



ПРОГНОЗИРАНЕ НА ФИЗИКО-ХИМИЧНИ ПОКАЗАТЕЛИ НА КИСЕЛО МЛЯКО С ДОБАВКА НА МЕД И ПЧЕЛЕН ПРАШЕЦ ЧРЕЗ УЛТРАЗВУКОВИ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Златин Златев, Ира Танева

Резюме: В статията са представени основните физико-химични характеристики на получени кисели млека с добавка на пчелни продукти – мед и прашец. Резултатите са сравнени с тези на кисело мляко закупено от търговската мрежа. Направена е оценка на възможността за прогнозиране на физико-химични показатели на изследваните киселите млека, чрез използване на ултразвукови характеристики.

Ключови думи: Ултразвукови характеристики, Кисело мляко, Пчелен мед, Пчелен прашец

1. Увод

Ултразвукът намира приложение при производството на кисело мляко и контрола на неговото качество. Използва се при хомогенизацията на прясно мляко за стабилизиране на мастната емулсия, подобряване на процеса на ферментация, както и с цел измерване и изследване на корелационната връзка между параметрите на ултразвуковия сигнал (амплитуда, честота, форма на сигнала) с физико-химични параметри на продукта (pH, вискозитет, проводимост, текстура, наличие на вредни за човека вещества) [6,14].

Безконтактният ултразвуков метод се базира на ефекта на отражение и един от методите за диагностика на кисело-млечни продукти, прилагани в конвенционалните

PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS PREDICTION OF YOGURT WITH ADDED HONEY AND BEE POLLEN BY ULTRASONIC CHARACTERISTICS

Zlatin Zlatev, Ira Taneva

Abstract: The article presents the main physico-chemical characteristics of the resulting yogurts with added bee products - honey and bee pollen. The results were compared with those of yogurt purchased commercially. An assessment is made of the ability to predict the physical and chemical indicators of the studied yogurts, using ultrasonic characteristics.

Keywords: Ultrasound characteristics, Yogurt, Honey, Bee pollen

1. Introduction

The ultrasound is used in the production of yogurt and monitoring its quality. It is used in the homogenization of milk to stabilize the fat emulsion, to improve the fermentation process, and to measure and study of the correlation between the parameters of the ultrasound signal (amplitude, frequency, waveform) to the physico-chemical parameters of the product (pH, viscosity, conductivity, texture, presence of substances harmful to man) [6,14].

The non-contact ultrasonic method is based on the effect of reflection and one of the diagnostic methods of yoghurt applied in the conventional non-destructive methods for evaluating the quality of the product.

The ultrasonic methods have

неразрушителни методи за оценка на качеството на продукта. Ултразвуковите методи имат предимства пред останалите безконтактни методи (оптични, импедансни [1,2,5,13,16]) – те могат да се прилагат директно в производствената линия, неразрушителни са, позволяват бързо получаване на резултати от измерването, възможност за автоматизиране на процеса измерване, управление и корекция в работата на агрегати свързани с производството на кисело мляко [12,17].

Прегледът на публикации, свързани с оценката на качествените показатели на кисело мляко при ферментация и на физико-химични свойства на продукта [6,7,13,14] показва, че методите, които се използват за представяне на данните от измерванията с ултразвук, са амплитудата и скоростта на сигнала.

Малко са публикациите свързани с представяне на ултразвуковия сигнал във вид на признаци като Уейвлетни коефициенти, фазова разлика, коефициенти на затихване. В разгледаните публикации основно се използва метода на корелация между параметрите или признаците, с който е представян сигнала и физико-химичните параметри на продукта, използвани като референтни.

Прилагането на класификационни процедури при този тип анализ, се използват рядко. Резултатите често се представят с непараметрични методи, като се използва възможността за приложение на ултразвуковите измервания при оценка на качеството на кисело мляко.

Не са намерени публикации, свързани с определяне на ултразвукови характеристики на кисело мляко с добавка на пчелни или билкови продукти.

Целта на настоящото изследване е да се направи сравнителен анализ на ултразвукови характеристики на кисело мляко с добавка на пчелни продукти и резултатите

advantages over other non-contact methods (optical, impedance [1,2,5,13,16]) – they can be used directly in the production line, they are non-destructive, allow quick obtaining of measurement results, the ability to automate process of measurement, control and correction the work of aggregates associated with the production of yogurt [12,17].

The review of publications related to the assessment of the quality indicators of yogurt during fermentation and physico-chemical properties of the product [6,7,13,14] showed that the method is used to represent the data of measurements with amplitude and speed of the signal.

There are few publications related to the representation of the ultrasonic signal in the form of features as Wavelet coefficients phase difference coefficients of attenuation.

In the reviewed publications mainly using the method of correlation between parameters or features by which is presented signal and physico-chemical parameters of the product, used as reference. The application of classification procedures in this type of analysis is rarely used. The results are often presented with nonparametric methods, using the possibility of application of ultrasound measurements to assess the quality of yogurt.

There are no publications related to the determination of ultrasonic characteristics of yogurt with added honey or herbal products.

The aim of this study is to make a comparative analysis of ultrasonic characteristics of yogurt supplemented with bee products and to compare the results with those of the yogurt distributed commercially.

2. Material and methods

- For purposes of the analysis were

да се сравнят с тези на кисело мляко, разпространявано в търговската мрежа.

2. Материал и методи

- За нуждите на анализа са закупени осем броя кисели млека от български производители използващи технология съгласно БДС 12:2010 [2];
- Киселите млека с добавка на пчелни продукти са получени по класическата технология за Българско кисело мляко (БДС 12:2010) [2];
- Използвана е лиофилизирана закваска на фирма „Лактина“ ООД) [15], съдържащи местни щамове млечно-кисели микроорганизми от групата на *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*;
- Използвани са пчелни продукти закупени от търговската мрежа - мед (отговарящ на БДС 2673-89) и пчелен прашец (Наредба №9, 2005 [11]).

На получените млека и на тези от търговската мрежа са определени следните физико-химични показатели:

- ✓ Титруема киселинност – БДС 1111-80 [3];
- ✓ Активна киселинност – чрез рН метър (Laboratory pH meter MS2006), снабден с електрод (pH electrode Sensorex, Garden Grove, CA, USA) [9];
- ✓ Електропроводимост, mS – чрез кондуктометр модел DM-750 [4].
- ✓ Ултразвуковите характеристики на изследваните кисели млека са получени с техническа система, представена в [17]. Използван е ултразвуков сензор HC-SR04, който работи с ултразвуков сигнал с честота 40 kHz и има отделен предавател и приемник.

Управлението на ултразвуковият сензор се осъществява от едноплатков компютър Itead Leonardo. Сигналят от приемника на сензора се усилва от операционен усилвател LM324 и се подава към осцилоскоп Uni-T UTD2025CL.

purchased eight yogurts from Bulgarian producers that use technology according to BNS 12:2010. For these samples differences in terms of net weight as measurement and compared to the marking of packages vary to a minimum.

- The functional dairy products (yoghurt) are produced by classical technology for Bulgarian yogurt (BNS 12:2010) [3].
- For the purposes of the study have been used bee products – honey (corresponding to BNS 2673-89) and bee pollen from Bulgarian producer (Ordinance №9, 2005 [11]), purchased commercially.
- It is used freeze-dried starter culture of a manufacturer from Bulgaria [15] containing local strains of lactic acid bacteria from the group of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*.

On the functional dairy products and yoghurt commercially available are determined the following physico-chemical parameters:

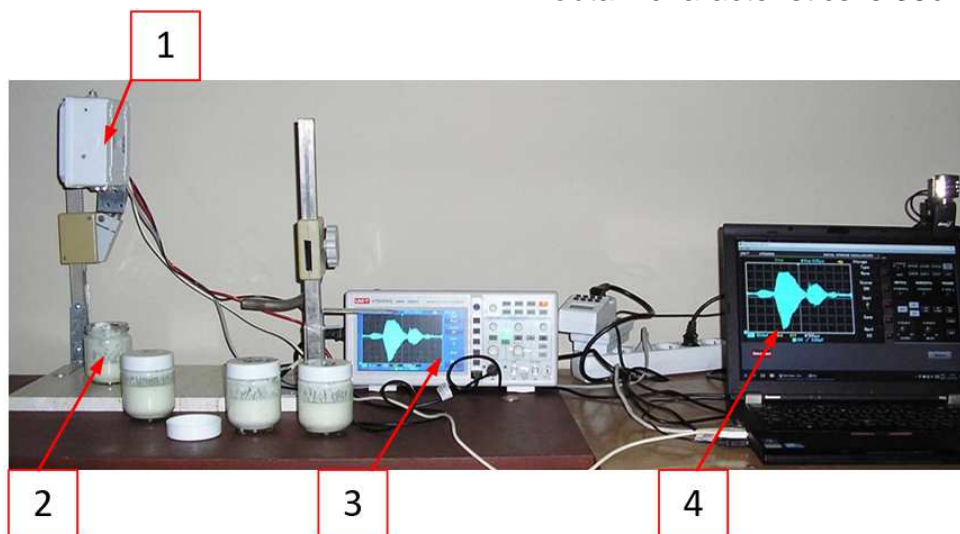
- ✓ Titratable acidity – BNS 1111-80;
- ✓ Active acidity - by pH meter [9] (Laboratory pH meter MS 2006) equipped with an electrode (pH electrode Sensorex, Garden Grove, CA, USA);
- ✓ Electric conductivity, mS.cm⁻¹ – by conductivity meter DM-750 [4];
- ✓ The ultrasonic characteristics of the studied yogurts are made with technical system presented in [17]. It was used ultrasonic sensor HC-SR04, which works with ultrasonic signal with a frequency of 40 kHz and has a separate transmitter and receiver.

The control of the ultrasonic sensor is performed by single board computer Itead Leonardo. The signal from the receiver of the sensor is amplified by the operational amplifier LM324 and is

Ултразвуковият сигнал се визуализира като аналогови данни във времевата област на екрана на осцилоскопа.

Използва се разработена програма в Matlab среда за получаване на стойности на ултразвуков сигнал чрез техники за обработка на изображения.

На фигура 1 е представен начина на получаване на ултразвуковите характеристики на изследваните кисели млека. Разстоянието за получаване на характеристиките е 35 см.



1-система за получаване на ултразвукови характеристики; 2-измервана проба; 3-осцилоскоп; 4-персонален компютър с програмно осигуряване.

Фиг.1. Опитна уредба за получаване на ултразвукови характеристики на кисело мляко – общ вид

Прогнозирането на физико-химичните показатели чрез ултразвукови характеристики на изследваните продукти е реализирано с метод „Частична регресия“ на най-малките квадрати [10]. Регресията PLSR (Partial least-squares regression) е техника, използвана за данни, които съдържат корелирани прогнозиращи променливи. Тази техника конструира нови прогнозни променливи като компоненти във вид линейна комбинация на оригиналните прогнозни стойности. PLS конструира тези компоненти като приема наблюдаваните стойности, което води до получаване на по-

fed to the oscilloscope Uni-T UTD2025CL. The ultrasonic signal is displayed as analog data in the time domain on the screen of the oscilloscope. It is used a program developed in Matlab environment for obtaining values of the ultrasonic signal through the techniques of image processing.

Figure 1 shows the method of obtaining ultrasound characteristics of the studied yogurts. The distance to obtain characteristics is 35cm.

1-system for obtaining ultrasonic characteristics; 2-measured sample; 3-oscilloscope; 4-personal computer with software.

Fig.1. Experimental arrangement for obtaining ultrasonic characteristics of yogurt – general view

The prediction of physicochemical parameters by ultrasonic characteristics of the studied products is realized with method "Partial least squares regression" (PLSR) [10]. PLSR regression is a technique used for data that contains correlated predictive variables. This technique construct new prognostic variables such as components as a linear combination of original projections. PLSR construct these components taking the values observed, resulting in a more accurate

точен модел с по-добро прогнозиране. PLSR открива комбинации от прогнозиращите параметри, които имат голяма ковариация с реалните изходни стойности на системата. PLSR комбинира информация за дисперсиите на прогнозиращите и изходните параметри като взема в предвид корелацията между тях.

3. Резултати и дискусия

Определени са физико-химичните показатели на получените кисели млека с добавка на с мед и пчелен прашец, с тези закупени от търговската мрежа. Получените резултати са дадени в таблица 1.

Таблица 1.
Физикохимични показатели на изследваните кисели млека

model with better prognosis. PLSR discovers combinations of forecaster parameters that have great covariance with real baseline values of system. PLSR combines information about variances of prediction and output parameters taking into account the correlation between them.

3. Results and discussion

The physicochemical parameters are defined of the resulting yogurts with added honey and bee pollen with those purchased commercially. The obtained results are given in Table 1.

Table 1.
Physico-chemical indicators of the studied yogurts

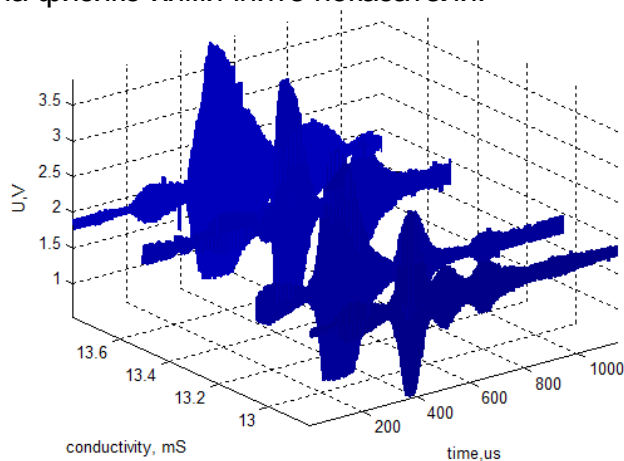
Кисело мляко с добавка на пчелен мед Yogurt with added honey			
№ проба № of sample	Титруема киселинност, °Т Titratable acidity, °T	Активна киселинност, рН Active acidity, pH	Електро проводимост, mS electrical conductivity, mS
<u>Контрола</u> Control	110,00	4,40	12,83
<u>Проба с 5 % ПМ</u> Sample with 5% HB	90,00	4,46	13,05
<u>Проба с 10 % ПМ</u> Sample with 10% HB	96,00	4,48	13,51
<u>Проба с 15 % ПМ</u> Sample with 15% HB	98,00	4,48	13,79
Кисело мляко с добавка на пчелен прашец Yogurt with added bee pollen			
<u>Контрола</u> Control	100,00	4,44	12,07
<u>Проба с 0,4% ПП</u> Sample with 0,4% BP	65,00	4,43	11,03
<u>Проба с 0,6 % ПП</u> Sample with 0,6% BP	65,00	4,39	12,49
<u>Проба с 0,8 % ПП</u> Sample with 0,8% BP	60,00	4,45	13,90
<u>Проба с 0,4 % ПП и</u> <u>АА</u> Sample with 0,4% BP and AA	65,00	4,46	14,89
Кисело мляко закупено от търговската мрежа Yogurt purchased commercially			
№ 1	102	4,18	6,19
№ 2	86	4,50	5,91
№ 3	100	4,20	7,34
№ 4	101	4,12	6,25
№ 5	106	4,14	6,29
№ 6	113	4,14	7,26

№ 7	120	4,41	7,08
№ 8	122	4,10	12,80

ПМ – кисело мляко с добавка на пчелен мед; ПП – кисело мляко с добавка на пчелен прашец;
 АА – Агар-агар
 НВ – yogurt with added honey; ВР – yogurt with added bee pollen; АА – Agar-agar

От получените резултати е видно, че киселото мляко с добавка на мед по физико-химичните показатели не се различава съществено от тези закупени от търговската мрежа. При млеката получени с добавка на пчелен прашец се наблюдават ниски стойности на титруемата киселинност. Това вероятно се дължи на инхибиращото действие на пчелния прашец върху жизнената дейност на *Str. Thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus*, а оттам и върху правилното протиччане на млечно киселата ферментация.

За прогнозиране на физико-химичните показатели на кисело мляко с добавка на пчелен мед и прашец, чрез ултразвукови характеристики е използван е метода на „Частична регресия на най-малките квадрати“. Определен е броя на необходимите латентни променливи. Оценена е възможността за прогнозиране на физико-химичните показатели.



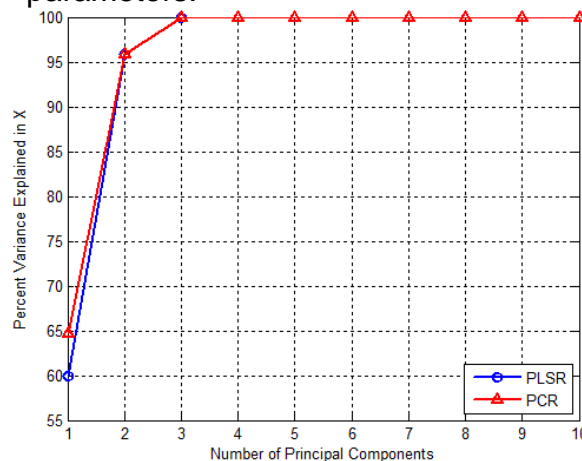
- а) визуализация на сигналите в зависимост от електрическата проводимост
- a) visualization of signals depending on the electrical conductivity

Фиг.2. Прогнозиране на електрическа проводимост по ултразвукови характеристики за кисело мляко с добавен пчелен мед

From the results it is clear that the yogurt with the addition of honey on the physicochemical parameters did not differ significantly from those purchased commercially.

In yogurts obtained with the addition of bee pollen is observed low levels of titratable acidity. This is probably due to the inhibitory action of bee pollen on the vital activity of *Str. Thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*, and hence on the proper protichchane of lactic acid fermentation.

To predict the physical and chemical indicators of yogurt with the addition of honey and pollen by ultrasonic characteristics used a method of "Partial least squares regression". Determined is the number of required latent variables. Assessed is the ability to predict the physicochemical parameters.



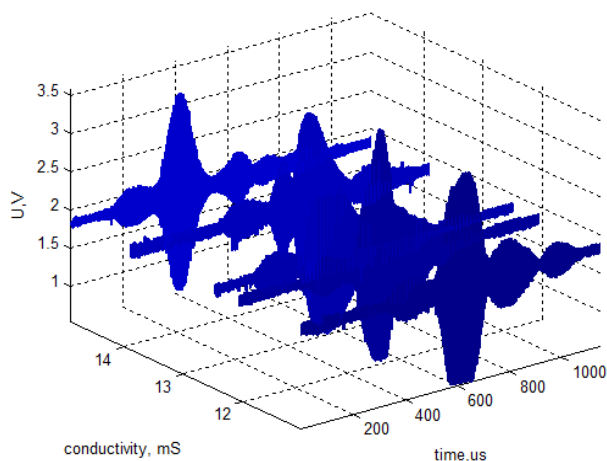
- б) определяне на необходимия брой латентни променливи
- b) determining the required number of latent variables

Fig.2. Prediction of electrical conductivity characteristics by ultrasound for yogurt with added honey

На фигура 2 са визуализирани ултразвуковите характеристики на киселото мляко с добавка на пчелен мед при прогнозиране на показателя електропроводимост. За представяне на 95% от данните са необходими две латентни променливи.

За всички изследвани показатели – електропроводимост, активна и титруема киселинност, са необходими две латентни променливи за представяне на ултразвуковите характеристики. Висока е точността на прогнозиране на показателите на млеката от порядъка 98-99%. Единствено при параметъра титруемата киселинност се наблюдават повишени стойности на грешките.

На фигура 3 е представена визуализация на ултразвуковите характеристики на кисело мляко с добавка на пчелен прашец при прогнозиране на показателя електрическа проводимост. За описание на тези характеристики са необходими три латентни променливи.



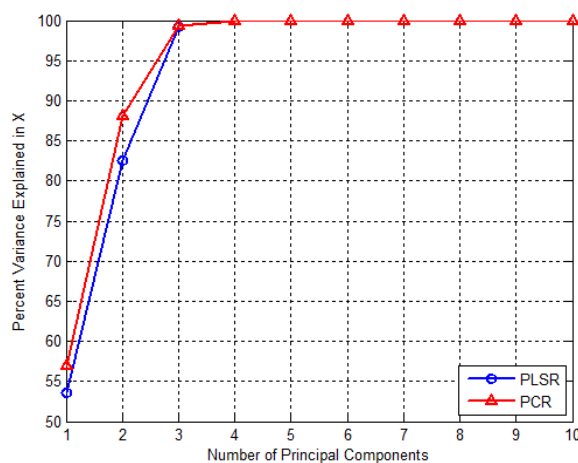
- а) визуализация на сигналите в зависимост от електрическата проводимост
 a) visualization of signals depending on the electrical conductivity

Фиг.3. прогнозиране на електрическа проводимост по ултразвукови характеристики за кисело мляко с добавен пчелен прашец

On Figure 2 are visualized ultrasound characteristics of yogurt with added honey in forecasting the indicator conductivity. To present 95% of the data are required two latent variables.

For all tested indicators - electrical conductivity, active and titratable acidity are needed two latent variables for presenting ultrasonic characteristics. The higher the accuracy of predicting the indices of yoghurt in the range 98-99%. Only in the parameter titratable acidity are observed increases in errors.

Figure 3 presents visualization of ultrasonic characteristics of yogurt with added bee pollen in predicting the indicator electrical conductivity. For a description of these characteristics requires three latent variables.



- б) определяне на необходимия брой латентни променливи
 c) determining the required number of latent variables

Fig.3. Prediction of electrical conductivity characteristics by ultrasound for yogurt with added bee pollen

Същият брой латентни променливи са необходими и при определяне на показателя активна киселинност. За показателя титруемата киселинност са необходими само две латентни променливи.

Висока точност на прогнозиране от 75% до 99 % се наблюдава при прогнозирането на показателите, електрическа проводимост и титруема киселинност на млеката получени с добавка на пчелен прашец. Използването на ултразвуковите характеристики за прогнозиране на показателя рН на получените млека е нецелесъобразно, тъй като точността е 19%.

Чрез използване на референтните данни получени от лабораторните измервания, е възможно да се определи взаимовръзката между ултразвуковите характеристики на изследваните продукти и техните свойства (рН, титруема киселинност и електропроводимост).

Това съотношение между референтните измервания и ултразвуковите характеристики може да се представи с аналитичен модел. На практика е трудно да се получи точен математичен модел, тъй като е необходимо да се познават стойностите на параметрите на измервателния уред, условията за получаване на ултразвуковите характеристики и вида на анализираното киселото мляко.

Точността на получените модели е проверена посредством коефициент на регресия R^2 , грешките SSE (сума от квадратите на грешките) и RMSE (корен от средноквадратична грешка).

Визуализираните данни и определянето на необходимия брой компоненти за кисело мляко от търговската мрежа са представени на фигура 4.

The same number of latent variables are necessary in determining the indicator active acidity. For the indicator titratable acidity are needed only two latent variables.

High accuracy of predicting of 75% to 99% was observed in predicting indicators, electrical conductivity and titratable acidity of yogurts made with the addition of bee pollen.

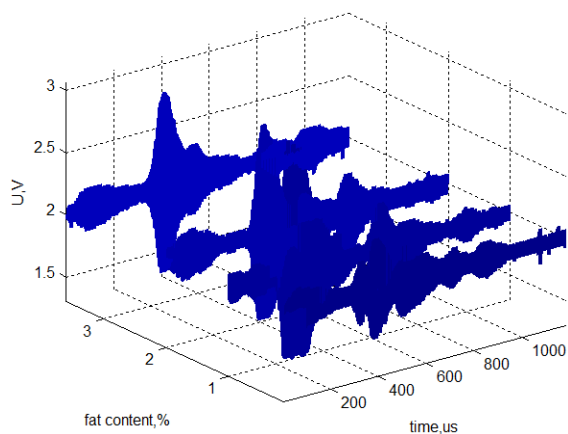
Using ultrasonic characteristics to predict the indicator pH of the resulting yogurt is inappropriate because the accuracy is 19%.

By using the reference data obtained from laboratory measurements, it is possible to determine the relationship between ultrasonic characteristics of the test products and their properties (pH, titratable acidity and electrical conductivity). This ratio between the reference measurements and ultrasonic characteristics can be presented with an analytical model.

In practice it is difficult to obtain an accurate mathematical model, because it is necessary to know the values of the parameters of the measuring instrument, the conditions for obtaining ultrasonic characteristics and the type of test yoghurt.

Accuracy of the obtained models is assessed by regression coefficient R^2 , errors SSE (sum of squared errors) and RMSE (root mean square error).

Visualized data and determining the required number of components for yogurt commercially available are presented in Figure 4.



а) визуализация на сигналите в зависимост от активната киселинност

a) visualization of signals depending on the active acidity

Фиг.4. прогнозиране на електрическа проводимост по ултразвукови характеристики на кисело мляко от търговската мрежа

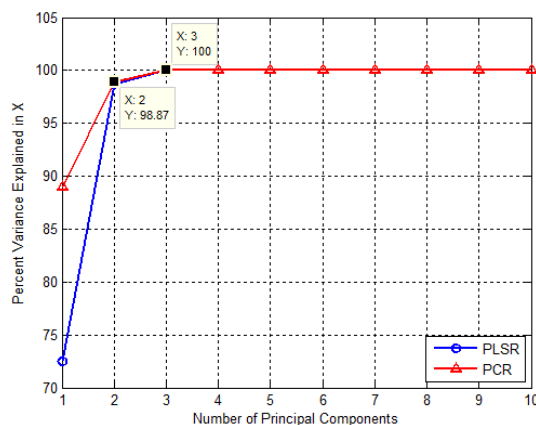
За прогнозиране на показателите електропроводимост, активна и титруема киселинност, са необходими две латентни променливи, като точността на прогнозиране е 95%. При използване на три латентни променливи, точността на прогнозиране е 100%.

С цел намаляване обема на данните се използван две латентни променливи.

Таблица 2. Точност на прогнозиране на физико-химични показатели на кисело мляко

Показател Indicator	Параметри за оценка Parameters for assessment	ПМ HB	ПП BP	ТМ CA
Електрическа проводимост, mS Electrical conductivity, mS	Необходим брой ЛП Number of LV	2	3	2
	R^2	0,99	0,75	0,97
	SSE	0,01	1,73	0,58
	RMSE	0,05	0,76	0,54
Активна киселинност, pH Active acidity, pH	Необходим брой ЛП Number of LV	2	3	2
	R^2	0,99	0,19	0,97
	SSE	0,00	0,01	0,01
	RMSE	0,01	0,01	0,05
Титруема киселинност, °T Titratable acidity, °T	Необходим брой ЛП Number of LV	2	2	2
	R^2	0,98	0,99	0,94
	SSE	3,18	0,05	0,38
	RMSE	1,26	0,13	0,44

ПМ – кисело мляко с добавка на пчелен мед; ПП – кисело мляко с добавка на пчелен прашец;
ТМ – кисело мляко закупено от търговската мрежа; ЛП – латентни променливи
HB – yogurt with added honey; BP – yogurt with added bee pollen; CA – yogurt commercially available;
LV – latent variables



б) определяне на необходимия брой латентни променливи

b) determining the required number of latent variables

Fig.4. Prediction of electrical conductivity characteristics by ultrasound for yogurt commercially available

To predict the indicators conductivity, active and titratable acidity are needed two latent variables the accuracy of predicting is 95%. Using the three latent variables, the accuracy of the predicting is 100%. In order to reduce the amount of data are used two latent variables.

Table 2. Accuracy of predicting physicochemical parameters of yogurt by ultrasound

В таблица 2 са представени резултатите от прогнозиране на физико-химичните показатели на изследваните млека, чрез използване на ултразвукови характеристики. От данните е видно, че точност от 98-99% могат да бъдат прогнозирани физикохимичните показатели електрическа проводимост, активна и титруема киселинност на кисело мляко с добавка на пчелен мед.

При млеката с добавка на пчелен прашец с точност от 75 % до 99 % могат да бъдат прогнозирани показателите електрическата проводимост и титруемата киселинност. Показателят активната киселинност на млеката не може да бъде прогнозиран, тъй като коефициентът на регресия $R^2=0,19$. Необходими са три латентни променливи за описание на данните от ултразвуковите характеристики.

Високи стойности за коефициента на регресия R^2 при прогнозиране на физико-химичните показатели по ултразвукови характеристики, са получени за киселото мляко закупено от търговската мрежа. В този случай прогнозирането е в порядъка 94-97%.

4. Заключение

В статията са представени основните физико-химични характеристики на кисели млека с добавка на пчелни продукти – мед и прашец. Получените резултатите са сравнени с тези на кисело мляко закупено от търговската мрежа.

Направена е оценка на възможността за прогнозиране на показателите електропроводимост, активна и титруема киселинност на млеката с добавка на мед и пчелен прашец, чрез използване на ултразвукови характеристики.

От получените резултати се установи, че са необходими две или три латентни променливи, за прогнозиране на физико-химичните показатели на млека получени с

Table 2 presents the results of predicting physicochemical parameters of the studied yogurts, using ultrasonic characteristics. The data shows that an accuracy of 98-99% can be predicted physicochemical parameters electrical conductivity, active and titratable acidity of the yogurt with the addition of honey.

In yogurts with added bee pollen with an accuracy of 75% to 99% can be predicted indicators electrical conductivity and titratable acidity. The indicator active acidity can not be projected as the regression coefficient $R^2=0,19$. Three latent variables are needed to describe the data by ultrasonic characteristics.

High coefficient of regression R^2 in predicting physicochemical parameters by ultrasonic characteristics were obtained for yogurt purchased commercially. In this case the prediction is in the range 94-97%.

4. Conclusion

The article presents the main physico-chemical characteristics of yogurts with added bee products – honey and bee pollen. The obtained results were compared with those of yogurt purchased commercially.

An assessment is made of the ability to predict the electrical conductivity, active and titratable acidity of the milk with the addition of honey and bee pollen, using ultrasonic characteristics. From the results it is found that it takes two to three latent variables to predict the physico-chemical parameters of milk obtained with the addition of honey or bee pollen.

It was found that by ultrasound characteristics, with accuracy of 75-99% can be predicted electrical conductivity and titratable acidity of the

добавка на мед или пчелен прашец.

Установено е, че чрез ултразвукови характеристики с точност 75-99% може да се прогнозира електрическа проводимост и титруема киселинност на млеката с добавка на пчелен прашец. При прогнозиране на параметъра активна киселинност на същите млека, се наблюдават високи стойности на грешки RMSE и SSE и ниска стойност на коефициентът на регресия $R^2=0,19$. Това прави метода не приложим при определяне на активна киселинност на млеката с добавка на пчелен прашец.

Резултатите от изследването показват, че показателите електропроводимост активна и титруема киселинност на киселите млека, закупени от търговската мрежа могат да бъдат прогнозирани чрез използване на ултразвукови характеристики с точност 94÷97%.

Благодарности

Работата по настоящата статия е свързана с изследвания по проект №3.ФТТ/30.05.2016г.: „Безконтактни методи за оценка на основни качествени показатели на млечни продукти“.

5. Литература

milk with the addition of bee pollen.

In predicting the parameter active acidity of the same milks experiences high rates of errors RMSE and SSE and low value of the regression coefficient $R^2=0,19$. This method does not applicable in determining the active acidity of the yogurt with the addition of bee pollen.

From our study shows that indicators electrical conductivity, active and titratable acidity of yoghurt purchased commercially can be predicted using ultrasonic characteristics with accuracy 94-97%.

Acknowledgments

The work on this report is related to the research project 3.FTT/30.05.2016: “Contactless methods for evaluation of main quality characteristics of dairy products”

5.References

- | |
|--|
| <p>[1] Baycheva, S. (2016). Application of devices of measurement of color in analysis of food products. Innovation and entrepreneurship – Applied scientific journal, Vol.4, No.4, ISSN 1314-9253, pp.43-59.</p> <p>[2] BNS 1111-80 “Milk and milk products. Determination of the acidity” http://www.bds-bg.org/en (Accessed 15.12.2016)</p> <p>[3] BNS 12:2010 “Bulgarian Yogurt” http://www.bds-bg.org/en (Accessed 15 December 2016)</p> <p>[4] Conductivity meter DM-750, http://www.technosens.net/pro04.html (Accessed 12 January 2017)</p> <p>[5] Dimov, I. (2013). Biologically active substances in herbs and their physiological importance for humans. ICTTE 2013, October 30-31, Yambol, Bulgaria, ISSN 1314-9474, pp.479-485 (in Bulgarian)</p> <p>[6] Dolatowski, Z., J. Stadnik, D. Stasiak. (2007). Applications of ultrasound in food technology. Acta Sci. Pol., Technol. Aliment., vol.6, No.3, pp.89-99.</p> <p>[7] Dolatowski, Z., T. Gan., P. Pallav, D. Hutchins. (2006). Noncontact ultrasonic quality measurements of food products. Journal of Food Engineering, vol. 77,</p> |
|--|

- pp.239-247.
- [8] Georgieva, R. (2010). Characterization of strains *Latstobatsilus plantarum* with probiotic properties-basis for the creation of functional foods, PhD Thesis, Sofia. (in Bulgarian)
- [9] Laboratory pH meter MS2006, <http://www.microsyst.net/> (Accessed 07 January 2017)
- [10] Mladenov, M., S. Penchev, M. Deyanov. (2015). Complex assessment of food products quality using analysis of visual images, spectrophotometric and hyperspectral characteristics. International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), ISSN: 2277-3754, Vol. 4, Iss.12, pp.23-32.
- [11] Ordinance No.9 from 22.06.2005 on the terms and conditions for approval and registration of Processing and wax production of wax bases, and businesses production and marketing of honey and bee products (in Bulgarian)
- [12] Refe O'Driscoll, B., C. Smyth, A. Alting, R. Visschers, V. Buckin. (2003). Recent applications for highresolution ultrasonic spectroscopy. American Laboratory, pp.54-57.
- [13] Simeonov, I., N. Shopov, H. Kilifarev. (2009). Computer based system for ultrasonic identification of foods. INTECHN, International scientific conference, November 20-21, Gabrovo (in Bulgarian)
- [14] Shopov, N., R. Ilarionov, I. Simeonov, H. Kilifarev. (2009). Non-contact ultrasound method for identification of yogurt according to its butter content. International Conference on Computer Systems and Technologies – CompSysTech.
- [15] Starter cultures, <http://lactina-ltd.com/eng/products-zakvaski.php> (Accessed 03 December 2016)
- [16] Vasilev, M. (2016). Classification of yellow cheese in storage period by nonlinear discriminant analysis and color features. Innovation and entrepreneurship – Applied scientific journal, Vol.4, No.3, ISSN 1314-9253, pp.28-37.
- [17] Zlatev, Z., T. Pehlivanova, A. Dimitrova, K. Keremidchieva. (2016). Evaluation of the quality of yogurt by ultrasonic sensor. ICTTE International Conference on Technics, Technologies and Education, Faculty of Technics and Technologies, Trakia University, November 17-18, ISSN 1314-9474