енергийна стойност от 558 до 614 kcal/100g продукт, което е около 1,5 пъти повече от ръженото.

With respect to the protein in pumpkin flour there are 4 times more (35.40%) than that in rye flour (8.75%). In terms of fat, sunflower meal is 41 times more (51.40%) than rye flour (1.25%). Pumpkin flour holds an intermediate place. In terms of moisture with the highest moisture is the rye the flour (10,50%) and sunflower meal (4,04%) with the lowest moisture content respectively.

The fibres in the sunflower meal (11.15%) are 3.15% more than the rye flour (8.00%). The ash content ranges from 1.00% for rye flour to 3.93% for pumpkin flour.

These flours are high-protein (sunflower and pumpkin), with an energy value of 558 to 614 kcal100g, which is about 1.5 times more than the rye.

On Table 2 is shown the energy value of the source rye-, pumpkin-, sunflower flours (kcal/100 g product).

These flours are high protein (sunflower and pumpkin), with an energy value of 558 to 614 kcal 100g of product, which is about 1.5 times more than the rye.

Таблица 2. Енергийна стойност на изходните брашна (kcal/100 g продукт)
Table 2. Energy value of the source flours (kcal/100 g product)

Вид проба / Sample type	Енергийна стойност / Energy value kcal/100g продукт / product
Ръжено брашно / Rye flour	352
Слънчогледово брашно / Sunflower flour	614
Тиквено брашно / Pumpkin flour	558

На Таблица 3 е показано съдържанието на макро- и микроелементите в изходните брашна.

Тиквеното брашно съдържа 3 пъти по-малко Ca от слънчогледовото, респективно 2,5 пъти по-малко от ръженото. Тези брашна са изключително бедни на кобалт и богати на манган и цинк. По отношение на Mg и Na тиквеното брашно е по-богато от слънчогледовото.

On Table 3. is macro- and trace elements content in rye-, pumpkin-, sunflower flours.

Pumpkin flour contains 3 times less Ca from sunflower, or 2.5 times less than rye. These flours are extremely poor in cobalt and rich in manganese and zinc.

In terms of Mg and Na, pumpkin flour is rich.

Таблица 3. Съдържание на макро- и микроелементи в изходните брашна
Table 3. Macro- and trace elements content in the source flours

Вид брашно / Type flour	Макроелементи, mg/kg ОС Macro elements, mg/kg				Микроелементи, mg/kg ОС Trace elements, mg/kg				
	Ca	K	Mg	Na	Co	Cu	Fe	Mn	Zn
Ръжено / Rye	114	2743	401	2,5	9,6	5,2	76,8	111,4	70,4
Тиквено / Pumpkin	45	7813	5761	43,0	7,6	11,1	67,6	49,6	102,5
Слънчогледово / Sunflower	148	5621	3535	39,5	6,3	18,6	33,0	27,7	66,9

ИЗВОДИ

Резултатите от проведените изследвания и научни експерименти, дават основание за следните изводи:

1. Тези брашна са високопротеинови, с енергийна стойност 614 kcal/100g продукт при слънчогледовото брашно, което е 1,5 пъти повече от ръженото.

2. Ръженото брашно е с ниско съдържание на мазнини, респективно тиквеното и слънчогледовото са с високо съдържание.

3. Тиквеното и слънчогледовото брашна са с високо съдържание на биологично активни субстанции – протеини, минерали. Тези брашна са високоенергийни и с ниско влагосъдържание в сравнение с ръженото.

4. От ръжено брашно с добавка

CONCLUSIONS

The results of the conducted research and scientific experiments give grounds for the following conclusions:

1. These flours are high protein, with an energy value of 614 kcal/100g product in sunflower flour, which is 1.5 times more than rye.

2. Rye flour is low in fat, respectively the pumpkin and sunflower are high in content.

3. Pumpkin and sunflower flour are high in biologically active substances – proteins, minerals. These flours are high-energy and low-moisture compared to rye.

4. High-quality breads, bakery and

на тиквено и/или слънчогледово брашна могат да се получат висококачествени хлябове, хлебни и сладкарски изделия – без ГМО, консерванти, ароматизанти, оцветители и алергени, подходящи както за хора страдащи от диабет, сърдечно – съдови заболявания, затлъстяване, така и за активно спортуващи и с профилактична цел.

confectionery products, with rye-, and pumpkin-, sunflower flours can be made, free from GMOs, preservatives, flavourings, colourants and allergens, suitable for people suffering from diabetes, cardiovascular diseases, obesity, as well as for active sportsmen and for prophylactic.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Atanasova, E. and V. Popova**, 1977. A Guide on bread production. Technique, Sofia, pp. 351 (Bg).
2. **Genadiev, A., D. Kalcheva, N. Nenchev, D. Tevekelev snd N. Chavdarov**, 1968. Analysis of food products, Technique, Sofia (Bg).
3. **Karadzhov, G., R. Vasileva and M. Nikolova**, 2007. Technology of bread, bakery and confectionery. Matcom Ltd, Sofia (Bg).
4. **Radoev, A.**, 1962. Manual for laboratory exercises in biochemistry of grain and grain products. Plovdiv (Bg).
5. **Sandev, C.,** 1979. Chemical methods of analysis of feeds, Sofia (Bg).
6. **Vangelov, A.**, 1976. Laboratory of Bread technology, bread, confectionery and pasta. Plovdiv (Bg).
7. **Vangelov, A.**, 1989. Technology of bread and pastry. Zemizdat (Bg).
8. **Vangelov, A.**, 1999. Raw materials for production of bread, bakery and confectionery, Sofia, Matcom, pp. 199 (Bg).

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (1), 267-276
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Оптимизиране на процеса екструзия за производство на бобово-зърнени екструдати

Тодорка Петрова[1]*, Иван Бакалов[1], Николай Пенов[2], Милена Рускова[1], Кристина Иванова[1], Апостол Симитчиев[2], Здравко Манев[1], Венцислав Ненов[2]

[1]*Институт за изследване и развитие на храните, 4000 Пловдив, България*
[2]*Университет по хранителни технологии, 4000 Пловдив, България*

Optimization of extrusion process for production of legume-cereal extrudates

Todorka Petrova[1]*, Ivan Bakalov[1], Nikolay Penov[2], Milena Ruskova[1], Kristina Ivanova[1], Apostol Simitchiev[2], Zdravko Manev[1], Ventzislav Nenov[2]

[1]*Food Research and Development Institute, 4000 Plovdiv, Bulgaria*
[2]*University of Food Technologies, 4000 Plovdiv, Bulgaria*

**E-mail: dorrapetrova@abv.bg*

Received: 17.04.2018 *Accepted:* 03.06.2018 *Published:* 20.08.2018

РЕЗЮМЕ

Смес от зрял фасул (50%), лимец (40%) и елда (10%) се екструдира в едношнеков лабораторен екструдер (Brabender 20 DN, Германия). За оптимизиране на параметрите на екструдиране на сместа се използва ротатабелен централно-композиционен план, за да се получи инстантен продукт, подходящ за приготвяне на сосове или крем супи. Приложен е методът на повърхността на отражението с четири променливи при пет нива на варииране. Критерият, установен за определяне на оптималните условия на екструзия на бобово-зърнената смес, е да се намерят условията, при които се получават високи стойности за степента на експанзионен индекс и индекса на абсорбция на вода, и ниски стойности за специфичния разход на енергия. Като оптимални условия на екструдиране може

SUMMARY

A mixture of bean (50%), einkorn wheat (40%), and buckwheat (10%) was extruded in a laboratory single screw extruder (Brabender 20 DN, Germany). Central Composite Rotatable Design (CCRD) was used to optimize the extrusion parameters of the mixture for obtaining instant product suitable for preparation of paste or cream soup, by response surface methodology with four variables at five levels.

The criterion established to determine the optimal extrusion conditions of the legume-cereal mixture was to find the conditions leading to high values of sectional expansion index and water absorption index, and low values of specific mechanical energy. Moisture content from 21 to 25%, barrel temperature from 150 to 180ºC, screw

да се препоръчат: съдържание на влага от 21 до 25%, температура на матрицата от 150 до 180°C, честота на въртене на шнека от 145 до 180 min^{-1} и степен на компресия на шнека 3:1 за получаване на инстантен продукт, подходящ за приготвяне на сосове или крем супи.

Ключови думи: оптимизация, екструзия, бобово-зърнена смес, метод на повърхността на отражението

speed from 145 to 180 rpm, and screw compression ratio 3:1 could be recommended as optimal extrusion conditions for obtaining instant product suitable for preparation of paste or cream soup.

Key words: optimization, extrusion, legume-cereal mixture, response surface methodology

УВОД

Екструзията е съвременна, с доказани технически и икономически предимства, технология за производство на различни по форма и размер хранителни продукти. Прилага се най-широко за обработка на зърнени суровини (под формата на брашно, грис или нишесте), като пшеница и царевица, при което се получават различни видове закуски и структурирани продукти. Този метод на обработка е малко използван за семена на бобови, поради схващането, че те не експандират добре при екструзия (Riaz, 2000).

В състава на зрелия фасул влиза широк набор от ценни хранителни и биологично активни вещества. Значително е съдържанието на протеини, балансирани в голяма степен по отношение на незаменимите аминокиселини. Комбинирането на растителни протеини, като бобови с житни, води до получаване на високо качествен протеин, който е също толкова добър, колкото този от животински храни (Berry, 1986).

Зърнените храни са признати източници на биоактивни компоненти, представляват ценна суровина за хранително-вкусовата промишленост и се използват при производството на функционални храни. Богати са на хранителни влакнини, протеини, минерални вещества и витамини (Hidalgo et al., 2006).

Елдата съдържа голямо разнообразие от компоненти с профилактично действие – фенолни киселини, танини, фитостероли, фагопиритол и др., има сравнително високо съдържание на протеини (12-19%) и добре балансиран аминокиселинен състав (Tomotake et al., 2002).

INTRODUCTION

Extrusion is modern, with proven technical and economic advantages technology for production of different form and size food products. It is applied most widely for processing cereal raw materials (in the form of flour, semolina or starch), such as wheat and corn, whereby receive different types of snacks and structured products. This method of processing is little used for legume seeds, due to the notion that they do not expand well in extrusion (Riaz, 2000).

A wide range of valuable nutrients and biologically active substances are included in the mature beans. Significant is the content of proteins that are highly balanced in terms of essential amino acids. Combining plant proteins, such as cereal legumes, results in the production of high-quality protein that is just as good as that of animal food (Berry, 1986).

Grains are recognized sources of bioactive components and are a valuable raw material for the food industry used in the production of functional foods. They are rich in dietary fibre, proteins, minerals and vitamins (Hidalgo et al., 2006).

Buckwheat contains a wide variety of prophylactic components – phenolic acids, tannins, phytosterols, phagopyritol, etc., has a relatively high protein content (12-19%) and a well-balanced amino acid composition (Tomotake et al., 2002).

Лимецът е зърнена култура с висока хранителна стойност – съдържанието на въглехидрати е 70-75%, протеини 12-18%, мазнини 2-3%. Значителното съдържание на минерали – селен, фосфор (5 пъти повече в сравнение със соята), цинк, мед и магнезий (4 пъти повече от кафявия ориз) способства за нормалното физиологично състояние на организма (Abdel-Aal et al., 1995; Hidalgo et al., 2014).

Качеството на екструдирания продукт зависи от правилния подбор на независимите променливи, условията на обработка и стриктния контрол на самия екструзионен процес. Върху процеса на екструдиране оказват влияние редица фактори, но най-често се избират независимите променливи – влажност на подавания за екструдиране материал, температура на екструдиране, степен на компресия и честота на въртене на работния шнек на екструдера (Guy, 2001).

Влажността на материала, подаван за екструдиране, е важна независима променлива, която оказва влияние върху качествата на крайния продукт. Тя е в границите от 10 до 35% и се явява катализатор на протичащите процеси. В съчетание с другите фактори на процеса се създават условия за по-пълно проникване на топлината в обработвания материал (Riaz, 2000).

Високата температура е основен фактор, създаващ условия за промяна нативността на основните инградиенти. При по-висока температура се получава по-добра пластификация на протеините и се отделя повече влага чрез изпаряване при излизане на материала от матрицата (Riaz, 2000).

Степента на компресия на шнека е една от най-важните характеристики при проектирането на екструдерите и оказва значително влияние върху поведението на материала по време на екструдирането и свойствата на получените продукти (Guy, 2001).

Честотата на въртене е съществена независима променлива, която също влияе върху качеството на крайния продукт – текстура, структура, екс-

Spelled is a high nutritional cereal - the carbohydrate content is 70-75%, proteins 12-18%, fats 2-3%. The significant content of minerals – selenium, phosphorus (5 times more than soy), zinc, copper and magnesium (4 times more than brown rice) contributes to the normal physiological state of the organism (Abdel-Aal et al. al., 2014; Hidalgo et al., 2014).

The quality of the extruded product depends on the correct selection of the independent variables, the processing conditions and the strict control of the extrusion process itself. Several factors influence the extrusion process, but most often the independent variables are the moisture content of the extruded material, the extrusion temperature, the compression rate and the rotational speed of the extruder working auger (Guy, 2001).

The moisture content of the extruded material is an important independent variable that affects the properties of the final product. It ranges from 10 to 35% and is a catalyst for ongoing processes. Combined with the other factors of the process, conditions for a more complete penetration of the heat in the processed material are created (Riaz, 2000).

High temperature is a major factor creating the conditions for changing the nativeness of the main ingredients. At higher temperatures, better protein plasticization is obtained and more moisture is released by evaporation upon exit of the matrix material (Riaz, 2000).

The degree of compression of the screw is one of the most important features in the design of the extruders and has a significant influence on the behaviour of the material during extrusion and the properties of the resulting products (Guy, 2001).

Screw speed is a significant independent variable that also influences the quality of the final product - texture, structure, expansion. Increasing the screw пански. Повишаването честотата на въртене на шнека води до повишаване експанзионния индекс на продукта (Guy, 2001).

Целта на това изследване е да се оптимизират условията на екструдиране на смес от боб, лимец и елда за получаване на инстантен продукт, подходящ за приготвяне на сосове или крем супа.

speed results in an increase in the product expansion index (Guy, 2001).

The objective of this study was to optimize the extrusion conditions of a mixture of bean, einkorn wheat, and buckwheat for obtaining instant product suitable for the preparation of paste or cream soup.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Суровини и подготовка на пробите

Лимецът и елдата са произведени и доставени от село Ломец, община Троян. Бобът е сорт „Биволар" и е отгледан в Родопите, България.

Бобовите зърна, лимецът и елдата са смлени на чукова мелница и пресяти през стандартни сита за получаване на частици с еднакъв размер. Получените след смилане на суровините грисове – грис от зрял фасул, лимец и елда се смесват в съотношение 50:40:10. Към така приготвената смес е добавена дестилирана вода за постигане на желаното влагосъдържание (Таблица 1). Влажният материал се поставя в полиетиленови пликове, в хладилник за 12 часа при температура 5^{o}C. Пробите се темперират на стайна температура за 2 часа преди екструзия.

Екструдиране

Пробите се екструдират на лабораторен едношнеков екструдер (Brabender 20 DN, Germany). Степента на компресия на шнека е 1:1, 2:1, 3:1, 4:1 и 5:1 според плана на експеримента (Таблица 1). Цилиндърът на екструдера (дължина 476.5 mm и диаметър 20 mm) се състои от три секции, с електрически нагреватели и независимо контролируема дюза. Честотата на въртене на шнека е 120, 140, 160, 180 и 200 min^{-1}. Постоянните параметри на процеса са: честота на въртене на дозиращия шнек 50 min^{-1}, температура на първа зона 100ºC, температура на втора зона 140ºC и диаметър на дюзата на матрицата 3 mm. Температурата на матрицата е 120, 140, 160, 180 и 200ºC.

MATERIAL AND METHODS

Raw materials and preparation of samples

Einkorn wheat and buckwheat are provided and delivered by village of Lomets, municipality of Troyan, Bulgaria. The bean is variety "Bivolare" and it is grown in the Rhodope Mountains, Bulgaria.

Bean seeds, einkorn wheat, and buckwheat were ground using a hammer mill and passed through standard sieves to be obtained homogenized meals. The bean meal, einkorn wheat meal, and buckwheat meal were blended at a ratio of 50:40:10 (w/w/w). Samples of prepared composite meal were mixed with distilled water to be obtained various moisture contents (Table 1). The wet materials were placed and kept in sealed plastic bags for 12 h in a refrigerator at 5ºC. The samples were tempered for 2 h at room temperature prior to extrusion.

Extrusion process

The samples were extruded in a laboratory single screw extruder (Brabender 20 DN, Germany). The compression ratio of the screw was 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 according to the experimental design (Table 1). The extruder barrel (476.5 mm in length and 20 mm in diameter) contained three sections and independently controlled die assembly electric heaters. The screw speed was 120, 140, 160, 180, 200 rpm. Feed zone temperature and metering zone temperature were kept constant at 100 and 140ºC, respectively. The temperature of the extruder die was 120, 140, 160, 180, 200ºC. The feed screw speed was fixed at 50 rpm and the die diameter was 3 mm.

Таблица 1. План на експеримента
Table 1. Experimental design

Независими променливи Independent variables	Нива на вариране / Levels of variation				
	- 2	- 1	0	+ 1	+ 2
Влажност / Moisture (W), % – X_1	16	19	22	25	28
Температура на матрицата Barrel temperature (T), °C – X_2	120	140	160	180	200
Честота на въртене на шнека Screw speed (n), rpm – X_3	120	140	160	180	200
Степен на компресия на шнека Screw compression ratio (K) – X_4	1:1	2:1	3:1	4:1	5:1

Степен на експанзионен индекс

Степента на експанзионен индекс (*SEI*) изразява отношението между диаметъра на екструдата и диаметъра на дюзата на матрицата. Диаметърът на екструдатите е средноаритметична стойност от 10 произволно направени измервания. Степента на експанзионен индекс се изчислява по формулата:

Sectional expansion index

Sectional expansion index (*SEI*), the ratio of diameter of extrudate and the diameter of die was used to express the expansion of extrudate. The diameter of extrudate was determined as the mean of 10 random measurements. The extrudate expansion index was calculated as

$$SEI = \frac{D_e}{D_d} \qquad (1)$$

където: D_e и D_d са съответно диаметъра на екструдата и диаметъра на дюзата на матрицата.

where D_e and D_d were diameter of the cooled extrudate and diameter of the die, respectively.

Специфичен разход на енергия

Специфичният разход на енергия (*SME*, kJ/kg) се изчислява по формулата (Chuang and Yeh, 2004):

Specific mechanical energy

The specific mechanical energy (*SME*, kJ/kg) was calculated using the equation (Chuang and Yeh, 2004):

$$SME = \frac{2®.Mn.n/60}{\dot{m}}.3,6 \qquad (2)$$

където: *Mn* е въртящ момент на екструдера (N.m), *n* – честота на въртене на шнека (min^{-1}), $\dot{m}$ – масов поток (kg/h).

where *Mn* is the corrected torque (N.m), *n* – the screw speed (rpm), $\dot{m}$ – the feed rate (kg/h).

Индекс на абсорбция на вода

Екструдатите се смилат на лабораторна чукова мелница и се пресява през сито с големина на отворите 500 µm. От него се претеглят 0.2 g, поставят се в центробежна епруветка и се добавят 5 ml дестилирана вода. Пробата се темперира на водна баня при температура 30ºC за 30 min (разбърква се на всеки 5

Water absorption index

The extrudates were finely ground using a laboratory hammer mill and sieved through a 500 µm sieve. A 0.2 g sample was placed in a tared centrifuge tube and 5 ml distilled water added. After standing for 30 min at 30ºC (with intermittent shaking every 5 min), the sample was centrifuged at 3000 rpm for min), центрофугира се за 20 min при 3000 min^{-1} в центрофуга CH 90-2A. Определя се масата на утайката, която всъщност представлява сбор от масата на пробата и масата на свързаната вода. Индексът на абсорбция на вода се изчислява по формулата (Toshkov, 2011):

20 min using a centrifuge CH 90-2A. The supernatant was decanted into a tared aluminium pan and weight gain in the gel was noted. Water absorption index (*WAI*, g/g) was calculated as (Toshkov, 2011):

$$WAI = \frac{m_g}{m_o} \qquad (3)$$

където: m_g е маса на утайката (g), m_o – маса на пробата (g).

План на експеримента и анализ на данните

Използван е ротатабелен централно-композиционен план, за да се установи влиянието на влагосъдържанието, температурата на матрицата, честотата на въртене и степента на компресия на шнека върху екструдатите при провеждане на 27 опита, от които 16 са точки от пълния факторен експеримент, 8 са „звездните“ рамена и 3 са в центъра на експеримента (Montgomery, 2011).

За описание на целевата функ-ция се използва регресионен модел от втори ред:

where m_g is the weight gain of the gel (g), m_o – the weight of dry sample (g).

Experimental design and data analysis

A central composite rotatable design was used to show interactions of moisture content, barrel temperature, screw speed, and screw compression ratio on the extrudate in 27 runs of which 16 were for the factorial points, 8 were for axial points, and 3 were for centre points (Montgomery, 2011).

A second order polynomial model for the dependent variable was established to fit the experimental data:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^{n} b_i x_i + \sum_{i=1}^{n} b_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} b_{ij} x_i x_j \qquad (4)$$

където: b_0 е свободен коефициент; b_i , b_{ii} и b_{ij} са съответно коефициенти на линейните ефекти, квадратичните ефекти и взаимодействията. Ефектите са статистически различни от нула ($p<0.05$) при 95% доверителен интервал.

Използвани са Excel и специализиран софтуер за статистическа обработка и анализ на данни SYSTAT (SPSS Inc., Chicago, USA, version 7.1).

where b_0 = intercepts, b_i are linear, b_{ii} are quadratic, and b_{ij} are interaction regression coefficient terms. The significance of the effect was given as a p-value. The effect was considered significant if the p-value for each factor or interaction is less than 0.05.

SYSTAT statistical software (SPSS Inc., Chicago, USA, version 7.1) and Excel were used to analyze the data results.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Чрез едношнеково екструдиране на бобово-зърнени смеси са получени екструдати с много различни структури в зависимост от параметрите на про-

RESULTS AND DISCUSSION

Extrudates of widely different physical structure were obtained by single screw extrusion of legume-cereal mixture at different combinations of processing цеса (Таблица 1). Регресионните модели описват със сравнително висока точност зависимостите между факторите и физикохимичните свойства на екструдатите.

Получените регресионни модели след обработка на експерименталните резултати и отстраняването на незначимите ефекти са дадени в Таблица 2.

parameters (Table 1). Regression analyses of the physicochemical properties of the extrudates indicated that all the second order polynomial models correlated well with the measured data and were statistically significant ($p<0.05$).

The resulting models, after removing the nonsignificant terms, were evaluated in terms of uncoded factors and are presented in Table 2.

Таблица 2. Регресионни модели
Table 2. Regression models

Регресионно уравнение / Regression equation	R^2
$SME = 599.78 + 7.49W + 5.82n - 500.51K + 69.60K^2$, kJ/kg	0.93
$SEI = -250.185 + 0.23T + 2.04n + 51.42K - 0.55W^2 - 0.23nK$, %	0.86
$WAI = -7.59 - 1.278W + 0.12T + 0.026W^2 - 0.001Tn - 0.313K^2$, g/g	0.95

За установяване на оптималните условия на екструдиране на смес от бобови и зърнени култури е необходимо да се определят условията, водещи до високи стойности на степента на експанзионен индекс (*SEI* > 170%) и индекса на абсорбция на вода (*WAI* > 7.6 g/g) и ниски стойности за специфичния разход на енергия (*SME* < 370 kJ/kg).

Известно е, че влагата на материала е основния фактор, влияещ върху плътността и експанзията на екструдатите (Doğan and Karwe, 2003; Ding et al., 2005; Ding et al., 2006), което е в съответствие и с нашата работа. Повишеното съдържание на влага по време на екструзията може да намали еластичността на „тестото“ чрез пластифициране на разтопената маса, което води до намаляване на *SME* и следователно до намаляване степента на желатинизация, намалявайки експанзията и увеличавайки плътността на екструдата (Ding et al., 2006).

Специфичният разход на енергия показва количеството на внесената механична енергия и характеризира многостранно работата на един екструдер, тъй като при неговото изчисляване участва съпротивителния / въртящ момент на машината. Стойността на *SME* показва степента на макромолекулните трансформации и взаимодействия, които се осъществяват по време на процеса (Altan et

The criterion established to determine the optimal extrusion conditions of legume-cereal mixture was to find the conditions leading to high values of sectional expansion index (*SEI* > 170%) and water absorption index (*WAI* > 7.6 g/g), and low values of specific mechanical energy (*SME* < 370 kJ/kg).

Feed moisture has been found to be the main factor affecting extrudate density and expansion (Doğan and Karwe, 2003; Ding et al., 2005; Ding et al., 2006), which is consistent with our work. Increased feed moisture content during extrusion may reduce the elasticity of the dough through plasticization of the melt, resulting in reduced *SME* and therefore reduced gelatinization, decreasing the expansion and increasing the density of extrudate (Ding et al., 2006).

Specific mechanical energy is the amount of mechanical energy dissipated as heat inside the material, expressed per unit mass of the material. Specifically, it is the work input from the drive motor into material being extruded and thus provides a good characterization of the extrusion process. *SME* values indicate the extent of molecular breakdown or degradation the material undergoes al., 2009). Установено е, че съдържанието на влага и степента на компресия на шнека оказват най-голямо влияние върху *SME*. Стойностите на консумираната енергия намаляват, когато съдържанието на влага се увеличава.

Индексът на абсорбция на вода зависи от наличието на хидрофилни групи и от способността на макромолекулите да образуват гел (Gomez and Aguilera, 1983). *WAI* е мярка за желатинизация на скорбялата, денатуриране на протеините и образуване на нови комплекси между макромолекулите (Doğan and Karwe, 2003). Линейният ефект на съдържанието на влага има най-голямо влияние върху *WAI*. Doğan и Karwe (2003) съобщават за увеличаване на *WAI* с увеличаване на влагата, което е в съответствие и с нашите експериментални резултати.

За оптимизиране на процеса моделите са използвани за изчертаване на графики с линии на постоянни стойности на целевите функции. Изчертават се изолинии на две независими променливи, като те се изменят в тесни граници около основните си нива, а стойностите на останалите остават постоянни (в центъра на експеримента).

За намиране на оптималните стойности на факторите графиките за степента на експанзионен индекс, индекса на абсорбция на вода и специфичния разход на енергия са нанесени една върху друга (Фигура 1).

От практическа гледна точка може да се препоръча екструдирането на бобово-зърнената смес да се извършва при следните оптимални условия: съдържание на влага от 21 до 25%, температура на матрицата от 150 до 180°C, честота на въртене на шнека от 145 до 180 min^{-1} и степен на компресия на шнека 3:1 за получаване на инстантен продукт, подходящ за приготвяне на сосове или крем супи.

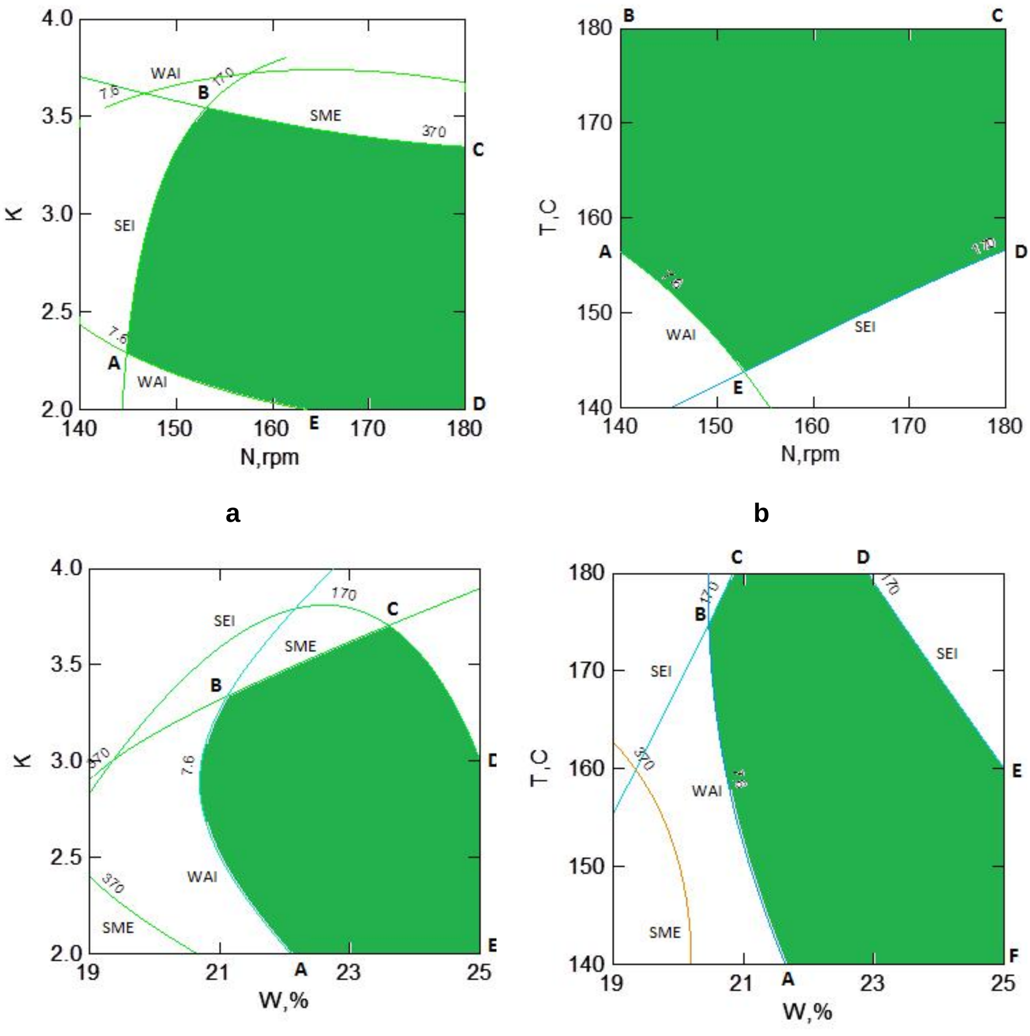
during the extrusion process (Altan et al., 2009). *SME* was found to be most dependent on moisture content and screw compression ratio. An increase in the moisture will decrease *SME*.

Water absorption index depends on the availability of hydrophilic groups and on the gel formation capacity of the macromolecules (Gomez and Aguilera, 1983). It is a measure of damaged starch together with protein denaturation and new macromolecular complex formations (Doğan and Karwe, 2003). The linear effect of moisture content was highly significant on *WAI*. Doğan and Karwe (2003) reported an increase in *WAI* with the increase in moisture, which is in agreement with our experimental results.

Optimization was carried out by the superposition of several contour surfaces of competing responses. The response surface plots were generated for interaction of any two independent variables, while holding the value of all the rest as constant (at the central value).

The best conditions that correspond to shaded areas, obtained by superimposing contour plots of sectional expansion index, water absorption index, and specific mechanical energy during extrusion process are shown in Figure 1.

From practical point of view, moisture content from 21 to 25%, barrel temperature from 150 to 180ºC, screw speed from 145 to 180 rpm, and screw compression ratio 3:1 could be recommended as the optimal extrusion conditions of legume-cereal mixture for obtaining instant product suitable for preparation of paste or cream soup.



Фиг.1. Графики с линии на постоянни стойности на степента на компресия и честотата на въртене на шнека (a), температурата на матрицата и честотата на въртене на шнека (b), степента на компресия на шнека и съдържанието на влага (c), температурата на матрицата и съдържанието на влага (d) на бобово-зърнената смес

Fig.1 Superposition area of the responses as an effect of the screw compression ratio and screw speed (a), the barrel temperature and screw speed (b), the screw compression ratio and moisture content (c), the barrel temperature and moisture content (d) on the extrusion process of legume-cereal mixture

ИЗВОДИ

Бобово-зърнена смес се екструдира в едношнеков лабораторен екструдер (Brabender 20 DN, Германия).

CONCLUSIONS

Legume-cereal mixture was extruded in a laboratory single screw extruder (Brabender 20 DN, Germany).

Като оптимални условия на екструдиране може да се препоръчат: съдържание на влага от 21 до 25%, температура на матрицата от 150 до 180°C, честота на въртене на шнека от 145 до 180 min^{-1} и степен на компресия на шнека 3:1 за получаване на инстантен продукт, подходящ за приготвяне на сосове или крем супи.

Moisture content from 21 to 25%, barrel temperature from 150 to 180ºC, screw speed from 145 to 180 rpm, and screw compression ratio 3:1 could be recommended as the optimal extrusion conditions of legume-cereal mixture for obtaining instant product suitable for preparation of paste or cream soup.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Altan, A., K. McCarthy and M. Maskan**, 2009. Effect of screw configuration and raw material on some properties of barley extrudates. *Journal of Food Engineering*, 92, 377-382.
2. **Berry, R. E.**, 1986. Tropical Seeds, Legumes, Fruits, and Leaves as Sources of Protein. In: Plant Proteins: Applications, Biological Effects, and Chemistry. American Chemical Society. ACS Symposium Series, 312 (18), 220-233.
3. **Chuang, G. and An-I Yeh.**, 2004. Effect of screw profile on residence time distribution and starch gelatinization of rice flour during single screw extrusion cooking. *Journal of Food Engineering*, 63, 21-31.
4. **Ding, Q., P. Ainsworth, A. Plunkett, G. Tucker and H. Marson**, 2006. The effect of extrusion conditions on the functional and physical properties of wheat-based expanded snacks. *Journal of Food Engineering*, 73, 142-148.
5. **Ding, Q., P. Ainsworth, G. Tucker and H. Marson**, 2005. The effect of extrusion conditions on the physicochemical properties and sensory characteristics of rice-based expanded snacks. *Journal of Food Engineering*, 66 (3), 283-289.
6. **Doğan, H. and M. Karwe**, 2003. Physicochemical properties of quinoa extrudates. *Food Science and Technology International*, 9, 101-114.
7. **Gomez, M. and J. Aguilera**, 1983. Changes in the starch fraction during extrusion cooling of corn. *Journal of Food Science*, 48, 378-381.
8. **Guy, R.** 2001. Extrusion Cooking, Technologies and Application. Florida: Woodhead Publication, pp. 151.
9. **Hidalgo, A., A. Brandolini, C. Pompei and R. Piscozzi**, 2006. Carotenoids and tocols of einkorn wheat (*Triticum monococcum ssp. monococcum* L.). *Journal of Cereal Science*, 44, 182-193.
10. **Hidalgo, A. and A. Brandolini**, 2014. Nutritional properties of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94 (4), 601-612.
11. **Montgomery, D.**, 2011. Design and Analysis of Experiments. 7th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-470-16990-2, 114 p.
12. **Riaz, M., E. Lusas and G. Mohy-ud-Din**, 1996. Applications and Advantages of Extrusion Technology in the Food Industry. *Pakistan Journal of Food Sciences*, 6 (3-4), 85-88.
13. **Tomotake, H., I. Shimaoka, J. Kayashita, M. Nakajoh and N. Kato**, 2002. Physico-chemical and functional properties of buckwheat protein product. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 2125-2129.
14. **Toshkov, N.**, 2011. Study of extrusion process for the preparation of food for carp (*Cyprinuscarpio* L.). Dissertation, University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria (Bg).

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (1), 277-285
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Текстурен анализ на пипер

Иван Бакалов, Здравко Манев*, Тодорка Петрова, Милена Рускова, Кристина Иванова, Габор Живанович

Институт за изследване и развитие на храните, 4000 Пловдив, България

Texture analysis of pepper

Ivan Bakalov, Zdravko Manev*, Todorka Petrova, Milena Ruskova, Kristina Ivanova, Gabor Zsivanovits

Food Research and Development Institute, 4000 Plovdiv, Bulgaria

**Email: docent_manev@abv.bg*

Received: 17.04.2018 *Accepted:* 30.05.2018 *Published:* 10.08.2018

РЕЗЮМЕ

Проведени са експерименти за изследване влиянието на топлинната обработка и химичния състав на заливката върху текстурата на печена белена капия (стерилизирана). От проведените опити се установи, че топлинната обработка на пипера влияе значително върху силата на разкъсване. При увеличаване времето на стерилизация на пипера силата на разкъсване намалява. Наличието на оцетна киселина в заливката влияе отрицателно на реологичните характеристики на пипера.

Ключови думи: текстурен анализ, технологична обработка, пипер, суров, печен, стерилизиран

SUMMARY

Experiments were carried out to study the influence of the heat treatment and the chemical composition of marinate on the texture of peeled roasted red pepper (sterilized). It was established that the heat treatment significantly affects the rupture force of the sterilized pepper. The rupture force of the pepper decreases as the sterilization time increases. It was found that the presence of acetic acid in marinate affects negatively the rheological characteristics of the sterilized pepper.

Key words: texture analysis, technological processing, pepper, raw, roasted, sterilized

УВОД

Пиперът (*Capsicum annuum*) е многогодишно зеленчуково растение от семейство картофови, което се отглежда обикновено като едногодишно. Родина са му тропическите части на Америка. Родът *Capsicum* се състои от 20 до 27 вида (Walsh and Hoot, 2001), от които 5 са домашно култивирани – *C. annuum*, *C.*

INTRODUCTION

Pepper (*Capsicum annuum*) is a perennial vegetable plant of the potato family, which is usually grown as one-year. Its native land is the tropical parts of America. The genus Capsicum consists of 20 to 27 species (Walsh and Hoot, 2001), of which 5 are home-grown – *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* и *C. Pubescens* (Heiser and Pickersgill, 1969). Плодовете могат да варират значително по цвят, форма и размер, както и помежду си (Eshbaugh, 1975).

Пиперът се нарежда на пето място сред зеленчуците в света по производство и по площ, а у нас – на второ място след картофите. Значението за човека се дължи на ценните хранителни и вкусови качества на плодовете му, източници на витамини, на органични киселини, на захари, на етерично и растително масло – олеорезин, на алкалоида капсаицин, който е „виновен“ за лютивината на някои сортове пипер.

Пиперът е богат на витамини – С, Р, А, В, Е, полифеноли, каротеноиди (Almela et al., 1991; Cervantes-Paz et al., 2014; Collera-Zúñiga et al., 2005; Giuffrida et al. 2013; Guil-Guerrero et al., 2006). Сортовете пипер се делят на две групи – сладки и лютиви. По съдържание на витамин С сладките пипери превишават 4-5 пъти лимоните и портокалите и всички зеленчуци. Те имат повече захари и по-малко капсаицин, отколкото лютивите пипери. Плодовете на пипера съдържат и много багрила – ликопен, каротин, рутин и др., които имат изразено антиоксидантно действие (Kothari et al., 2010; Topuz and Ozdemir, 2007). Ликопенът е в границите от 0,18 до 0,36 mg% в зависимост от сорта (Arimboor et al., 2015). Една зелена чушка може да осигури до 8% от препоръчителния дневен прием на витамин А, 180% от витамин С, 2% от калция и 2% от желязото (Howard et al., 2000; Mateos, 2006; Palma et al., 2009; Martí et al., 2011; Palma et al., 2011).

В България пиперът е една от основните зеленчукови култури. Пиперът участва в състава на доста асортименти: стерилизирани консерви (печена белена капия, мариновани пиперки, салати, пълнени пиперки и др.), туршии, сушен червен пипер, лютеница, замразени храни и др. Пиперът, който се отглежда в световен мащаб се използва и като фармацевтична съставка, естествен хранителен оцветител и ароматизатор, заради своя атрактивен цвят и вкус (Sitthiwong et al., 2005; Ornelas-Paz et al., 2010).

and *C. pubescens* (Heiser and Pickersgill, 1969). Fruits can vary greatly in colour, shape and size as well as among themselves (Eshbaugh, 1975).

Pepper ranks fifth among the vegetables in the world by production and area, and in Bulgaria – second place after the potatoes. The importance for man is due to the valuable nutritional and taste qualities of its fruits, sources of vitamins, organic acids, sugars, essential oil and vegetable oil – oleoresin, alkaloid capsaicin, which is "guilty" for the peppermint of some pepper varieties.

Pepper is rich in vitamins – C, P, A, B, E, polyphenols, carotenoids (Almela et al., 1991; Cervantes-Paz et al. Guil-Guerrero et al., 2006). The pepper varieties are divided into two groups - sweet and hot. By content of vitamin C sweet peppers exceed 4-5 times lemons and oranges and all vegetables. They have more sugars and less capsaicin than cucumbers. The fruits of the pepper also contain many dyes – lycopene, carotene, routine, etc., which have a pronounced antioxidant effect (Kothari et al., 2010; Topuz and Ozdemir, 2007). Lycopene is in the range of 0.18 to 0.36 mg% depending on the variety (Arimboor et al., 2015). A green pepper can provide up to 8% of the recommended daily intake of vitamin A, 180% of vitamin C, 2% of calcium and 2% of iron (Howard et al., 2000; Mateos, 2006; Palma et al., 2009; Martí et al., 2011; Palma et al., 2011).

In Bulgaria, pepper is one of the main vegetable cultures. Pepper is part of many assortments: sterilized canned foods (roasted peeled peppers, marinated peppers, salads, stuffed peppers, etc.), pickles, dried red pepper, chutney, frozen foods and more. Pepper cultivated worldwide is also used as a pharmaceutical ingredient, a natural food colouring agent and flavouring because of its attractive colour and taste (Sitthiwong et al., 2005; Ornelas-Paz et al., 2010).

За хранителните продукти текстурата е една от най-важните характеристики. Това е обща оценка за външните и вътрешни параметри на хранителните материали, които се описват най-добре от нашите възприятия (усещания) с очите, носа, пръстите, устата, зъбите, езика, ушите и гърлото. Тези параметри могат да бъдат получени чрез сензорни анализи или с помощта на инструментални методи (Zsivanovits and Iserliiska, 2011). Честа причина за измерването им може да бъде открита в областта на качествения контрол в процеса на производството на много видове хранителни продукти. Те могат да дадат обективна оценка за поведението на продуктите след тяхната термична, химична или механична обработка.

Целта на настоящето изследване е да се извърши текстурен анализ на пипер при различни технологични обработки.

For food products the texture is one of the most important features. Tits is a general assessment of the external and internal parameters of nutrients that best describe our perceptions of eyes, nose, fingers, mouth, teeth, tongue, ears and throat. These parameters can be obtained through sensory analyzes or using instrumental methods (Zhivanovic and Iserliyska, 2011). A frequent reason for measuring them can be found in the area of quality control in the production of many types of food products. They can give an objective assessment of the behaviour of the products after their thermal, chemical or mechanical treatment.

The aim of the present study is to perform a texture analysis of pepper in various technological processes.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

В настоящето изследване са използвани червени чушки (*Capsicum annuum*), закупени от фирма ЕТ „Пластика-85 Ненко Радев“ - гр. Садово.

Пиперът се подлага на следните технологични операции: инспекция, калибриране, почистване на семенника, печене (в термотунел при температура 650 ÷ 700ºC и време за престой в тунела от 40 до 65 s в зависимост от едрината на пипера), инспекция, отстраняване на кожицата, пълнене в стъклени опаковки и заливане с гореща заливка, затваряне, стерилизация (в автоклав стерилизатор АСХЕ (908-СН-450), произведен от фирма ХИДРОПЛАСТФОРМ ООД - гр. Хасково).

Печени белени пиперки са произведени в следните варианти:

- при температура на стерилизация 100ºC и време на същинска стерилизация 10, 12 и 15 min;

- при различен състав на заливката: проба 1 (P01) – готварска сол (3%), захар (4%), лимонена киселина (0,5%) и калциев дихлорид (0,35%); проба 2 (P02) – готварска сол (3%), захар (5%), оцетна киселина (1%) и калциев дихлорид (0,35%); проба 3 (P03) –

MATERIAL AND METHODS

In the present study, red peppers (*Capsicum annuum*), purchased from the company "Plastika-85 Nenko Radev" - Sadovo were used.

Pepper is subjected to the following technological operations: inspection, calibration, seed cleaning, roasting (in a thermotune at a temperature of 650 ÷ 700°C and a tunnel time of 40 to 65 s depending on the size of the pepper), inspection, skin removal, filling in glass packaging with hot marinate, closing, sterilization (in autoclave ACXE sterilizer (908-CH-450) manufactured by HYDROPLASTFORM LTD - Haskovo).

Baked peeled peppers are produced in the following variants:

- at a sterilization temperature of 100°C and a real sterilization time of 10, 12, and 15 min;

- with different marinate composition: sample 1 (P01) – culinary salt (3%), sugar (4%), citric acid (0.5%), and calcium dichloride (0.35%); sample 2 (PO2) – culinary salt (3%), sugar (5%), acetic acid (1%), and calcium dichloride готварска сол (3%), захар (4%) и лимонена киселина (0,5%); стерилизирани при един и същи режим (температура на стерилизация 100ºC и време на същинска стерилизация 12 min).

За анализиране текстурата на пипера се използва TA.XT Plus Texture Analyser, Stable Micro Systems в режим на едноосна деформация, при постоянна скорост на деформация от 2 mm/s, като е използвано алуминиево цилиндрично бутало с диаметър 5 mm. Проведени са минимум 5 измервания на 5 различни половинки от всяка проба пипер.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Най-много текстурни параметри могат да бъдат получени при използване на различни инструменти или режими на текстурен анализатор. Текстурен анализатор (TA.XT Plus Texture Analyser, Stable Micro Systems) е използван при изследване влиянието на омрежващия агент върху процеса на желеобразуване при ниско естерифициран пектин (Marudova et al., 2009). Намира приложение и при изучаване реологичните свойства на многослойни перли от хитозан и капа-карагенан (Marudova and Zsivanovits, 2009). Текстурен анализатор е използван и за определяне твърдостта на различни екструдати (Petrova, 2011; Ruskova, 2014 ; Bakalov, 2016; Ivanova, 2017).

На Фигура 1 са показани измененията в стойностите на сила на разкъсване и деформация при различна технологична обработка на пипер. От проведените експерименти се установи, че най-голяма стойност на силата на разкъсване имат суровите чушки, докато суровините, претърпели топлинна обработка имат по-ниска сила на разкъсване. От фигурата се вижда, че силата на разкъсване при стерилизираните чушки е по-ниска в сравнение с тази на печените. Този резултат се обяснява с факта, че стерилизираният пипер е претърпял последваща топлинна обработка (стерилизация). От същата фигура може да се заключи, че няма значителни

(0.35%); sample 3 (PO3) – culinary salt (3%), sugar (4%), and citric acid (0.5%); sterilized in the same mode (sterilization temperature 100°C and actual sterilization time 12 min).

To analyze the texture of the pepper, TA.XT Plus Texture Analyzer, Stable Micro Systems was used in uniaxial deformation mode, at a constant deformation rate of 2 mm/s, using an aluminum cylindrical piston 5 mm in diameter. A minimum of 5 measurements were made on 5 different halves of each pepper sample.

RESULTS AND DISCUSSION

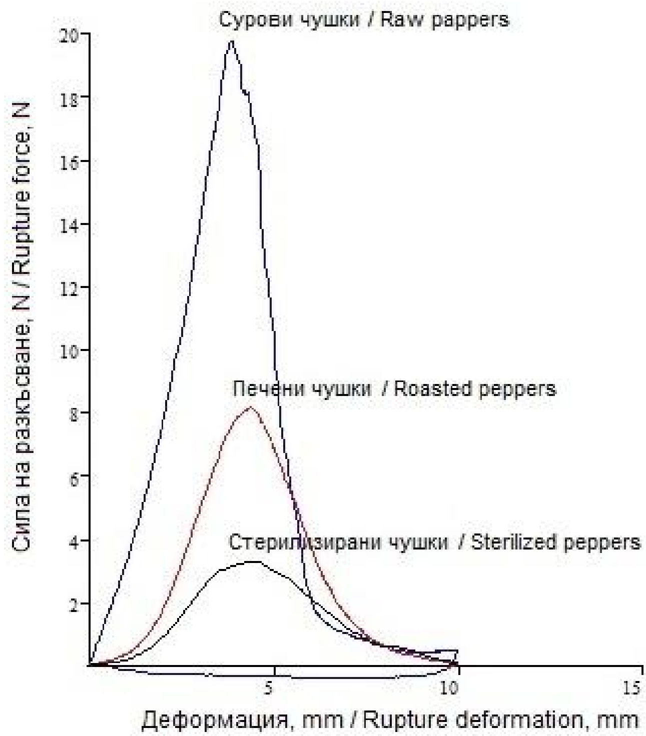
Most texture parameters can be obtained using different texture analyzer tools or modes.

Texture analyzer (TA.XT Plus Texture Analyzer, Stable Micro Systems) was used to study the influence of the crosslinking agent on the process of iron formation in low esterified pectin (Marudova et al., 2009). It is also used in studying the rheological properties of multilayer beads of chitosan and kapa-carrageenan (Marudova and Zsivanovits, 2009). A texture analyzer was also used to determine the hardness of various extrudates (Petrova, 2011; Ruskova, 2014; Bakalov, 2016; Ivanova, 2017).

Figure 1 shows the variations in the rupture force and deformation values of different processing of pepper. From the experiments conducted, it was found that the highest value of the rupture force has the raw peppers, while the raw materials that have undergone heat treatment have lower rupture strength.

The figure shows that the rupture strength of sterilized peppers is lower than that of roasted peppers. Tits result is explained by the fact that the sterilized pepper has undergone a subsequent heat treatment (sterilization). From the same figure it can be concluded that there are no significant changes in the values of the rheological промени в стойностите на реологичния параметър деформация при различните технологични обработки на пипера.

parameter deformation in the various technological processes of the pepper.



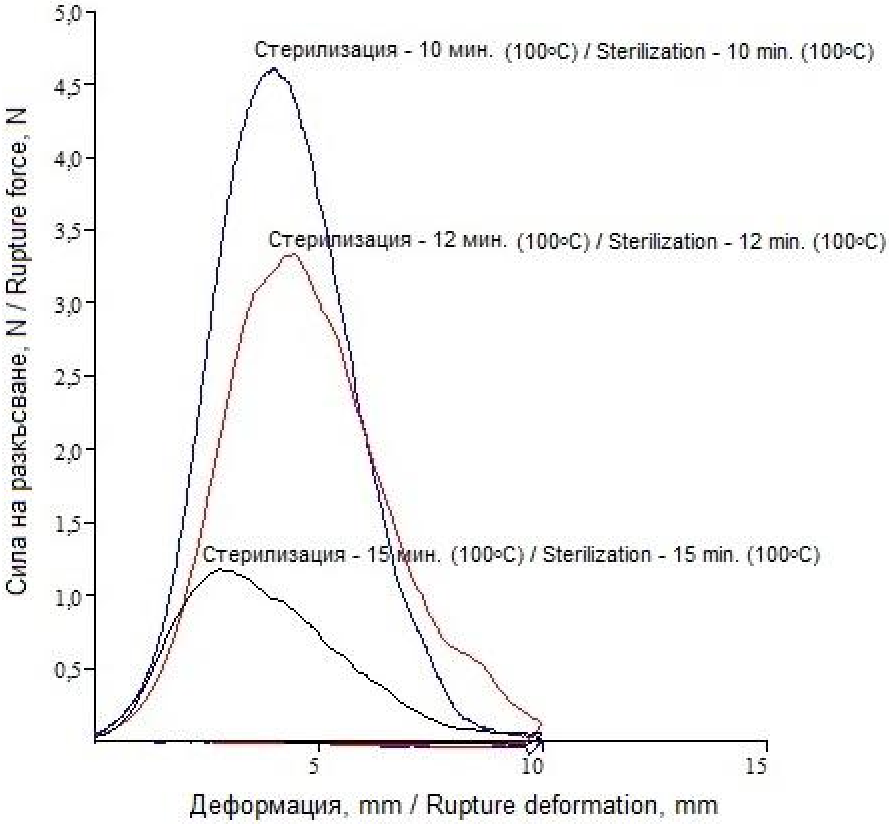
Фиг. 1. Структурно-механични свойства на пипер
Fig. 1. Structure-mechanical properties of pepper

На Фигура 2 е показано изменението на силата на разкъсване и деформацията при една и съща температура на стерилизация (100ºC) и различни времена на същинска стерилизация (10, 12 и 15 min). При една и съща температура на стерилизация с увеличаване времето на същинска стерилизация силата на разкъсване намалява, докато деформацията се променя незначително (Фигура 2). С увеличаване на времето на стерилизация от 10 на 12 min силата на разкъсване се понижава около 0,7 пъти, а при увеличаване времето на същинската стерилизация от 12 на 15 min силата на разкъсване се понижава около 2,6 пъти.

Figure 2 shows the variation of rupture force and deformation at the same sterilization temperature (100°C) and different times of actual sterilization (10, 12, and 15 min).

At the same sterilization temperature as the actual sterilization time increases, the rupture force decreases until the deformation changes insignificantly (Figure 2).

As the sterilization time increases from 10 to 12 min, the rupture force decreases about 0.7 times, and when increasing the actual sterilization time from 12 to 15 min, the rupture force decreases about 2.6 times.



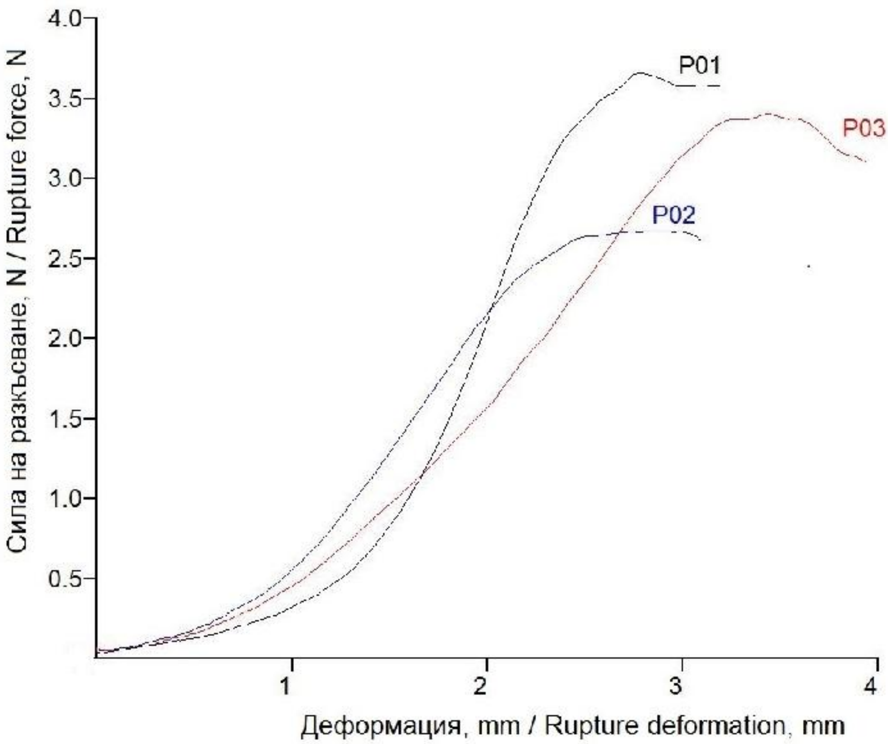
Фиг. 2. Структурно-механични свойства на пипер при различни режими на стерилизация
Fig. 2. Structure-mechanical properties of pepper under different sterilization regimes

На Фигура 3 е дадено изменението на силата на разкъсване и деформация на печена белена капия (стерилизирана) с различен състав на заливката. В резултат на проведените експерименти и получените резултати се установи, че стойностите за сила на разкъсване и деформация на проба P02 (заливка, съдържаща сол, захар, оцетна киселина и калциев дихлорид) са по-ниски в сравнение с тези на P01 (заливка, съдър-жаща сол, захар, лимонена киселина и калциев дихлорид) и P03 (заливка, съдържаща сол, захар и лимонена киселина). Това вероятно се дължи на използването на оцетна киселина в заливката, която проявява разрушителен

In Figure 3 is shown the change in the rupture force and deformation of roasted peeled pepper (sterilized) with different marinate composition. As a result of the experiments performed and the results obtained, it was found that the values of the rupture force and deformation of sample P02 (a marinate containing salt, sugar, acetic acid, and calcium dichloride) were lower compared to P01 (a marinate containing salt, sugar, citric acid, and calcium dichloride) and PO3 (a marinate containing salt, sugar, and citric acid).

Tits is probably due to the use of acetic acid in the marinate, which has a devastating effect on the pepper texture. The deflection ефект върху текстурата на пипера. Деформацията при проба P03 е най-голяма. Това би могло да се обясни с факта, че в заливката на P03 няма добавен калциев дихлорид, който да повлияе на еластичността на пипера.

of sample P03 is greatest. Tits could be explained by the fact that no calcium dichloride has been added to the P03 marinate to affect the elasticity of the pepper.



Фиг. 3. Структурно-механични свойства на пипер при различен състав на заливката
Fig. 3. Structure-mechanical properties of pepper in a different composition of the marinate

ИЗВОДИ

Проведени са експерименти за изследване влиянието на топлинната обработка и химичния състав на заливката върху текстурата на печена белена капия (стерилизирана). Установи се, че топлинната обработка на пипера води до намаляване на силата на разкъсване. Времето на стерилизация оказва съществено влияние върху силата на разкъсване и незначително влияе върху деформацията. Наличието на оцетна киселина в заливката води

CONCLUSIONS

Experiments were carried out to study the influence of the heat treatment and the chemical composition of marinate on the texture of roasted peeled pepper (sterilized). It has been found that the heat treatment of the pepper results in a reduction in rupture force. Sterilization time has a significant effect on the rupture force and has little effect on deformation. The presence of acetic acid in the marinate results in deterioration and in calcium dichloride – to improve the до влошаване, а на калциев дихлорид – до подобряване реологичните характеристики на стерилизирания пипер.

rheological characteristics of the sterilized pepper.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Almela, L., M. Jos, C. Lopez-Roca and M. Alcdzart**, 1991. Carotenoid composition of new cultivars of red pepper for paprika. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39, 1606-1609.
2. **Arimboor, R., R. Natarajan, K. Menon, L. Chandrasekhar and V. Moorkoth**, 2015. Red pepper (*Capsicum annuum*) carotenoids as a source of natural food colours: analysis and stability. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (3), 1258-1271.
3. **Bakalov, Iv.**, 2016. Study the extrusion process of legume-cereal mixtures. Dissertation, University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria (Bg).
4. **Cervantes-Paz, B., E. Yahia, J. Ornelas-Paz, C. Victoria-Campos, V. Ibarra-Junquera, J. Pérez-Martínez and P. Escalante-Minakata**, 2014. Antioxidant activity and content of chlorophylls and carotenoids in raw and heat-processed Jalapeño peppers at intermediate stages of ripening. *Food Chemistry*, 146, 188-196.
5. **Collera-Zúñiga, O., F. Jiménez and R. Gordillo**, 2005. Comparative study of carotenoid composition in three mexican varieties of *Capsicum annuum* L. *Food Chemistry*, 90 (1-2), 109-114.
6. **Eshbaugh, W.**, 1975. Genetic and Biochemical Systematic Studies of Chili Peppers (*Capsicum-Solanaceae*). *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 102 (6), 396-403.
7. **Giuffrida, D., P. Dugo, G. Torre, C. Bignardi, A. Cavazza, C. Corradini and G. Dugo**, 2013. Characterization of 12 Capsicum varieties by evaluation of their carotenoid profile and pungency determination. *Food Chemistry*, 140 (4), 794-802.
8. **Guil-Guerrero, J., C. Martínez-Guirado, M. del Mar Rebolloso-Fuentes and A. Carrique-Pérez**, 2006. Nutrient composition and antioxidant activity of 10 pepper (*Capsicum annuun*) varieties. *European Food Research and Technology*, 224 (1), 1-9.
9. **Heiser J., Pickersgill B.**, 1969. Names for the Cultivated Capsicum Species (Solanaceae). *Taxon*, 18 (3), 277-283.
10. **Howard, L., S. Talcott, C. Brenes and B. Villalon**, 2000. Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (Capsicum species) as influenced by maturity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 48, 1713-1720.
11. **Ivanova, Kr.**, 2017. Technological and functional properties of extrudates enriched with brewer‘s spent grain. Dissertation, University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria (Bg).
12. **Kothari, S., A. Joshi, S. Kachhwaha and N. Ochoa-Alejo**, 2010. Chilli peppers – A review on tissue culture and trans-genesis. *Biotechnology Advances*, 28, 35-48.
13. **Martí, M., D. Camejo, F. Vallejo, F. Romojaro, S. Bacarizo, J. Palma, F. Sevilla and A. Jiménez**, 2011. Influence of fruit ripening stage and harvest period on the antioxidant content of sweet pepper cultivars. *Plant Foods for Human Nutrition*, 66, 416-423.
14. **Marudova, M. and G. Zsivanovits**, 2009. Influence of Crosslinking Agent on the Gelation of Polygalacturonic Acid. Conference of Young Scientists, Plovdiv, Bulgaria. In: Conference Proceeding, 12, 95-98 (Bg).
15. **Marudova, M., G. Zsivanovits, I. Popchev and I. Petrovska**, 2009. Preparation and Evaluation of Carrageenan/Chitosan Multilayer Beads. 7th General

Conference of the Balkan Physical Union Alexandropoulos, Greece, In: AIP Conference Proceedings, vol. 1203, 783-788.
16. **Mateos, R.**, 2006. Pepper Antioxidants: Biochemical and Molecular Study of the Fruit Ripening and the Response to Abiotic Stress, Dissertation, University of Granada, Spain.
17. **Ornelas-Paz, J., J. Martínez-Burrola, S. Ruiz-Cruz, V. Santana-Rodríguez, V. Ibarra-Junquera, G. Olivas and J. Pérez-Martínez**, 2010. Effect of cooking on the capsaicinoids and phenolics contents of Mexican peppers. *Food Chemistry*, 119, 1619-1625.
18. **Palma, J., F. Corpas and L. del Río**, 2009. Plant Vitamin Antioxidants and Their Influence on the Human Diet. In: Papareschi A., Eppolito H., editors. Fruit and Vegetable Consumption and Health. Nova Science Publishers, Inc; New York, NY, USA, pp. 127-138.
19. **Palma, J., A. Jiménez, F. Corpas, R. Mateos, M. Martí, F. Sevilla and L. del Río**, 2011. Role of ascorbate on the fruit physiology of pepper (*Capsicum annuum* L.). *Functional Plant Science and Biotechnology,* 5, 56-61.
20. **Petrova, T.**, 2011. Study the Extrusion Process of Lentil Semolina. Dissertation, University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria (Bg).
21. **Ruskova, M.**, 2014. Study the extrusion technology for utilization of organic losses in the processing of fruit (apples). Dissertation, Food Research and Development Institute, Plovdiv, Bulgaria (Bg).
22. **Sitthiwong, K., T. Matsui, S. Sukprakarn, N. Okuda and Y. Kosugi**, 2005. Classification of pepper (*Capsicum annum* L.) Accessions by RAPD Analysis. *Biotechnology*, 4 (4), 305-309.
23. **Topuz, A. and F. Ozdemir**, 2007. Assessment of carotenoids. Capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 596-602.
24. **Walsh, B. and S. Hoot**, 2001. Phylogenetic Relationships of Capsicum (Solanaceae) Using DNA Sequences from Two Noncoding Regions: The Chloroplast atpB-rbcL Spacer Region and Nuclear waxy Introns. *International Journal of Plant Sciences*, 162 (6), 1409-1418.
25. **Zsivanovits, G. and D. Iserliiska**, 2011. Characterization of the texture of food products. *Zemedelie plus*, 10, 38-40.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (1), 286-295
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Сравнителен сензорен и физикохимичен анализ на лютеници

Иван Бакалов[1], Здравко Манев[1]*, Тодорка Петрова[1], Кристина Иванова[1], Апостол Симитчиев[2], Милена Рускова[1], Николай Пенов[2]

[1]*Институт за изследване и развитие на храните, 4000 Пловдив, България*
[2]*Университет по хранителни технологии, 4000 Пловдив, България*

Comparative sensory and physicochemical analysis of “lutenitza”

Ivan Bakalov[1], Zdravko Manev[1]*, Todorka Petrova[1], Kristina Ivanova[1], Apostol Simitchiev[2], Milena Ruskova[1], Nikolay Penov[2]

[1]*Food Research and Development Institute, 4000 Plovdiv, Bulgaria*
[2]*University of Food Technologies, 4000 Plovdiv, Bulgaria*

**E-mail: docent_manev @abv.bg*

Received: 17.04.2018 *Accepted:* 03.06.2018 *Published:* 20.08.2018

РЕЗЮМЕ

Проведени са опити за сравняване на сензорни и физикохимични характеристики на традиционна лютеница (тип „Обикновена“) и обогатена с екструдати от малцови трици и моркови. От проведените опити и получените резултати се установи, че обогатената лютеница се характеризира с по-тъмен цвят, по-плътна консистенция и по-високо съдържание на общи фибри в сравнение с приготвената по традиционна рецепта. Добавените функционални компоненти (екструдати от малцови трици и моркови) в лютеницата повишават потенциалните здравословни ползи на продукта и възможността му за реализация като функционална храна.

Ключови думи: лютеница, обогатена, малцови трици, сензорен анализ, физикохимичен анализ

SUMMARY

Experiments were carried out to compare the sensory and physicochemical characteristics of traditional "Lutenitza" ("Ordinary" type) and "Lutenitza" enriched with extrudates of brewer’s spent grain and carrot. From the experiments and the results obtained, it has been established that the enriched “Lutenitza” is characterized by a darker colour, higher total fibre content and texture is thicker compared to the traditional recipe. The added functional components (extrudates of brewer’s spent grain and carrot) in the products increase the potential health benefits and its possible application as a functional food.

Key words: “Lutenitza”, enriched, brewer‘s spent grain, sensory analysis, physicochemical analysis

УВОД

Лютеницата е натурален хранителен продукт, който присъства в бита на българския народ и е традиционно ястие за българската кухня. Приготвя се основно от смлени, обикновено печени червени пиперки (пиперково пюре), домати (доматено пюре), много често с добавка на патладжани и моркови. Наличието на естествени подправки, сред които най-важни са кимионът и черния пипер, определя пикантния вкус на лютеницата. Истинската лютеница, освен че е много вкусна, е и полезна, защото се запазват до голяма степен хранителните свойства на съдържащите се в нея домати и чушки, патладжани и моркови.

Голяма част от българското население консумира различни видове лютеници. Особено голям консуматор на този продукт в България са подрастващите деца. Качеството и цената на лютениците се определя до голяма степен от техния химичен състав. Той варира в широки граници в зависимост от вида на лютеницата и фирмата производител. Редица изследвания у нас през последните десетилетия определят храненето на населението като нездравословно, което се отразява на динамиката на заболеваемостта и смъртността от хронични неинфекциозни болести в страната. То се асоциира с тежки болести на органите на кръвообращението, някои видове рак, диабет тип 2, болести на храносмилателната система и др. Счита се, че основните характеристики, определящи храненето като нездравословно, са две: от една страна висока консумация на мазнини, сол и захар, от друга – ниска консумация на плодове и зеленчуци (Petrova et al., 2000; Petrova, 2004; Petrova and Altinkova, 2004). Хранителната индустрия може да допринесе много за създаването на здравословен модел на хранене като реформулира продуктите си и създаде нови асортименти, които отговарят на изискванията за здравословно

INTRODUCTION

“Lutenitza” is a natural food product that is present in the life of the Bulgarian people and is a traditional dish for Bulgarian cuisine. Prepared mainly from ground, roasted red peppers (pepper puree), tomatoes (tomato purée), very often with eggplant and carrots. The presence of natural spices, among which the most important are cumin and black pepper, determines the spicy flavour of the “lutenitza”.

Natural “lutenitza”, in addition to being very tasty, is also useful because it preserves to a large extent the nutritional properties of the tomatoes and peppers, eggplants and carrots.

A large part of the Bulgarian population consumes different types of “lutenitza”. Especially large consumers of this product in Bulgaria are teenage children. The quality and price of “lutenitza” is largely determined by their chemical composition. It varies widely depending on the type of the “lutenitza” and the manufacturer. Numerous studies in our country over the last few decades have identified the diet as unhealthy, which reflects the dynamics of morbidity and mortality from chronic noninfectious diseases in the country.

It is associated with severe circulatory diseases, some cancers, type 2 diabetes, digestive diseases, etc. It is believed that the main characteristics defining nutrition as unhealthy are two: on the one hand high consumption of fat, salt and sugar, on the other hand - low consumption of fruits and vegetables (Petrova et al., 2000; Petrova, 2004; Petrova and Altinkova, 2004).

The food industry can greatly contribute to creating a healthy eating model by reforming its products and creating new assortments that meet the requirements of healthy eating (Tungland and Meyer, 2002; Santos and Silva, 2011). There are хранене (Tungland and Meyer, 2002; Santos and Silva, 2011). Има продукти, които с малка промяна в състава могат да придобият по-полезни свойства.

В днешно време се обръща сериозно внимание не само на хранителната стойност на продуктите, но и на техните функционални качества. В това отношение малцовите трици имат особено място в производството на функционални храни. Съставът на малцовите трици не е постоянен, но винаги включва високо съдържание на диетични фибри, белтъчини, есенциални аминокиселини, значително количество минерални вещества, полифеноли, витамини и мазнини (Mussatto et al., 2006). Малцовите трици са източник на природни антиоксиданти (Moreira et al., 2013), които подобряват качеството на храните. Високото хранително съдържание на малцовите трици ги прави потенциална суровина за добавяне към смеси за екструдиране. Получените екструдати с малцови трици са по-здравословни и могат да се използват като профилактични продукти (Ainsworth et al., 2007).

Екструдирането е сложен процес, при който продуктът се подлага на комбинираното въздействие на температура, влага, налягане и сили на срязване. Чрез екструзия се получават различни продукти (Nenov, 2007; Toshkov, 2011; Petrova, 2012).

Термичните обработки могат да повлияят значително върху химичния състав и физичните свойства на хранителните влакнини (Björck et al., 1984). Екструзията води до нарастване на количеството на разтворими влакнини (Lue et al., 1991; Rinaldi et al., 2000; Vasanthan et al., 2002; Céspedes et al., 2005), вследствие механично разкъсване на гликозидните връзки (Lue et al., 1991). В други случаи нараства и количеството на неразтворимите компоненти (Unlu and Faller, 1998; Vasanthan et al., 2002), което може да се дължи на два факта: 1) желатинизация и декстринизация на скорбялата (Unlu and Faller, 1998) и 2) Майардовата реакция

products that with little change in composition can acquire more useful properties.

Nowadays, not only the nutritional values of the products but also their functional qualities are taken into consideration. In this respect brewer‘s spent grain has a special place in the production of functional foods. The composition of brewer‘s spent grain is not constant but always includes a high content of dietary fibre, protein, essential amino acids, a significant amount of minerals, polyphenols, vitamins and fats (Mussatto et al., 2006). Brewer‘s spent grain is a source of natural antioxidants (Moreira et al., 2013), which improve the quality of food. The high nutritional content of brewer‘s spent grain makes them a potential raw material for adding to extrusion mixtures. The resulting malt extrudates are healthier and can be used as prophylactic products (Ainsworth et al., 2007).

Extrusion is a complex process in which the product is subjected to the combined effects of temperature, moisture, pressure, and shear forces. Through extrusion different products are obtained (Nenov, 2007; Toshkov, 2011; Petrova, 2012).

Thermal treatments can significantly affect the chemical composition and physical properties of dietary fibre (Björck et al., 1984). Extrusion leads to an increase in the amount of soluble fibres (Lue et al., 1991; Rinaldi et al., 2000; Vasanthan et al., 2002; Céspedes et al., 2005), due to mechanical breakage of glycosidic linkages (Lue et al., 1991).

In other cases, the amount of insoluble components increases (Unlu and Faller, 1998, Vasanthan et al., 2002), which may be due to two facts: 1) gelatinization and dextrinization of starch (Unlu and Faller, 1998), and 2) Maillard reaction (Esposito

(Esposito et al., 2005).

Целта на настоящето изследване е да се направи сравнителен физикохимичен и сензорен анализ на традиционна лютеница и обогатена с функционални компоненти.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

В настоящата статия са използвани два вида лютеници, а именно обогатена и традиционна (произведена по ТИ №III-09/1974). В обогатената лютеница са добавени допълнително 12,9% моркови и 2,45% екструдати, получени от малцови трици и пшеничен грис. На двата вида лютеници са определени следните физикохимични показатели:

- pH (активна киселинност) – по БДС 11688:1993;

- сухо вещество (тегловно) – по БДС EN 12145:2000;

- сухо вещество (рефрактометрично) – по БДС 17257:1991;

- цвят по Гарднер – инструментално, с лабораторен апарат “GOLORGD 2000”, на фирмата BYK – Gardner Inc., САЩ по системата CIE Lab, където L е яркост на цвета (L=0 - черно, L=100 - бяло), +a - червено, -a - зелено, +b - жълто, -b - синьо. Стойността на цветния тон или доминиращата дължина на вълната е представена от съотношението a/b. Наситеността на цвета е определена от стойностите на индекса $\sqrt{a^2 + b^2}$;

- общи влакнини – по БДС 11374:1986;

- скорбяла – по БДС 5713:1984;

- динамичен вискозитет – реологичното поведение на продуктите е изследвано с помощта на ротационен вискозиметър „Brookfield” RV-DV II + Pro, оборудван с адаптер за малки проби, включващ метален измервателен цилиндър с водна риза SC4-13R и цилиндричен шпиндел с конична глава SC4-27. Шпинделът SC4-27 е с дължина на цилиндричната част 33,02 mm и диаметър 11,76 mm и обща

et al., 2005).

The aim of the present study is to make a comparative physicochemical and sensory analysis of traditional “lutenitza” and “lutenitza” enriched with functional components.

MATERIAL AND METHODS

This article uses two types of “lutenitza”, namely enriched and traditional (produced under TI №II-09/1974). 12.9% carrots and 2.45% extrudates obtained from brewer‘s spent grain and wheat semolina are added to the enriched “lutenitza”. The following physicochemical parameters are defined for both types of “lutenitza”:

- pH (active acidity) – according to BDS 11688:1993;

- dry matter (gravimetric method) – according to BDS EN 12145:2000;

- dry matter (refractometric measurement) – according to BDS 17257:1991;

- Gardner colour – instrumental determination, with laboratory apparatus "GOLORGD 2000", by BYK - Gardner Inc., USA by CIE Lab system, where L is colour brightness (L = 0 - black, L = 100 - a - red, a - green, + b - yellow, - b - blue. The value of the colour tone or the dominant wavelength is represented by the ratio a/b. The saturation of a colour is determined by the index value: $\sqrt{a^2 + b^2}$;

- dietary fibres – according to BDS 11374:1986;

- starch – according to BDS 5713:1984;

- dynamic viscosity – The rheological behaviour of the products was investigated using a Brookfield RV-DV II + Pro rotational viscometer equipped with a small sample adapter including a SC4-13R metal measuring cylinder with water jacket and SC4- 27 cylindrical spindle with a conical head. The spindle SC4-27 has a cylindrical part length of 33.02 mm and a diameter of 11.76 mm and a total working дължина на работната част 39,29 mm. Измервателният цилиндър е с вътрешен диаметър 19,05 mm и дължина 64,77 mm. Измервателният цилиндър се запълва с проба, като задължително условие е горната конична част на шпиндела да бъде покрита с изследвания продукт. След като това условие бъде изпълнено се пристъпва към предварителни експерименти за уточняване на обхвата от скоростни градиенти, при които ще бъде извършено измерването. Структурно-механичните свойства на проба 1 се изследват при двадесет скоростни градиента в диапазона от 0,17 до 0,34 s^{-1}, а тези на проба 2 – при скоростни градиенти в диапазона от 0,03 до 1,02 s^{-1}. От получените данни се построява графична зависимост между напрежението на преместване и скоростния градиент, чрез която се определят реологичните характеристики на продукта.

Статистическата обработка на данните е осъществена чрез специализиран софтуер Microsoft Office Excel 2010.

Органолептичната оценка на готовия продукт е направена по петобална система (със стъпка 0,25) по показателите: външен вид, цвят, вкус, аромат, консистенция, интензитет на сладост, интензитет на киселинност и послевкус. След съответна математико-статистическа обработка се оформят графично сензорните профили на продуктите.

Получените два вида лютеници са предоставени за органолептична оценка на 9 членна комисия, запозната с характеристиките на анализираните продукти и със скалата за оценка. Условията за провеждане на оценяването са стандартни – стайна температура и на дневна светлина.

length of 39.29 mm. The measuring cylinder has an internal diameter of 19.05 mm and a length of 64.77 mm. The measuring cylinder is filled with a sample, as a requirement that the top conical part of the spindle be covered with the product under test. Once this condition has been met, preliminary experiments are conducted to specify the range of gradients at which the measurement will be performed. The structural and mechanical properties of sample 1 were examined at twenty velocity gradient in the range from0.17 to 0.34 s^{-1}, those of sample 2 at velocity gradient in the range from 0.03 to 1.02 s^{-1}.

From the data obtained, a graphical relationship between the shear stress and the velocity gradient is established, which determines the rheological characteristics of the product.

The statistical data analysis is accomplished through specialized software Microsoft Office Excel 2010.

The organoleptic evaluation of the finished product is made by a five-point system (step 0.25) by the indicators: appearance, colour, taste, flavour, consistency, sweetness intensity, acidity intensity and aftertaste. After mathematical and statistical processing, the sensory profiles of the products are plotted.

The two types of “lutenitza” are given for an organoleptic evaluation of a 9-member committee, familiar with the characteristics of the analyzed products and the evaluation scale. The conditions for conducting the assessment are standard – room temperature and daylight.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В Таблица 1 са дадени физикохимичните показатели на двата вида лютеници: традиционна лютеница (тип „Обикновена“) и обогатена с малцови трици и моркови. В резултат на добавените

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 gives the physicochemical characteristics of the two types of lutenitza: Traditional lutenitza (Ordinary) and enriched with brewer‘s spent grain and carrots. As a result of the addition of

12,9% моркови и 2,45% малцови екструдати се повишава сухото вещество (тегловно) на обогатената лютеница с 7,67% в сравнение с традиционната лютеница, наблюдава се и по-висока стойност на активната киселинност. По-ниското сухо рефрактометрично вещество на обогатената лютеница, спрямо това на традиционната, се дължи на факта, че малцовите екструдати свързват по-голямо количество вода и водоразтворими компоненти.

От представените резултати се вижда, че средните стойности на показателите за червен и жълт цвят (a, b) са по-високи при традиционната лютеница, спрямо тези на обогатената. Разликите в цветовите характеристики на показателите a и b се дължат на различния състав на двата вида лютеници. Добавянето на малцови екструдати и моркови в лютеницата води до по-ниска стойност на яркостта на цвета, както и до редуциране стойностите на индекса за наситеност на цвета с 28,29% спрямо традиционната лютеница.

От проведените експерименти се установи, че общото съдържание на влакнини в обогатената лютеница е с 5,1 пъти по-високо от това на обикновената лютеница в резултат на добавените малцови екструдати и моркови. Подобен ефект се наблюдава при обогатяване на зърнени закуски с малцови трици (Mussatto et al., 2006). Диетите с високо съдържание на фибри са особено полезни при профилактика на сърдечно-съдови заболявания, както и за превенция от рак на дебелото черво. Те се разграждат сравнително бавно, което осигурява по-бавно повишение на кръвната захар и по този начин са полезни и за болните от диабет.

От получените резултати в Таблица 1 се вижда, че индексът на консистенция и динамичният вискозитет на обогатената лютеница са съответно 4,7 и 7,6 пъти по-високи в сравнение с обикновената лютеница. Това се дължи на факта, че съдържанието на скорбяла и фибри води до повишаване на реологичните характеристики – индекс на консистенция и динамичен вискозитет на продуктите

12.9% carrots and 2.45% of malt extrudates, the dry matter content (by weight) of enriched lutenitza is increased by 7.67% compared to traditional one, a higher value of the active acidity is also observed. The lower refractometric dry matter of enriched lutenitza than traditional is due to the fact that malt extrudates connect more water and water-soluble components.

The presented results show that the average values of the red and yellow tones (a, b) are higher for traditional lutenitza than for the enriched. The differences in the colour characteristics of indicators a and b are due to the different composition of the two types of lutenitza. The addition of malt extrudates and carrots in the lutenitza results in a lower colour brightness value, as well as a reduction in the colour saturation index of 28.29% compared to the traditional lutenitza.

From the experiments conducted, it was found that the total fibre content of the enriched lutenitza is 5.1 times higher than that of ordinary lutenitza due to the added malt extrudates and carrots. A similar effect was observed in enrichment of cereals with brewer‘s spent grain (Mussatto et al., 2006).

High fibre diets are especially useful for preventing cardiovascular disease as well as for preventing cancer of the colon. They are degraded relatively slowly, which provides a slower increase in blood sugar and thus are also beneficial for diabetic patients.

From the results obtained in Table 1, it can be seen that the consistency index and the dynamic viscosity of the enriched lutenitza are respectively 4.7 and 7.6 times higher than traditional lutenitza. This is due to the fact that the starch and fibre content leads to an increase in the rheological characteristics – consistency index and dynamic viscosity of the products

(Dhingra et al., 2012; Lesław et al., 2013; Shaari et al., 2017). По-високото съдържание на скорбяла в обогатената лютеница се дължи на съдържащия се в екструдатите пшеничен грис.

(Dhingra et al., 2012, Lesław et al., 2013; Shaari et al., 2017). The higher starch content in the enriched lutenitza is due to the wheat semolina contained in the extrudates.

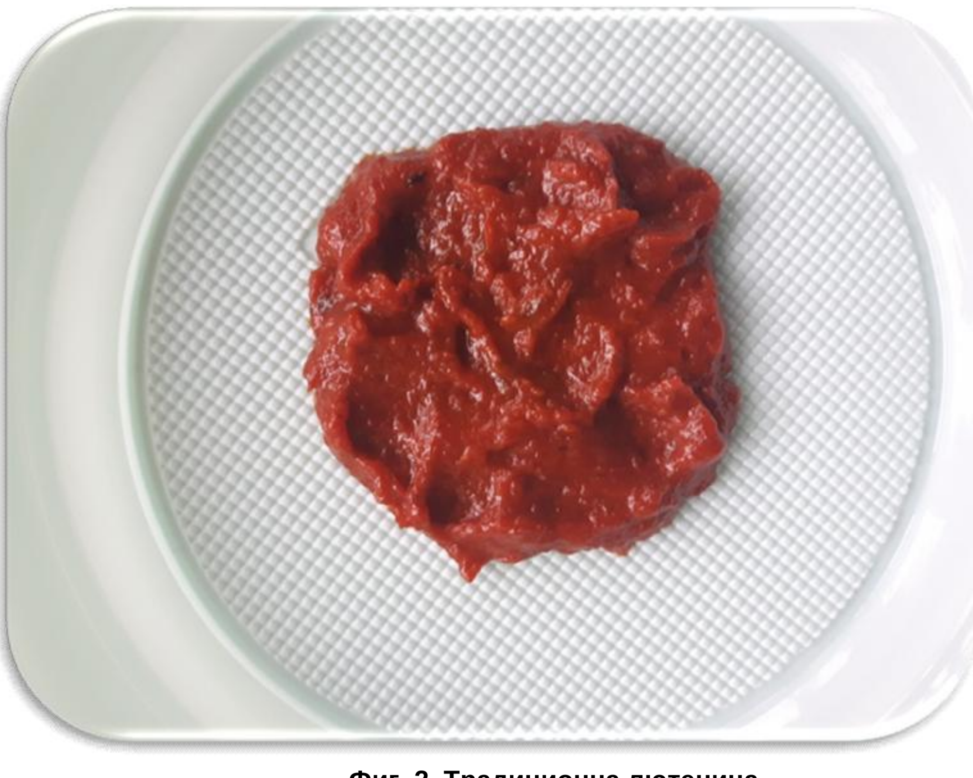
Таблица 1. Сравнителен физикохимичен анализ на лютеници
Table 1. Comparative Physicochemical Analysis of Lutenitza

Показател / Index	Традиционна лютеница Traditional lutenitza	Обогатена лютеница Enriched lutenitza
Активна киселинност / Active acidity	4.45	4.52
Сухо вещество (тегловно) / Dry substance (by weight), %	35.82	38.57
Сухо вещество (рефрактометрично) Dry substance (refractometric), %	22.6	21.5
Цвят по Гарднер / Colour of Gardner	a = 31.05 b = 35.11 L = 29.44 a/b = 0.88 $\sqrt{a^2 + b^2} = 46.87$	a = 21.92 b = 25.48 L = 24.06 a/b = 0.86 $\sqrt{a^2 + b^2} = 33.61$
Съдържание на общи влакнини / Common fibres content, %	0.35	1.79
Индекс на консистенция / Consistency index, $Pa.s^n$	10.27	48.42
Динамичен вискозитет / Dynamic viscosity , Pa.s	173.5	1310
Съдържание на скорбяла / Starch content , %	0.1	1.37

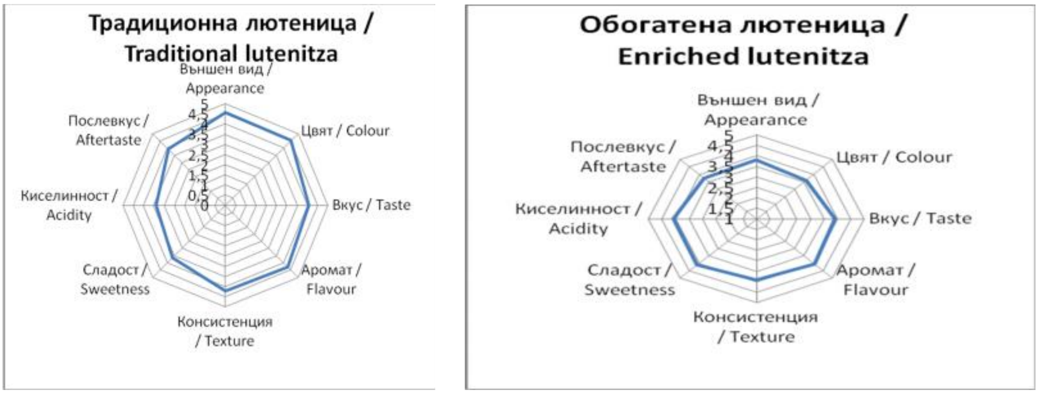
Резултатите от проведените сензорни анализи се показват, че общата сензорна оценка на обогатената с моркови и малцови трици лютеница (Фигура 1) се доближава до тази на традиционната лютеница (Фигура 2). От сензорните профили на лютениците (Фигура 3) се вижда, че средните оценки за сладост и киселинност, дадени от дегустаторите, за обогатената лютеница са по-високи от тези на традиционната, докато за останалите показатели те са малко по-ниски.

The results of the sensory analyzes showed that the overall sensory evaluation of the enriched with carrots and brewer‘s spent grain lutenitza (Figure 1) approximates that of the traditional lutenitza (Figure 2). From the sensory profiles (Figure 3), it can be seen that the average sweetness and acidity ratings given by the consumers for enriched lutenitza are higher than traditional ones, while for the other indicators they are slightly lower.

Фиг. 1. Обогатена лютеница
Fig. 1. Enriched lutenitza



Фиг. 2. Традиционна лютеница
Fig. 2. Traditional lutenitza



Фиг. 3. Сензорни профили на лютеници
Fig. 3. Sensor profiles of lutenitza

ИЗВОДИ

Направените сензорни анализи показват, че няма значителни разлики между органолептичните профили на традиционна лютеница (тип „Обикновена“) и обогатена с екструдати от малцови трици и моркови. В резултат на проведените експерименти се установи, че обогатената лютеница има по-високо съдържание на влакнини, по-високи стойности на структурно механични показатели и по – редуцирани цветови характеристики в сравнение с традиционната лютеница.

CONCLUSIONS

The sensory analyzes showed that there were no significant differences between the organoleptic profiles of traditional "Lutenitza" ("Ordinary" type) and enriched with brewer‘s spent grain and carrots. As a result of the experiments, it was found that the enriched lutenitza has a higher fibre content, higher values of structural mechanical indices and reduced colour characteristics compared to traditional lutenitza.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Ainsworth, P., S. Ibanoglu, A. Plunkett, E. Ibanoglu and V. Stojceska**, 2007. Effect of brewers spent grain addition and screw speed on the selected physical and nutritional properties of an extruded snack. *Journal of Food Engineering*, 81, 702-709.
2. **Björck, I., N. Asp and A. Dahlqvist**, 1984. Protein nutritional value of extrusion-cooked wheat flours. *Food Chemistry*, 15 (3), 203-221.
3. **Céspedes, M., Y. Chang and F. Bustos**, 2005. Effect of some operational extrusion parameters on the constituints orange pulp. *Food Chemistry*, 89, 301-308.
4. **Dhingra, D., D. Michael, H. Rajput and R. Patil**, 2012. Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 49 (3), 255-266.
5. **Esposito, F., G. Arlotti, A. Bonifati, A. Napolitano, D. Vitale and V. Fogliano**, 2005. Antioxidant activity and dietary fibre in durum wheat bran by-products. *Food Research International*, 38 (10), 1167-1173.
6. **Lesław, L., Z. Oczadły and D. Gałkowska**, 2013. Effect of modified starches on rheological properties of ketchup. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 1251-1260.
7. **Lue, S., F. Hsieh and H. Huff**., 1991. Extrusion cooking of corn meal and sugar beet fibre. effects on expansion properties, starch gelatinization, and dietary fibre content. *Cereal Chemistry*, 68, 227-234.

8. **Moreira, M., S. Morais, D. Carvalho, A. Barros, C. Delerue-Matos and L. Guido**, 2013. Brewer's spent grain from different types of malt. Evaluation of the antioxidantactivity and identification of the major phenolic compounds. *Food Research International,* 54, 382-388.
9. **Mussato, S., G. Dragone and I. Roberto**, 2006. Brewers' spent grain. generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science*, 43, 1-14.
10. **Nenov, V.**, 2007. Investigation on the technical and technological parameters of the production of reconstituted tobacco by the extrusion-and-rolling method. Dissertation, University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria (Bg).
11. **Petrova, I.**, 2012. Possibilities for the use of buckwheat in food products. Dissertation, University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria (Bg).
12. **Petrova, S.**, 2004. Contemporary Nutrition Problems of the Population in Bulgaria, In: Nutrition Science in the Protection of Human Health (B. Popov, ed.), Sofia (Bg), pp. 88-95.
13. **Petrova, S., D. Baykova and K. Angelova**, 2000. Nutritional consumption of the population in Bulgaria. *Hygiene and healthcare*, XLIII (1), 22-25 (Bg).
14. **Petrova, S. and S. Altankova**, 2004. National Food and Nutrition Policy – Current Problems and Challenges of the Future, In: Science of Nutrition in the Protection of Human Health (B. Popov, ed.), Sofia, pp. 198-203 (Bg).
15. **Rinaldi, V., P. Ng and M. Bennink**, 2000. Effects of Extrusion on Dietary Fibre and Isoflavone Contents of Wheat Extrudates Enriched with Wet Okara. *Cereal Chemistry*, 77 (2), 237-240.
16. **Santos, G. and M. Silva**, 2011. Mangaba (Hancornia speciosa Gomez) ice cream prepared with fat replacers and sugar substitutes. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*., 32 (3), 621-628.
17. **Shaari, N., R. Sulaiman and C. Cheok**, 2017. Rheological properties of native and modified corn starches in the presence of hydrocolloids. *International Food Research Journal*, 24 (5), 2082-2089.
18. **Toshkov, N.**, 2011 Study of extrusion process for the preparation of food for carp (*Cyprinus carpio* L.). Dissertation, University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria (Bg).
19. **Tungland, B. and D. Meyer**, 2002. Non digestible oligo-and polysaccharides (dietary fibre): Their physiology and role in human health and food, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1, 73-92.
20. **Unlu, E. and F. Faller**, 1998. Formation of resistant starch by a twin-screw extruder. *Cereal Chemistry*, 75, 346-350.
21. **Vasanthan, T., J. Gaosong, J. Yeung and J. Li**, 2002. Dietary fibre profile of barley flour as affected by extrusion cooking. *Food Chemistry*, 77, 35-40, 192.