

ПРИЛОЖЕНИЕ НА УСТРОЙСТВА ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ЦВЯТ ПРИ АНАЛИЗ НА ХРАНИТЕЛНИ ПРОДУКТИ

Станка Байчева

Резюме: Основните устройства, работещи във видимата област на спектъра, които се използват в практиката за измерване на цвят са колориметрите. Поради голямото разнообразие на колориметри предлагани на пазара, изборът на такъв уред може да бъде направен в зависимост от характеристиките на изследваните проби. Общата тенденция в сферата на хранителни технологии е насочена към внедряване на високопроизводителни системи за автоматично сортиране с изкуствен интелект свързани с производството на хранителни продукти. Приложението на инструментално измерване на цветовете в комбинация със сензорен анализ и други физико-химични измервания носят информация за хранителните продукти.

Ключови думи: Цвят, Инспекция на храни, Колориметър, Методи за измерване

1. Увод

Гарантирането на безопасността и произхода на храните, налага създаването на стандарти за обективен контрол и проследяване на качеството на хранителните продукти от технологичната линия на производителя до масата на потребителя, в това направление се работи усилено в последните години [7,9,12,18,21,22].

Обективната оценка на безопасността и качеството на хранителните продукти зависи в голяма степен от развитието на

APPLICATION OF DEVICES OF MEASUREMENT OF COLOUR IN ANALYSIS OF FOOD PRODUCTS

Stanka Baycheva

Abstract: The main devices operating in the visible range of the spectrum that are used in practice for measuring color are colorimeters. Due to the wide variety of colorimeters available on the market, the choice of such equipment can be made depending on the characteristics of the analyzed samples. The general trend in the field of food technology is aimed at implementing high-performance systems for automatic sorting artificial intelligence related to food production. The application of instrumental color measurement in combination with sensory analysis and other physico-chemical measurements carry information about the food products.

Keywords: Color, Inspection of foods, Colorimeter, Measurement methods

1. Introduction

Ensuring the safety and origin of food requires the establishment of standards for objective monitoring and tracking the quality of food products from the production line of the manufacturer to the table of the consumer in this area are working hard in recent years [7,9,12,18, 21,22]. Objective evaluation of the safety and quality of food products depends largely on the development of

технологии за измерване на цвят [3,4,5,9,10]. От друга страна цветът е основен показател, който оказва влияние върху потребителите при избора или отхвърлянето на даден хранителен продукт. Обуславяйки се от индивидуалните очаквания и усещания на всеки отделен човек, качеството на храните и хранителните продукти е многоаспектно понятие, зависещо от спецификата на самите продукти. Обективният контрол на качеството на хранителните продукти е комплексна задача, тъй като те са динамично изменящи се биологични обекти с разнообразни физични, химични и органолептични показатели [2,13].

Целта на доклада е да се направи анализ на устройства за измерване на цвят на хранителни продукти.

2. Принцип на измерване на цвета на хранителните продукти

На съвременното ниво на развитието на хранителната наука и технологии един от основните методи за обективно установяване на качеството на хранителните продукти е измерването на цвета. Основните устройства, които се използват в практиката за тази цел са спектрометрите, работещи във видимата област на спектъра и колориметрите.

Развитието на математическото моделиране и на компютърната техника позволява разработване на ефективни методи за обработка и анализ на данните. Класификатори, базирани на статистически методи, невронни мрежи и размити логика позволяват обективизиране на процедурите и създават предпоставка показателите да се изследват без условности и неточности [12,20].

Тъй като колориметрите са с по-простена структура спрямо спектро-

technologies for measurement of color [3,4,5,9,10]. On the other hand, the color is a key indicator that influences consumers when choosing or rejecting a foodstuff. Arguing individual expectations and perceptions of each person, the quality of food and multifaceted concept is dependent on the specifics of the products themselves. The objective quality control of food products is a complex task as they are dynamically changing biological objects with a variety of physical, chemical and organoleptic parameters [2,13].

The aim of the report is to analyze the devices for measuring the color of food products.

2. Principle of measurement of the color of foodstuffs

The modern level of development of food science and technology one of the main methods for objectively establishing the quality of food products is the measurement of color. The main devices used in practice for this purpose are spectrometers operating in the visible region of the spectrum and the colorimeters.

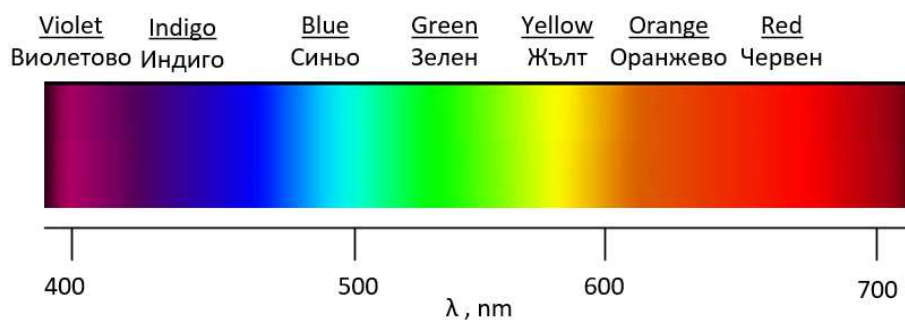
The development of mathematical modeling and computer technology enables the development of effective methods of processing and analysis of data. Classifiers based on statistical methods, neural networks and fuzzy logic allow objectifying of the procedures and create opportunities the indicators to be explored without conditionality and errors [12,20].

Since the colorimeters have a more simplified structure compared to spectrometers, they are also at a lower

метрите, те са и с по-ниска себестойност. Основен недостатък на колориметрите е, че те измерват стойностите на цвета при едни настройки за наблюдател и осветеност. Подходящи са за приложения, където еталона и обекта нямат метамеризъм [19].

Производството на хранителни продукти е област, в която колориметрите и технологиите за измерване на цвят намират широко приложение [1,8]. Уредите за измерване на цвят се използват при определяне на протеин, захар, мазнини, анализ на влаго-съдържание, определяне на химичен състав. Прилагат се методи на преминаване и отражение [12,14].

Колориметрите работят основно във видимия спектър или видим диапазон на светлината, който е онази част от електромагнитния спектър, която може да се възприеме от човешкото око. Обикновено се приема, че обхвата му е при дължини на вълната 400-750nm (фигура 1).



Фиг.1. Спектри във видимата област и съответстващите им цветове

cost. A major shortcoming of colorimeters is that they measure the color in one settings for observer and light source. They are suitable for applications where standard and object have no metamerism [19].

The food production is an area in which colorimeters and technology for measuring color are widely used [1,8]. The devices used for measuring the color in the determination of protein, sugar, fat, moisture analysis, determination of the chemical composition. Methods that are applied are of transition and reflection [12,14].

Colorimeters work primarily in the visible spectrum or visible range of light, which is part of the electromagnetic spectrum that can be perceived by the human eye. It is generally accepted that the scope is at wavelengths 400-750nm (Figure 1).

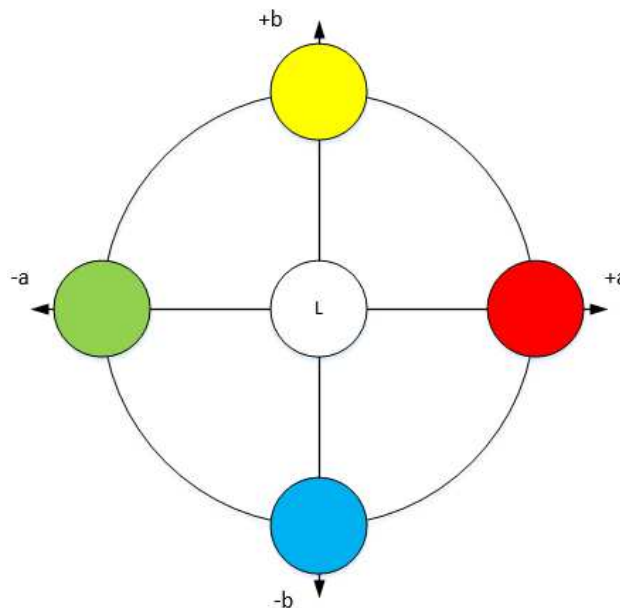
Fig.1. VIS spectra and their corresponding colors

Измерванията на цвета на хранителните продукти се реализират основно при стандартна осветеност D65 и наблюдател 2°. Използват се ъгловите координати по Lab и LCH цветови модели, определени чрез разстояние C (Chroma) и ъгъл H (Hue) в полярна координатна система [15,17]. Изчислява се и цветовата разлика ΔE по формулата:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

(1)

Measurements of the color of food products are realized mainly in standard illumination D65 and observer 2°. Angular coordinates are used of Lab and LCH color models determined by distance C (Chroma) and angle H (Hue) in the polar coordinate system [15,17]. It is calculated the color difference ΔE by formula:



Фиг.2. Цветен кръг на Lab цветови модел

Fig.2. Color wheel of Lab color model

Lab цветовият модел (фигура 2) описва всички възможни спектри в цветовете на светлината. За разлика от апаратно-зависимите RGB и CMYK, чието описание се базира на това как практически възприема цветовете спектри човешкото око, Lab е математическо теоретично описание на това, което окото вижда и това което всъщност не вижда или би виждало, ако е по-съвършено. Моделът е чисто математическо описание. L – luminance (яркост), „a” и „b” са коефициенти на вариране между спектрални цветове. „a” между червеното (+a) и зеленото (-a), „b” между синьото (-b) и жълтото (+b) Причината за широкото използване при измерване на цвета на хранителни продукти е, че е единствената равноконтрастна система и поддържа еднакво цветовъзпроизвеждане, независимо от характеристиките на устройството [8].

Двата основни метода, на които работят колориметрите са на отражение и на преминаване.

На фигура 3 е представена блок-схема на колориметър, работещ на отражение. Излъчената от източника светлина към измерваната проба се отразява огледално,

Lab color model (Figure 2) describes all possible colors in the spectrum of light. Unlike hardware-dependent RGB and CMYK, whose description is based on how practical perceived color spectrum the human eye, Lab is a mathematical theoretical description of what eye sees and the what actually did not see or have seen, if more perfect. The model is purely mathematical description. L - luminance (brightness), "a" and "b" are coefficients of variation between spectral colors. "a" between the red (+a) and green (-a), "b" between blue (-b) and the yellow (+ b). The reason for the wide use in the measurement of the color of food products is that it is only equal contrast system and maintain a uniform color representation regardless of the characteristics of the device [8].

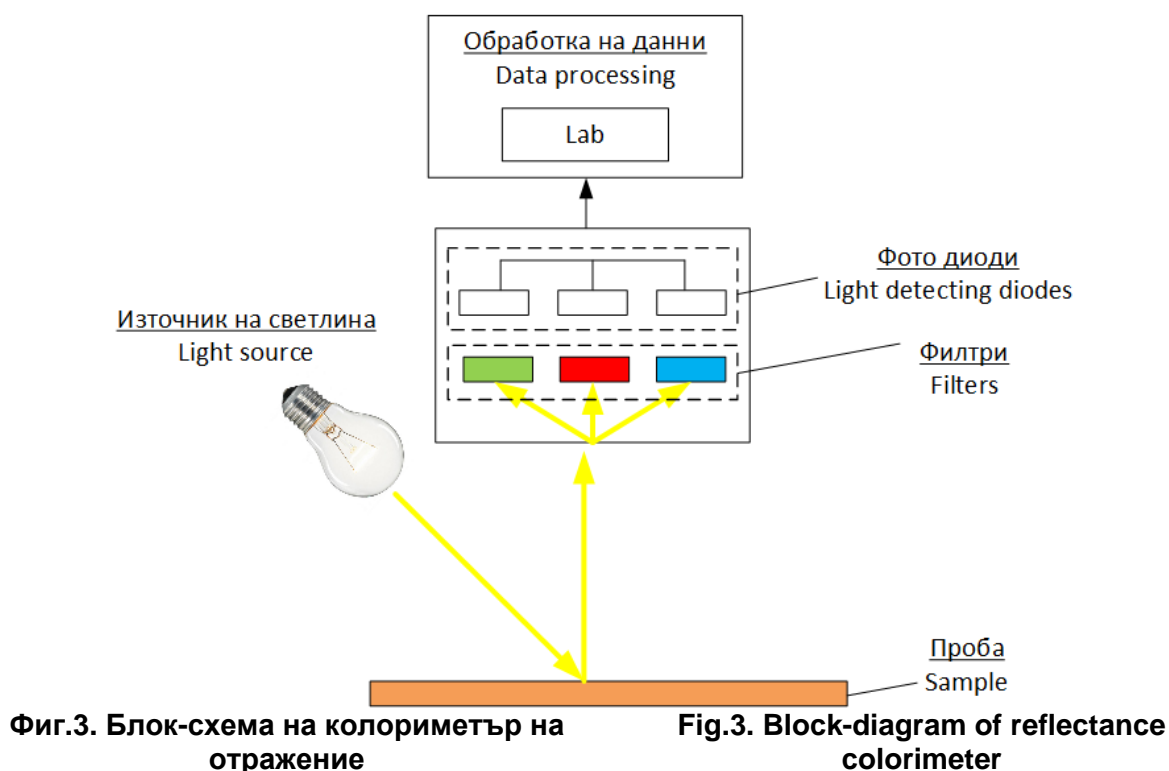
The two main methods of working colorimeters are reflection of transmission.

On Figure 3 is presented a block diagram of a colorimeter working on reflection. The emitted light from the source to the measured sample is

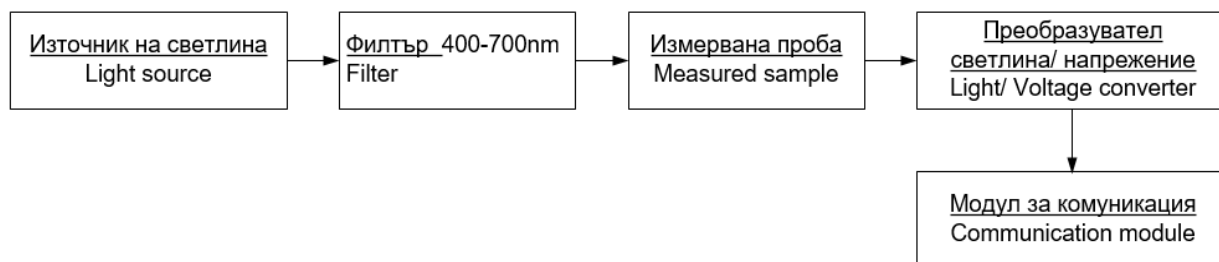
разпръсква се или се поглъща, в зависимост от обекта. При всеки един обект има разлики в наблюдаваните цветове. Това е породено от различията в отблясъка от повърхността. Светлината се отразява под ъгъл равен по големина, но противоположен на този, на който се намира източникът. Този компонент е огледално отразена светлина. Другият вид светлина е разпръсната в различни посоки. Нейното отражение е дифузно, а сумата от двата вида отражения е общо. При обектите с лъскави повърхности количеството на огледално отразената светлина е относително по-голямо от това на дифузната. Обратното явление с относително повече дифузна светлина се наблюдава при неравни повърхности [11].

Отразената от пробата светлина преминава през филтри, които пропускат част от спектъра, съответстващ на определен цвят. Преминалата през филтрите светлина се улавя от фотодиоди, чрез които се генерира електрически сигнал, който постъпва в блока за обработка на данни.

reflected, dispersed or absorbed, depending on the object. At each object there are differences in the observed colors. This is caused by differences in the glare from the surface. The light is reflected at an angle equal in size, but opposite to that in which the source. This component is mirrored light. The other kind of light is scattered in different directions. Its impact is diffused, and the sum of the two types of reflections is common. In case of objects with glossy surfaces the amount of mirror reflected light is relatively greater than that of diffusion. The opposite phenomenon to the relatively more diffuse light was observed in uneven surfaces [11]. The reflected light from the sample passes through filters that pass part of the spectrum corresponding to a certain color. The light entering through the filters is captured by photodiodes, which generates an electrical signal which enters the unit for data processing.



На фигура 4 е представена блок-схема на колориметър, работещ на преминаване. В повечето колориметри [23] източникът на светлина е LED или халогенна лампа. Светлината от източника се филтрира в диапазона 400-700nm и преминава през кювета, в която се намира изследваната проба. Светлината, преминала през кюветата и пробата се разлага на основните си цветове през призма и попада върху фоточувствителен детектор, който я преобразува към електрически сигнал. Чрез модулът за комуникация полученият аналогов сигнал се подава към устройство за обработка и изчисляване на стойностите на цветови компоненти. Недостатък на този метод е, че е необходимо предварителна подготовка на пробата, която в някои случаи включва и обработка с реактиви.



Фиг.4. Блок-схема на колориметър на преминаване

Figure 4 presents block diagram of a colorimeter operated of transmission. In most colorimeters [23] the light source is a LED or a halogen lamp. Light from the source is filtered in the range 400-700nm and passes through the cuvette in which is the sample. The light transmitted through the cuvette and the sample is decomposed into basic colors through a prism onto a photosensitive detector, which converts it to an electrical signal. By communication module the resulting analog signal is supplied to the processing unit and calculating the values of the color components.

A disadvantage of this method is that the necessary preliminary preparation of the sample, which in some cases include treatment with reactants.

Fig.4. Block-diagram of transmittance colorimeter

3. Методи за приложение на колориметрите

Методите за инструменталното измерване на цвета на хранителните продукти изискват следните основни етапи [6]:

- ✓ Калибриране на уреда;
- ✓ Избор на измервани цветови признаци и модел;
- ✓ Избор, подготовка и поставяне на пробата за измерване в уреда;
- ✓ Определяне стойностите на цвета.

Начините за измерване на цвета с цел оценка на качеството на хранителни продукти от момента на добиване на

3. Methods of application of colorimeters

The methods of instrumental measurement of the color of food products require the following main steps [6]:

- ✓ Calibration of the instrument;
- ✓ Selecting the measured color features and model;
- ✓ Selection, training and placement of the sample measurement device;
- ✓ Determining the values of color.

The methods of measurement of color in order to assess the quality of food at the time of extraction of raw

суровините до крайните етапи на производство и разпространение им в търговската мрежа могат да бъдат:

- ✓ off-line – измерването на цвета се реализира в лабораторни условия при контролирана среда;
- ✓ on-line – чрез директно измерване на поточната линия, уредите се използват за автоматично контролиране на производствения процес;
- ✓ at-line – на място т.е. пробовземането и измерването да се извършва в производствени условия от оператор.
- ✓ In-line – непрекъснато измерване на цвета, без въздействие върху производствения процес.

В таблица 1 е направен обобщен анализ на начините за измерване на цвета на хранителни продукти и изискванията към устройствата, с които той се извършва.

Таблица 1.

Методи за приложение на колориметрите

materials to the final stages of production and distribution their market network can be:

- ✓ off-line – the measurement of the color is realized in the laboratory under a controlled environment;
- ✓ on-line – by direct measurement of the production line, the equipment is used for automatically controlling of the manufacturing process;
- ✓ at-line – at place i.e. the sampling and measurement to be performed in production by an operator;
- ✓ In-line – continuous measurement of color with no impact on production.

Table 1 shows a generalized analysis of the ways to measure the color of food and requirements for devices with which it is performed.

Table 1.

Methods for application of colorimeters

| Начин на измерване Way of measurement | Off-line | At-line | In-line | On-line |
|---|-----------------------------------|----------------------------|--|---|
| Показател Indicator | | | | |
| Място на използване Installation site | Лабораторни условия Laboratory | В цеха Plant | На производствената линия Production line | Управление на технологични процеси Process |
| Ниво на защита Analyser Protection | IP 23 | IP 54/65 | IP 54/65 | IP 66 |
| Метод за пробовземане Sampling | Ръчно Manually | Ръчно Manually | Автоматично Automatically | Автоматично Automatically |
| Точки на измерване Sampling points | Множество Many | Множество Many | 1-10 | 1-10 |
| Честота на анализа Analysis frequency | Ниска Low | Ниска-средна Low-medium | Висока High | Висока High |
| Време за ново измерване, min Turn around time, min | >60 | ~30 | 5-10 | 5-10 |
| Параметри за настройка Setup parameters | Множество Many | 1-4 | 1-4 | 1-4 |
| Обхват на | Гъвкав | Фиксиран | Фиксиран | Фиксиран |

| | | | | |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| <u>измерване</u> Measurement range | Flexible | Fixed | Fixed | Fixed |
| <u>Тип на анализа</u> Analysis type | <u>Всички видове</u> All | <u>Рутинен</u> Routine | <u>Рутинен</u> Routine | <u>Рутинен</u> Routine |
| <u>Оперирание</u> Operation | <u>Лаборант</u> Lab assistant | <u>Оператор</u> Plant operator | <u>Автоматично</u> Automatically | <u>Автоматично</u> Automatically |
| <u>Ремонт и поддръжка</u> Maintenance | <u>Лаборант</u> Lab assistant | <u>Лаборант</u> Lab assistant | <u>Техник</u> Process technician | <u>Техник</u> Process technician |
| <u>Управление</u> Control | <u>Няма</u> No | <u>Опростено</u> Simple | <u>Опростено</u> Simple | <u>Работа в затворена система</u> Closed loop control |

При бързият at-line контрол, при установяване на отклонения от критериите за качество на продуктите могат да бъдат предприемани необходимите навременни мерки и корективни действия, с които да гарантират производството на безопасна продукция, отговаряща на Европейските и Български стандарти.

Ако се не се вземе под внимание първоначалната инвестиция за технически устройства, основните предимства на колориметричните измервания като точност, бързина, липса или минимална предварителна химична обработка на пробите, минитюаризация на измерителната техника и приложение on-line ги превръщат в алтернатива на класическите методи за анализ.

4. Колориметри за измерване в лабораторни условия (off-line и at-line)

На фигура 5 са представени лабораторни колориметри. Те работят на принципа на отразена светлина, на преминаване през кювета или поддържат и двата метода на измерване. Някои от колориметрите могат да визуализират и получената спектрална характеристика във видимата област. Резултатите от измерването се показват на дисплей и могат също да бъдат прехвърлени към компютър за по-нататъшен анализ с помощта на допълнителен софтуер и комуникационен интерфейс.

In case of rapid at-line control when deviations from the criteria for quality products can be taken the necessary measures and timely corrective actions to ensure the production of safe products that comply with European and Bulgarian standards.

If it does not take into account the initial investment for technical devices, the main advantages of the colorimetric measurements such as accuracy, speed, lack or minimal prior chemical treatment of samples miniaturization of the measuring technique and application on-line make them an alternative to traditional methods of analysis.

4. Colorimeters for measurement in laboratory conditions (off-line and at-line)

Figure 5 presents the laboratory colorimeters. They work on the principle of reflected light, transmission through cuvette or maintain both methods of measurement. Some of the colorimeters can visualize and the resulting spectral response in the visible region. The measurement results are displayed on the display and can also be transferred to a computer for further analysis using additional software and communication interface.



Фиг.5. Лабораторни колориметри – общ вид

Fig.5. Laboratory colorimeters – general view

В таблица 2 е направен сравнителен анализ на колориметри, предлагани на Българския пазар. Тук сравнението е направено от гледна точка на това дали разглежданият уред е преносим, има ли визуализация на цвят, работи ли с кювета т.е. на преминаване и представяните цветови модели, в които се измерва цвета с конкретния уред и дали може да се измерва и спектър.

Table 2 is a comparative analysis of colorimeters offered on the Bulgarian market. This comparison is done from terms of whether the device is portable, is there visualization of color, work with cuvette i.e. of transition and presented color models, which measure the color the specific device and whether it can measure the spectrum.

**Таблица 2.
Сравнителен анализ на лабораторни колориметри, предлагани на Българския пазар**

**Table 2.
Comparative analysis of laboratory colorimeters offered on the Bulgarian market**

| <u>Модел</u> Model | <u>Брой цветови модели</u> Number of color models | <u>Визуализация на цвят</u> Visualization of colors | <u>Работа с кювета</u> Working with a cuvette |
|-----------------------|--|--|--|
| PCE-RGB2 | 2 | Не No | Не No |
| Hach DR 900 | <u>Няма данни</u> No data | Не No | Не No |
| RM200QC | <u>Няма данни + спектър</u> No data+spectra | Да Yes | Не No |
| Lovibond PFX 195/1 | <u>Няма данни + спектър</u> No data+spectra | Не No | Да Yes |
| Q-CL-10 | <u>Няма данни + спектър</u> No data+spectra | Не No | Да Yes |
| COL-BTA | <u>Няма данни + спектър</u> No data+spectra | Не No | Да Yes |

Освен посочените в таблицата характеристики, при избора на колориметър, в литературата се посочва, че трябва да се съблюдават и следните техническите възможности на уреда:

- ✓ Детектор – CCD, CMOS, PDA (photodiode array) и по-старите NMOS (Negative-channel metal-oxide semiconductor) и InGaAs (Indium gallium arsenide) за NIR обхвата;

In addition to these table features when choosing a colorimeter in the literature states that must be observed also the following technical capabilities of the device:

- ✓ Detector – CCD, CMOS, PDA (photodiode array) and older NMOS (negative-channel metal-oxide semiconductor) and InGaAs (Indium gallium arsenide) for NIR range;

- ✓ Еднолъчев, двулъчев (или референтен), могат да бъдат пуснати колкото лъча са необходими, но ако са едноканален, двуканален до осем канала (монохроматора) – това е съществен параметър, използващ се за висока разделителна способност на LIBS-системи;
- ✓ Размер на пикселите – колкото по-големи са, толкова е по-голяма чувствителността на уреда;
- ✓ Съотношение Сигнал/Шум на детектора – стойността трябва да е възможно най-голяма;
- ✓ Време за интеграция на детектора – минималното време за интеграция е в диапазона от 1µs до 1-5ms, не се препоръчват по-високи стойности на този параметър;
- ✓ Скорост на сканиране на спектрометъра – от 100 до 700 сканирания на целият спектър за 1s.
- ✓ Аналогов цифров преобразовател – биват 12, 14, 16 битови, избират се спрямо предназначението на спектрометъра.
- ✓ Интерфейс – USB, RS232, Ethernet или индустриални протоколи;
- ✓ Софтуер – препоръчва се Windows базиран, многофункционален.
- ✓ A single beam, dual beam (or reference) can be placed on the beam as needed, but if one channel, channel up to eight channels (monochromator) – this is an important parameter used for high resolution LIBS-systems;
- ✓ Pixel size – the bigger, the greater is greater than the sensitivity of the instrument;
- ✓ Signal/noise ratio of the detector – the value must be the greatest possible;
- ✓ Time for integration of the detector – the minimum time for integration is within the range of 1µs to 1-5ms, are not recommended higher values of this parameter;
- ✓ Scan speed of the spectrometer – from 100 to 700 scans the entire spectrum of 1s;
- ✓ Analog digital converter - they are 12, 14, 16 bit, are selected to the purpose of the spectrometer;
- ✓ Interface - USB, RS232, Ethernet and industrial protocols;
- ✓ Software - recommended Windows based, multi-functional.

5. Колориметри за измерване на цвят директно на производствената линия и управление на технологични процеси (on-line и in-line)

Основните дейности, които изпълнява една система за измерване на цвят на хранителни продукти са: откриване на дефекти, категоризиране, инспектиране, сортиране по качество, автоматизиране на процеси по съхранение и преработка [9,10,12,16,18].

Основните функции при автоматичното окачествяване и сортиране по качество в зависимост от цвета на хранителните продукти са:

5. Colorimeters for measuring the color directly on the production line and process control (on-line and in-line)

The main activities implemented a system to measure the color of food products are: detection of defects, grading, inspection, sorting by quality, automation of processes, storage and processing [9,10,12,16,18].

The main functions in automatic grading and sorting by quality according to color of food products are:

- ✓ Получаване на първична информация на база цвета и определяне на показатели за качество;
- ✓ Идентификация на качеството на продукта и отнасяне към определен клас;
- ✓ Физическо разделяне по класове на окачествяваните продукти и отстраняване на чужди примеси;
- ✓ Визуализация на резултатите;
- ✓ Мрежова комуникация и съхраняване на резултатите.

Анализът на съществуващите съвременни автоматизирани системи за измерване на цвят показва, че основните изисквания, които е необходимо да бъдат покрити са:

- ✓ Осигуряване на регулярно подаване на продуктите в зоната за инспектиране;
- ✓ Снемане на полезния сигнал, съдържащ основната информация за цвета на продукта, на основата на която разпознаващият алгоритъм разпознава към кой от предварително зададените класове принадлежи продукта;
- ✓ Подаване на управляващ импулс към изпълнителен механизъм, който го насочва към дадена качествена фракция.

За да бъдат изпълнени посочените изисквания от системата за измерване на цвят се използват компоненти и модули, представени на фигура 6.

Блокът за електрическо захранване осигурява необходимите захранващи напрежения на отделните елементи в системата.

Модулът за измерване на цвят включва видеокамера или чувствителен елемент и система за осветление.

Модулът за анализ и вземане на решение е компютърно базирана система, оборудвана с елементи за получаване, обработка на спектралната или цветовата информация, получена от сензора чрез специализирано програмно

- ✓ Obtaining primary information based on color and definition of quality indicators;
- ✓ Identification of the product quality and allocation to a class;
- ✓ Physical separation by classes of products grading and removal of impurities;
- ✓ Visualization of results;
- ✓ Network communication and storage of results.

The analysis of existing modern automated systems for the measurement of color indicates that the basic requirements that need to be covered are:

- ✓ Providing regular submission of products in the area of inspection;
- ✓ Taking of useful signal containing basic information about the color of the product, based on that recognition algorithm recognizes which of predefined classes belongs to the product;
- ✓ Submission of control impulse to the actuator, which directs it to a quality fraction.

To meet those requirements by the system for measurement of color are used components and modules presented in Figure 6.

The power supply unit provides the necessary voltage of the individual elements in the system.

The module for color measurement includes a video camera or sensor and lighting system.

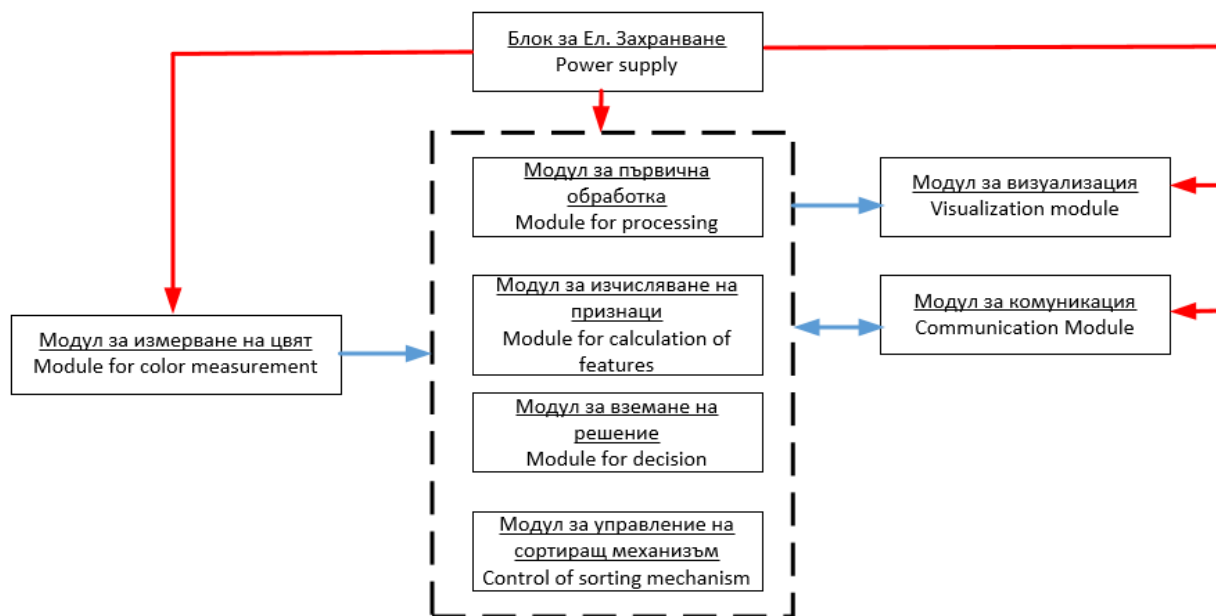
The module for analysis and decision-making is a computer-based system, equipped with elements for receiving, processing of the spectral or color information obtained from the sensor

осигуряване.

Системите включват в състава си и модул за механично отделяне на обектите в качествени категории, които могат да бъдат реализирани и извън общият блок на системата.

through special software.

The systems include in its composition and unit for mechanical separation of objects into quality categories, which can be realized outside the block of the system.



Фиг.6. Блок-схема на система за измерване и сортиране на продукти по цвят

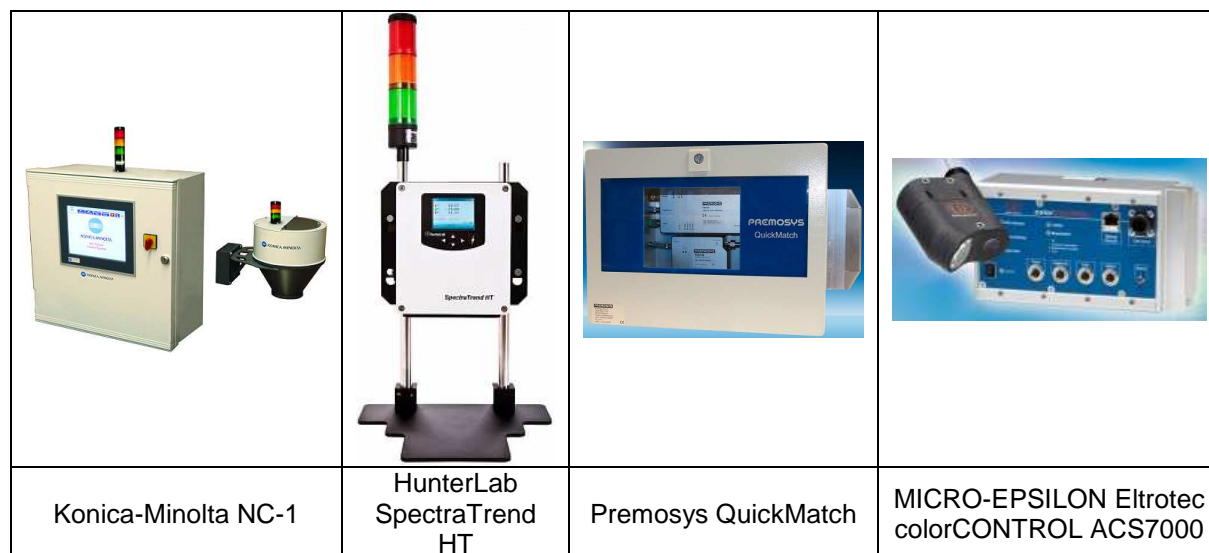
Fig.6. Block-diagram of system for color measurement and sorting of food products

Показателят цвят се използва в описаните в литературата методи като характеристика на качеството на изделия на хранителното производство и е подходящ за сортиране на продукти с общи характеристики, преди да бъдат пакетирани. За непрекъснато измерване на цвета на хранителните продукти се използват колориметри, работещи в режим in-line и on-line. По-разпространени в практиката колориметрите от този вид са тези на производителите Konica Minolta, HunterLab и Hach. На фигура 7 са представени в общ вид колориметри, предназначени за използване директно на производствената линия.

The indicator color is used in the described methods in the literature as a characteristic of the quality of the products of food production and is suitable for sorting of products with common characteristics, before being packaged.

For continuously measuring of the color of the food are used colorimeters which operate in-line and on-line. More prevalent in practice colorimeters of this type are those of manufacturers Konica Minolta, HunterLab and Hach.

Figure 7 shows in general form colorimeters for use directly on the production line.



Фиг.7. Колориметри за in-line и on-line измерване – общ вид

Fig.7. Colorimeters for in-line and on-line measurement – general view

В таблица 3 е направен сравнителен анализ на колориметри за непрекъснато измерване директно на производствената линия. При тези устройства по-често се използва халогенно или LED осветление. Управлението на изпълнителни механизми се осъществява чрез релейни изходи. В някои модели са налични или се предлагат като опция цифрови входове. Комуникацията с отдалечени микропроцесорни устройства се осъществява чрез стандартен токов сигнал или по комуникационни протоколи като RS232, RS422, USB, Ethernet. Програмното осигуряване в повечето случаи е Windows базирано, но съществуват модели с други специализирани операционни системи като Caldera DR-DOS, Embedded Linux. Повечето съвременни устройства работят с грешка на измерване под 2%.

При избора на такива устройства се съблюдават изискванията, посочени за лабораторните колориметри, като в зависимост от приложението се избират брой входове и изходи и комуникационен интерфейс, който да е подходящ за свързване към съществуващата в производственото предприятие индустриална компютърна мрежа.

Table 3 is a comparative analysis of colorimeters for continuously measuring directly on the production line. In case of these devices commonly used halogen or LED illumination. The management of the actuators is carried by relay outputs. Some models are available or are optional digital inputs. Communication with remote microprocessor devices is performed through a standard electrical signal or communication protocols such as RS232, RS422, USB, Ethernet. Software in most cases is Windows based, but there are models with other specialized operating systems such as Caldera DR-DOS, Embedded Linux. Most modern devices work with measurement error below 2%.

In the selection of such devices complying with all referred for laboratory colorimeters, and depending on the application are selected number of inputs and outputs and a communication interface that is suitable for connection to existing manufacturing plant industrial computer network.

Таблица 3.
Сравнителен анализ на колориметри
за on-line и in-line измерване

Table 3.
Comparative analysis of
colorimeters for on-line and in-line
measurement

| <u>Модел</u> <u>Model</u> | Konica-Minolta NC-1 | HunterLab SpectraTrend HT | Premosys QuickMatch | MICRO-EPSILON Eltrotec colorCONTROL ACS7000 |
|--|---|--|--|--|
| <u>Параметър</u> <u>Parameter</u> | | | | |
| <u>Източник на светлина</u> Light source | <u>Непрекъсната халогенна</u> Constant halogen | LED | LED | <u>Бяла светлина</u> White light |
| <u>Входове и изходи</u> Inputs and outputs | <u>Входове 2; изходи 8 релейни</u> 2 inputs; 8 relay outputs | <u>Няма данни</u> No data | <u>Няма данни</u> No data | <u>Налични</u> It has I/O |
| <u>Комуникация</u> Communication | <u>4-20 mA двупосочна</u> 4-20 mA two-way | <u>Аналогов изход</u> Analog output | RS232 | Ethernet / EtherCAT, RS422, USB |
| <u>Програмно осигуряване</u> Software | <u>Windows – базирано</u> Windows based | <u>Windows – базирано</u> Windows based | <u>Windows – базирано</u> Windows based | <u>Няма данни</u> No data |
| <u>Повтаряемост на измерванията</u> Repeatability of measurements | 0,04 ΔE*ab | <u>Няма данни</u> No data | <0,2 ΔE | <u>Няма данни</u> No data |

6. Заключение

Оптичните методи са водещи за получаване на първична информация за качеството на хранителните продукти, като основните предимства, с които се отличават са: безразрушителен контрол, лесна техническа реализация, висока производителност, голяма информативност, селективност, добра оперативност, чувствителност, технологична съвместимост и дистанционност.

Съществува тенденция към търсене на възможности за прилагане на методите, базирани на измерване на цвят, за оценка на качеството на хранителните продукти. Перспективността им произтича от безконтактното получаване на първична информация и възможността за обработката и получаване на решения в реално време. Като основни насоки за развитие се очертават използването им

6. Conclusion

The optical methods are leading to obtain initial information about the quality of food, the main advantages that are distinguished are: non-destructive testing, easy technical realization, high performance, large informative, selectivity, good efficiency, sensitivity, technological compatibility and the remote control.

There is a tendency to seek opportunities for applying methods based on color measurement for assessing the quality of food products. Their prospects stems from contactless obtaining of primary information and the ability to process and receive decisions in real-time. As guidelines for development outlines their use for detection of external defects.

With the advancement of technology

за откриване на външни дефекти.

С напредването на технологиите и намаляване на разходите за хардуер, измерването на цвят чрез отражение се превръща в много по-достъпен инструмент в хранителната индустрия.

Приложението на инструментално измерване на цветове в комбинация със сензорен анализ и други физико-химични измервания могат да донесат информация за много явления, свързани с производството на хранителни продукти.

Поради голямото разнообразие на колориметри, предлагани на пазара, изборът на такъв уред може да бъде направен в зависимост от пробите, които се измерват и желаните резултати.

Общата тенденция в сферата на хранителни технологии е насочена към внедряване на високопроизводителни системи за автоматично сортиране с изкуствен интелект. Устройствата за on-line и in-line анализ улесняват измерването на цвета непрекъснато на производствената линия и са важен инструмент за контрол на качеството и мониторинг на процесите при производството на хранителни продукти.

Благодарности

Изследванията в доклада са подкрепени по научен проект 5.ФТТ/30.05.2016г., „Технологични изследвания за получаване на ароматични продукти от подправки“

7. Литература

- [1] American Society for Testing and Materials (ASTM), Publication ASTM Standards on Color and Appearance Measurement, 1994.
- [2] Bartsano, K., M. Fossey. (2010). Short training course for the senses, SlowFood. (in Bulgarian)
- [3] Binev, I., V. Rasheva, S. Tasheva, Neli Georgieva, M. Konstantinov. (2015). Analysis of measures to improve energy efficiency of faculty “Technics and technologies” –Yambol Trakia university of Stara Zagora. ARTTE, Vol.3, No.3,

and reduction of hardware costs, the measurement of color by reflection becomes much more accessible tool in the food industry.

The application of instrumental color measurement in combination with sensory analysis and other physico-chemical measurements can bring information about many phenomena associated with food production.

Because of the wide variety of colorimeters, commercially available, the choice of such a device can be made according to the samples to be measured and the desired results.

The general trend in the field of food technology is aimed at implementing high-performance systems for automatic sorting with artificial intelligence.

Devices for on-line and in-line analysis facilitates measurement of color continuously on the production line and are an important tool for quality control and monitoring of processes in food production.

Acknowledgments

The studies in the report are supported by scientific project 5.FTT/05.30.2016 “Technology research for obtaining aromatic products from spices”

7. References

ISSN 1314-8796, pp.258-264.

- [4] Bochev, V., Z. Zlatev, K. Dobрева. (2012). Development of a computer system to assess the quality of meat and meat products by color features. University of Ruse "Angel Kanchev" Vol.51, book 9.2, Biotechnologies and food technologies. pp.125-129.
- [5] Bochev, V., Z. Zlatev, K. Dobрева. (2012). Application of computer vision systems for estimation of fat content in pork meat. University of Ruse "Angel Kanchev" Vol.51, book 9.2, Biotechnologies and food technologies, pp.116-119.
- [6] Brimelow, C., P. Joshi. (2002). Colour measurement of foods by colour reflectance, Colour in Food, Improving Quality. A volume in Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, ISBN: 978-1-85573-590-3, pp.80-114.
- [7] Dimitrova, I., N. Petkova, I. Dimov, I. Ivanov, P. Denev. (2016). Characterization of Rose Hip (*Rosa canina* L.) Fruits Extracts and Evaluation of Their in vitro Antioxidant Activity. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, Vol 5, №2, ISSN 2349-8234, pp.35-38.
- [8] Ferraz, A., B. Nielsen. (2014). On-Line Sugar Colour Measurement Needs and Benefits. British Society of Sugar Technologists, 2014 Annual general meeting, April 3rd 2014, London, UK.
- [9] Kirilova, E. (2011). A review of automated systems and technologies for grading of agricultural and food products and cereals. Proceedings of university of Rouse, vol.50, No.3.1, ISSN 1311-3321, pp.227-235 (in Bulgarian).
- [10] Kirilova, E., P. Daskalov, Tz. Georgieva, R. Tzonev, D. Alikhanov, Zh. Shynybay. (2013). Development of prototype grading system for real-time identification of Fusarium damaged corn seeds by color image analysis and classification. Series of agricultural sciences of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan 4/2013, ISSN 2224-526X, pp. 21-28.
- [11] Konica Minolta, Precise Color Communication. Online education, 2015.
- [12] Kukenska, V., P. Veleva-Doneva. (2011). Modeling the process of the adaptive neuro - fuzzy inference system classification of the milk with generalized net. Issue on IFS and GNs, Warszawa, Vol. 8, pp. 116-127.
- [13] Markova, M. (1988). Milk and Health, Publishing House: Medicine and Sports, Sofia.
- [14] Mladenov, M., S. Penchev, M. Deyanov. (2015). Complex assessment of food products quality using analysis of visual images, spectrophotometric and hyperspectral characteristics. International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), Vol. 4, Iss. 12, June 2015, ISSN: 2277-3754, pp.23-32.
- [15] Mukesh, Z., A. Shinde. (2013). Absorbance Measurement by Colorimeter. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, Volume 3, Issue 10, October 2013, ISSN: 2277 128X, pp.874-878.
- [16] Nielsen, B. (2010). Process deviations in the sugar house, detectable by the Neltec ColourQ on-line colorimeter only. SPRI Conference, Louisiana, USA.
- [17] Nielsen, B.C. (2003). On-line continuous measurement of sugar colour in sugar factories. Symposium of the Association Andrew Van Hook, Reims, France.
- [18] Petya V-D., T. Stoyanchev, H. Daskalov, T. Draganova, S. Atanassova. (2012).

Informative indicators used for bacterial presence determination in yellow cheese by near-infrared spectral data. Workshop on Dynamics and Control in Agriculture and Food Processing, Plovdiv, Bulgaria, pp. 55-59.

- [19] Ragain, J. (2016). A Review of Color Science in Dentistry: Colorimetry and Color Space. Journal of Dentistry, Oral Disorders & Therapy, vol.4, No.1, ISSN 2372-0972, pp.1-5.
- [20] Randall, D. Instruments for the measurement of color. Datacolor, pp.1-11.
- [21] 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.
- [22] Vasilev, R., N. Katrandzhiev, N. Shopov, A. Kansazov. (2015). Computer methods for multisensory qualification of food. Scientific works of university of Food technologies, vol. LXII, ISSN 1314-7102, pp.685-690.
- [23] Zlatev, Z. (2014). Modeling of color changes in bread crust during baking. ICTTE International Conference on Technics, Technologies and Education, Faculty of Technics and Technologies, Trakia University, October 30-31 2014, pp.680-685, ISSN 1314-9474.

Контакти:

ас. инж. Станка Байчева

Тракийски университет – Ст. Загора, Факултет „Техника и технологии“ – Ямбол,
e-mail: tania.gt@abv.bg

