

SAT-LCR-P-2-BFT(R)-02

EFFECT OF BLACKCURRANT PRESS FLOUR ON THE MAIN CHARACTERISTICS OF BREAD

Toncho Kolev

Trakia University, faculty of Technics and technologies, 38 Graf Ignatiev str., 8602, Yambol, Bulgaria, e-mail: toncho.kolev@trakia-uni.bg.

Abstract: Blackcurrant pressed flour is rich in fiber and pectin, and is used in the production of bread. By using appropriate computer-based statistical methods, the appropriate amount of chokeberry flour in bread production has been determined. An analysis was made of a total of 43 characteristics describing the change in the main physical, physicochemical, geometric, organoleptic and optical properties of the bread with the addition of black pressed flour. It was found that the added amount of blackcurrant pressed flour in the bread has a significant effect on the color characteristics, physico-chemical and organoleptic parameters and, to a lesser extent, on the spectral characteristics of the bread. The height, diameter, shape stability, electrical conductivity and oxidation-reduction potential of the bread medium, titratable acidity and organoleptic characteristics of the floor bread and two color indexes adequately reflect the changes in the bread depending on the added amount of flour from blackcurrant pressings. This dependence can be described with an accuracy of up to 83%. It was also found that the addition of 2.27% raw material from blackcurrant pressed flour improved the physico-chemical and organoleptic and optical characteristics of the resulting bread.

Keywords: blackcurrant pressed flour, color, spectra, sensory characteristics, , regression model.

ВЪВЕДЕНИЕ

Черният касис (*Ribes nigrum* L.), се използва при производството на редица храни като сокове, плодови вина или като добавка в плодово-захарни консерви обогатявайки ги с пектин, фибри и различни биологичноактивни вещества.

Според Heiberg et al. 1992, плодовете на черния касис съдържат: 9% захари, 40% глюкоза, 15% захароза, 5% органични киселини и 7%, аскорбиновата киселина. Съставът на плодовете варира, в зависимост от сортовата принадлежност на растението, климатичните условия и географския регион, в който е отглеждано.

Брашното от черен касис е богато на фибри (разтворими и неразтворими), които оказват съществено влияние върху реологичните свойства на тестото за хляб (Schmidt et al., 2018). Wang et al. 2017, в свои изследвания доказват, че хлябът с плодови пресовки от ягоди има значително по-висок обем, в сравнение на хляба с обезмаслени плодови пресовки на черен касис.

Alba et al. 2020, изследват влиянието на добавки от фибри и пектин от черен касис върху характеристиките на тесто и хляба. Добавките от фибри и пектин имат негативно влияние върху глутенообразуването, което де дължи на високият процент на лигнин и целулоза в тях. Авторите установяват, че допустимите количества на фибри и пектин от черен касис, които могат да се добавят при производството на хляб са 5% и 0,5% съответно.

Според Kandrokov et al. 2022, брашното от черен касис има висока гелообразуваща и желатинообразуваща способност, дължащо се на полизахаридите в него. Установяват също, че допустимото количество на брашно от черен касис, което може да се добави при производството на хляб е до 3,4%. Пектина от черен касис, има по-висока температурна устойчивост, в сравнение с този от други плодове, като ябълки и круши. Това предимство на черния касис може да се използва при производство на хляб с висока влажност на тестото и висока ензимна активност на тестото.

Може да се обобщи, че изследванията в областта на приложението на брашно от черен касис в хляб показват, че допустимото съдържание на тази добавка е докладвано в широки граници 3,4-10%.

При анализите на хляб се използват основно класически лабораторни методи, като методите за компютърно-базиран статистически анализ, са засегнати в по-ниска степен. В литературата не са намерени данни за използване на методи за анализ на изображения и спектрален анализ, чрез които да бъде определен подходящият процент добавка на брашно от черен касис при производството на хляб.

Чрез тези методи, допълнени с лабораторните анализи, може да бъде определено подходящото количество на черен касис в хляб.

Цел на настоящата работа е да се установи подходящото количество на добавка на брашно от пресовки черен касис върху основните характеристики на пшеничен хляб, чрез използване на компютърно базирани статистически методи за анализ на изображения и спектрални характеристики.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Използвано е брашно от плодови пресовки на черен касис след получаването на плодов сок, е произведено и пакетирено в България (New S Net, Ltd., Sofia, Bulgaria).

В таблица 1 е представена рецептурата и състава на пробите хляб с добавено брашно от черен касис. Променят се количеството на пшеничното брашно и това от черен касис, докато количествата на останалите суровини остават непроменени.

Табл. 1. Рецептурен състав на проби от пшеничен хляб с брашно от пресовки на черен касис

Суровини \ ВС, %	0	2,5	5	7,5	10	15
Пшенично пълнозърнесто брашно, g	500	487,5	475	462,5	450	425
Брашно от пресовки на черен касис, g	-	12,5	25	37,5	50	75
Пресувана хлебна мая, g	10	10	10	10	10	10
Готварска сол, g	6	6	6	6	6	6
Питейна вода, cm ³	349	350,1	351	352	352,5	353

Определяне на влагосъдържание- определено е с влагоанализаторна везна Kern DBS 60-3 (KERN & SOHN GmbH, Balingen, Germany). Подготвената проба от 5 g е изсушена до постоянна маса при съответния режим.

Формоустойчивост. Измерва се средния диаметър (D, mm) на пробата подов хляб, като средна аритметична величина от две измервания на диаметъра в противоположна посока, както и височината му (H, mm) в най-високата част. Показателят се определя по отношението на височината към диаметъра (H/D) на хляба. Използван е електронен цифров шублер SEB-DC-023 (Shanghai Shangerbo import & export Co., Ltd., Shanghai, PR China).

Определяне на титруема киселинност. Титруема киселинност, в °N (Neumann's degree). Подготвя се воден извлек от пробата хляб и се филтрува. Отпипетират се 50 cm³ от филтрата и се титруват с 0,1 N NaOH при индикатор фенолфталеин, съгласно БДС 3412:79.

Определяне на pH, EC, TDS, ORP. Подготовката на пробите за измерване е направена по методика, съгласно AACC 02-52.01 02-52.01 Hydrogen-Ion Activity (pH)-Electrometric Method.

Температура T, °C, цифров термометър, V&A VA6502 (Shanghai Vihua V&A instrument CO, Ltd., Shanghai, PR China).

Използвана е техническа везна Pocket Scale MH-200 (ZheZhong Weighing Apparatus Factory, Yongkang City, Zhejiang Province, PR China).

Активна киселинност (pH), pH meter PH-108 (Hangzhou Lohand Biological Co., Ltd. Jiubao Town, Jianggan Dist, PR China).

Електропроводимост (EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$), Conductivity Meter AP-2 (HM Digital, Inc., Culver City, CA).

Общо количество на разтворени сухи вещества (TDS, ppm), TDS-3 measuring instrument (HM Digital, Inc., Culver City, CA).

Окислително-редукционен потенциал (ORP, mV), определен с Measuring device ORP-2069 (Shanghai Longway Optical Instruments Co., Ltd., Shanghai, PR China).

Органолептична оценка на хляб. Тази оценка е направена, в съответствие с метода органолептичен анализ на храни и БДС EN ISO 13299:2016 (Сензорен анализ. Методология. Общо ръководство за установяване на сензорен профил), съгласно посочените методи, се оценява органолептично хляба по отношение на: външен вид, обем, цвят на кората и средината, дъвчаемост, шупливост, вкус и аромат. При органолептичния анализ участваха 9 преподаватели и студенти от катедра „Хранителни технологии“ на ФТТ – Ямбол. Те имат предварителна подготовка по извършването на този тип анализ на хранителни продукти.

Получаване на цветни цифрови изображения. Изображенията на хляб са получени с видео сензор на мобилен телефон Huawei P10 (Huawei Technologies Co., Ltd., Shenzhen, PR China). CPU ARM Cortex A53. Характеристиките на видео сензора са: Фокусно разстояние 28 mm; Максимална резолюция 20 MP, 3840x2160 pixels; Aperture size F1.8. Хомогенното осветление на заснеманата сцена е осигурено чрез източник на светлина, който се състои от куполовидна част, в която са монтирани бели светодиоди със студено бяла светлина (6400K), модел VT-3528-60 (V-TAC Europe Ltd., Plovdiv, Bulgaria), с максимален интензитет на излъчваната светлина при 450 nm. Настройката на цвета е извършена с цветна скала с 24 цветни полета Danes Picta Color chart BST11 (Danes-Picta, Praha, Czech Republic).

Цветови компоненти. Получени са цветни цифрови изображения в RGB цветови модел, които са конвертирани към Lab и LCh цветови модели. Използвани са функции за конвертиране на цветови компоненти при наблюдател 2° и осветеност D65 (средна дневна светлина с UV компонента, 6500K).

Цветовите компоненти от RGB (RGB [0 255]) модела, са конвертирани към Lab (L [0 100], a [-86,18 98,23], b [-107,86 94,47]).

При конвертирането на Lab към LCh, $L(\text{Lab})=L(\text{LCh})$. Останалите цветови компоненти (C и h), са преобразувани по следните формули:

Цветова разлика. Определена е цветовата разлика ΔE . Тя се променя в диапазона 0-100, като колкото е по-близо до 0, толкова цветовете на хляба с добавка са близки до тези на контролната проба, а колкото е по-близо до 100, толкова по-силно се различават.

Получените стойности от Lab и LCh цветови модели, са използвани при изчисление на цветови индекси. Индексите са определени, по формулите, обобщени от Pathare и колектив [Pathare et al., 2013]. Тези индекси отразяват промените в кафевия, жълтия, белия цвят на изследваните проби. Също така представят отношения между цветовите компоненти от посочените модели. Използваните цветови индекси имат вида:

Спектрални характеристики. Преобразуването на стойностите от XYZ и LMS модели в спектри на отражение във VIS областта, в обхвата 390-730nm е направено по математически формули, представени от Vilaseca et al. [2004]. Тези формули, са за наблюдател 2° и осветеност D65 (средна дневна светлина с UV компонента (6500K)).

Конвертирането към спектрални характеристики във VIS областта (R_{vis}), е по представените зависимости:

където M_{XYZ} и M_{LMS} са матрици за преобразуване между цветовите модели, за посочените по-горе наблюдател и осветеност. Преобразуването от XYZ към LMS цветови

модел е съгласно [CIE 2006]. $A(\lambda)$ е матрица за конвертиране към спектри на отражение във видимата област, за посочените по-горе наблюдател и осветеност. Матриците са налични в [Mather, 2010].

Метод за редуциране на обема от данни във вектор от признаци. Анализът на главните компоненти (PCA) [Mladenov, 2020], създава ортогонална координатна система, при в зависимост от дисперсията в оригиналните данни, осите са подредени според съответната главна компонента и дисперсиите в основните данни. Ако ковариационната матрица е диагонална, променливите са независими и в този случай данните могат да се визуализират чрез средноквадратичната им грешка като се изберат такива с най-голяма дисперсия. Ако не е диагонална, матрицата може да се трансформира до таква, съдържаща собствените ѝ вектори като основен диагонал. Методът PCA е използван за определяне на това върху кои от характеристиките на хляб влияе добавянето на брашно от плодови пресовки но черен касис.

Регресионен модел. Използван е регресионен модел, прилаган за анализ на хранителни продукти [Georgieva et al., 2020]. Всеки от коефициентите на модела е анализиран в зависимост от стойността на p -нивото, сравнено с нивото на значимост α . Отхвърлени са тези коефициенти, при които $p > \alpha$. Значимостта на коефициентите е определена по критерия на Стюдънт, а адекватността – по критерия на Фишер.

Използван е алгоритъм от тип “Interior-point-legacy”. Алгоритъмът достига до подходящо решение чрез обхождане на вътрешната част на областта с данни.

В обработката на получените данни е използвана програмна система Matlab (The Mathworks Inc., Natick, MA, USA.). Всички данни са обработени при ниво на значимост $\alpha=0,05$.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

На фигура 1 са показани кората и средината на контролната проба хляб и тези с добавка на брашно от плодове на черен касис. От фигурата се вижда, че при повишаване на количеството на брашно от черен касис, се променят както цветовите характеристики, така и повърхностната структура на средината на хляба. Ниските нива (до 2,5%) от добавката не оказват значимо влияние върху промените на външния вид на продукта. Добавено над 5%, брашното от черен касис променя цвета на средината на хляба към по-тъмен, уплътняване структурата, намаляване на размера на шуплите. Наличната шупливост е дебелостенна и неравномерна.

В таблица 2 са нанесени измерените стойности на основните характеристики на хляб с добавка на черен касис.

		
		
0%	2,5%	5%



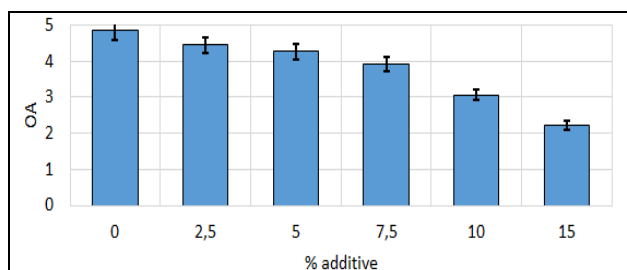
Фиг. 1 Хляб с добавка на касис

Таблица 2. Основни характеристики на хляб с добавка на касис (BC). Стойностите са значимо различни при $p < 0,05$

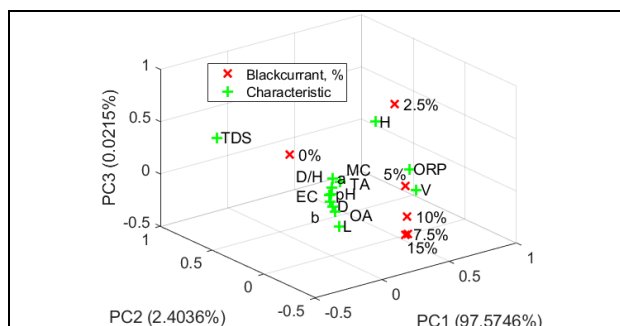
BC, %	0	2,5	5	7,5	10	15
Характеристики						
H, mm	48±1	59±1	56,67±0,58	56±1	53,67±0,76	52,33±0,58
D, mm	118±1	89±2,65	94,33±1,15	102±1	108±2	109,33±2,08
H/D	0,41	0,55	0,52	0,48	0,48	0,45
V, mm ³	442±8,49	425±7,07	422,5±3,54	402,5±3,54	395±7,07	391,5±9,19
MC, %	45,76±0,06	46,65±0,26	47,33±0,42	47,5±0,46	48,3±0,26	48,73±0,15
pH	6,83±0,06	6,73±0,06	6,47±0,06	6,4±0,2	6,5±0,1	6,23±0,06
EC, µS/cm	876,67±20,82	2608,67±58,69	3647±32,51	3690±6	3788,33±11,93	3914±21,7
TDS, ppm	301±8	1123,67±14,84	1493,33±25,17	1446,67±40,41	1520±20	1546,67±15,28
ORP, mV	231,67±10,07	147±3,61	144,33±2,08	140,67±1,53	136,67±1,53	132,67±1,53
TA, oN	3,73±0,12	3,93±0,06	5,17±0,29	5,27±0,06	6,17±0,15	7,07±0,12

На фигура 2 е показана общата органолептична оценка (ОА) на хляб с добавка на черен касис.

На фигура 3 са показани резултатите от PCA анализ на влиянието на количеството на добавка от черен касис върху технологичните характеристики на хляб. Използвани са три главни компоненти, като се описват над 95% от дисперсията в данните. Вижда се, че има еднакво влияние върху характеристиките на хляба, при всички количества на добавката. Промяната на количеството на добавката оказва съществено влияние върху височината диаметъра на подовия хляб, обема, съдържание на сухи разтворими вещества, окислително – редукиращ потенциал, светлота на хлебната средина и цвятния показател b.



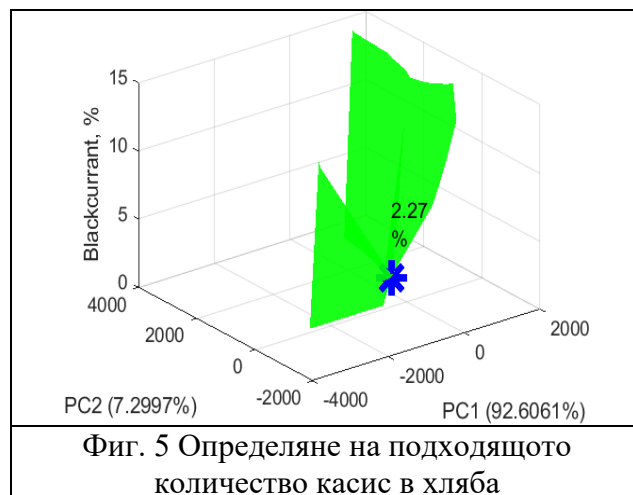
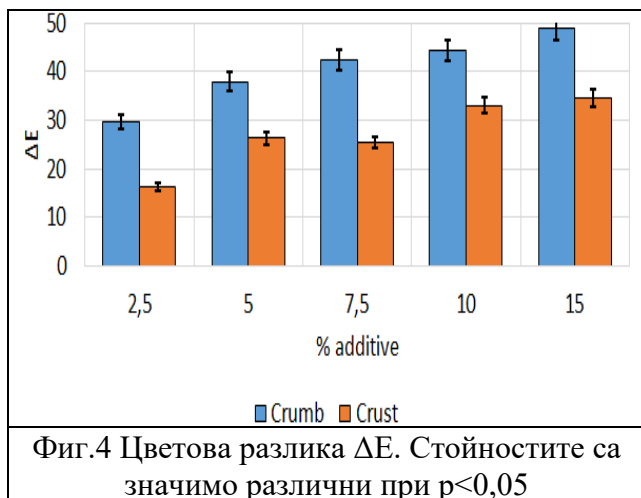
Фиг.2 Обща оценка (ОА) на хляб с добавка на касис. Стойностите са значимо различни при $p < 0,05$



Фиг.3 PCA на данни от хляб с касис

На фигура 4 е показана цветовата разлика ΔE между контролната проба и тези с различно процентно съдържание на добавка на черен касис. На фигура 5 е показан в общ вид

получения модел. Определени са степени на свобода $DF=(4, 595)$, $F=1429 \gg F_{cr}=2,39$ и $p<0,00$. От тук следва, че получения модел описва с достатъчна точност опитните данни.



В резултат на проведените експериментални опити бе установено, че количеството на вложената добавка на брашно от пресовки на черен касис е в интервала (2,5-5)% е най-благоприятна. В този интервал органолептичните хараактеристики на готовия продукт са най-добри и отговарят на традиционните предпочитания на българския консуматор . Други научни колективи посочват, доста по-големи количества на на влагане в тестото за хляб на тази добавка.

В своите изследвания Struck S.,et.al.[2018] установяват, че при добавяне на 10% брашно от касис спрямо масата на брашното, се наблюдават задоволителни резултати в качеството на тестото и на готовия продукт. Reißner et al. [2020] също посочват, че е възможно добавянето на 10% добавка на брашно от пресовки на черен касис, без това да окаже съществено влияние върху качеството на крайния продукт..

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящата работа с помощта на подходящи компютърно-базирани статистически методи беше определено подходящото количество брашно от пресовки на черен касис в хляба. Установено е, че добавеното количество брашно от пресовки на черен касис в хляб, оказва влияние върху цветовете характеристики, физико-химичните и органолептичните показатели и в по-малка степен върху спектралните характеристики на хляба.

Направен е анализ на общо 43 характеристики, описващи изменението на физико-химичните, геометричните, органолептичните и оптичните свойства на хляба с добавка на брашно от пресовки на черен касис. Установено е, че само 12 от тях са информативни. Височината, диаметра, формоустойчивостта, електропроводимостта, титруемата киселинност на хляба, окислително-редукционния потенциал на хлебната среда, органолептични характеристики на подов хляб, както и три цветови индекса и два спектарлни индекса, отразяват адекватно промените в хляба в зависимост от добавеното количество брашно от пресовки на черен касис.

Изследвана е специфичната взаимовръзка между данните, сведени до два основни компонента на създадения вектор от 18 характеристики. Установено е, че тази връзка може да бъде описана с точност до 83 %. В резултат на анализа за влиянието на количеството брашно от пресовки на черен касис върху основните характеристики на хляба от пълнозърнесто пшенично брашно тип 1850 е установено на база компютърно-базирани статистически методи , че добавянето на 2.72% спрямо масата на пшеничното

пълнозърнесто брашно суровина брашно от плодови пресовки на черен касис подобрява физикохимичните, органолептични и оптични характеристики на хляба.

REFERENCES

- Wang K., F. Lu, Z. Li, L. Zhao, C. Han (2017). Recent developments in gluten-free bread baking approaches: a review. *Food Science and Technology*, Vol. 37, Supp. 1, pp.1-9.
- Alba K., T. Rizou, A. Paraskevopoulou, G. Campbell, V. Kontogiorgos (2020). Effects of Blackcurrant Fibre on Dough Physical Properties and Bread Quality Characteristics. *Food Biophysics*, Vol. 15, pp.313-322.
- Kandrokov R., D. Antropov, A. Anurov (2022). The Use of Fruit and Berry Raw Materials in the Technology of Production of Bakery Products from Frozen Semi-Finished Products. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, Vol. 44, Iss. 3, pp.35509-35513.
- Redha A., S. Siddiqui, R. Zare, D. Spadaccini, S. Guazzotti, X. Feng, N. Bahmid, Y. Wu, F. Ozeer, R. Aluko (2022). Blackcurrants: A Nutrient-Rich Source for the Development of Functional Foods for Improved Athletic Performance, *Food Reviews International*, pp.1-23.
- Reißner A-M., A. Beer, S. Struck, H. Rohm (2020). Pre-Hydrated Berry Pomace in Wheat Bread: An Approach Considering Requisite Water in Fiber Enrichment. *Foods*, Vol. 9, Art. 1600, pp.1-13.
- Struck S., D. Straube, S. Zahn, H. Rohm (2018). Interaction of wheat macromolecules and berry pomace in model dough: Rheology and microstructure. *Journal of Food Engineering*, Vol. 223, pp.109-115.
- Heiberg N., F. NIAge, K. Haffner (1992). Chemical Composition of Ten Blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) Cultivars. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, Vol. 42, Iss. 4, pp.251-254.
- Schmidt C., I. Geweke, S. Struck, S. Zahn, H. Rohm (2018). Blackcurrant pomace from juice processing as partial flour substitute in savoury crackers: Dough characteristics and product properties. *International Journal of Food Science and Technology*, Vol. 53, pp.237-245.
- Pathare P., Opara U., Al-Said F. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food Bioprocess Technologies*, Vol. 6, pp.36-60.
- Vilaseca M., Pujol J., Arjona M., Martínez-Verdú F. (2004). Color visualization system for near-infrared multispectral images, *Proceedings of The Second European Conference on Colour Graphics, Imaging and Vision CGIV*, 2004, pp.431-436.
- CIE 2006, "physiologically-relevant" LMS functions, [online]. Available at: <http://www.cvrl.org/> (Accessed: 12.02.2023)
- Mather, J. (2010). Spectral and XYZ Color Functions, [online]. Available at: www.mathworks.com (Accessed 15.02.2023).
- Atanassova, S., Nikolov, P., Valchev, N., Masheva, S. and Yorgov, D. (2019). Early detection of powdery mildew (*Podosphaera xanthii*) on cucumber leaves based on visible and near-infrared spectroscopy. *AIP Conference Proceedings*, 2075, 160014-1-160014-5.
- Mladenov, M. (2020). Model-based approach for assessment of freshness and safety of meat and dairy products using a simple method for hyperspectral analysis. *Journal of Food and Nutritional Research*, 59, 2, 108-119.
- FSRNCA, Feature selection using neighborhood component analysis for regression, [online]. Available at: <https://www.mathworks.com/help/stats/fsrnca.html> (accessed: 25.01.2023)
- Georgieva Ts., Mihaylova A., Daskalov P. (2020). Research of the possibilities for determination of some basic soil properties using image processing. *Proceedings of the 7th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE)*, 2020, pp. 1-4.