

## СЪСТОЯНИЕ, ВЪЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВИ НА КОМПЮТЪРНИ СИСТЕМИ ЗА ОКАЧЕСТВЯВАНЕ НА ХРАНИ

**Ивайло Иванов Драгнев**

*Университет по хранителни технологии – гр. Пловдив, Технически факултет, Катедра Компютърни системи и технологии, e-mail: ivaylo1991@abv.bg*

## STATE, CAPABILITIES AND PROSPECTS OF COMPUTER SYSTEMS FOR FOOD QUALITY EVALUATION

**Ivaylo Ivanov Dragnev**

*University of Food Technologies – Plovdiv, Technical faculty, Department of Computer Systems and Technologies, e-mail: ivaylo1991@abv.bg*

### **Abstract**

*In this publication a study about the technologies used to evaluate the quality of different types of food products has been made. The presented review shows technologies such as computer vision, ultrasound, the use of infrared light and more. Various characteristics of products from food industry, which are subject to qualification are also shown. A study on the needs for improving the quality of food has also been made.*

**Keywords:** computer system, food quality, food evaluation.

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

Разнообразието от множество хранителни продукти води до още по-голямо разнообразие от компоненти, които подлежат на окачествяване. С бързото развиване на технологиите, нарастват и се подобряват методите, чрез които се извършва това окачествяване. Нуждата от разработване на нови системи, гарантиращи качеството на предлаганите храни е постоянна. Съвременните компютърни и микропроцесорни системи са неизменен помощник при обективното определяне на качеството на храните. Съществуват различни методи за окачествяване на множество характеристики на хранителните продукти. В настоящия обзор са разгледани едни от често използваните технологии за определяне на качеството на храните. Също така са разгледани и конкретни хранителни характеристики, подлежащи на окачествяване. Целта на обзора е да се анализират перспективите и възможността за осъвършенстване на методите за определяне на качеството на храните в

реално време чрез използването на мобилна вградена компютърна система.

### **ИЗЛОЖЕНИЕ**

#### **1. Окачествяване на храни според вида на технологията**

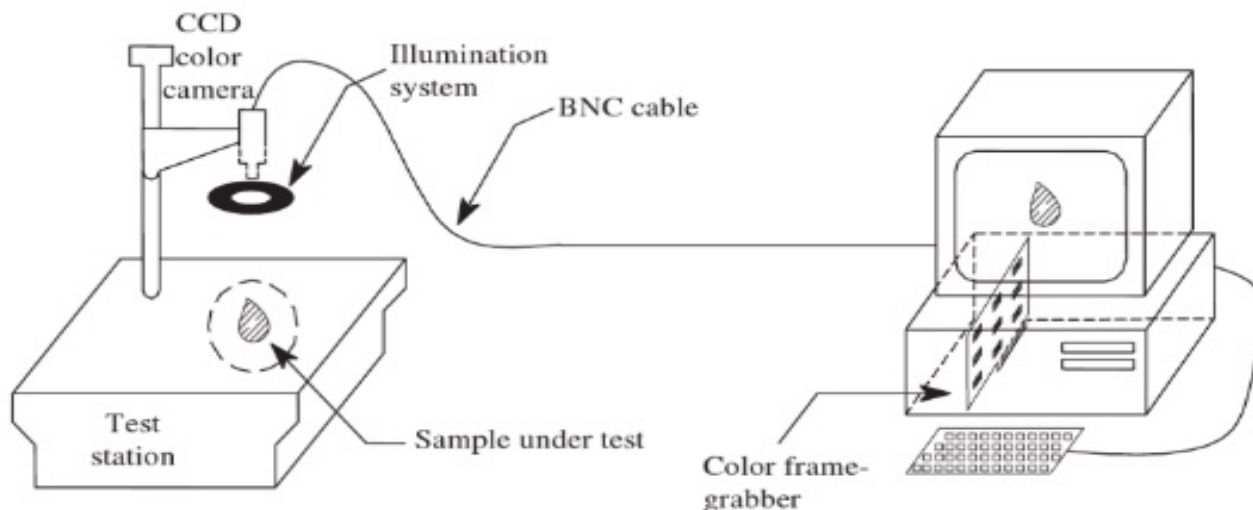
##### *1.1. Чрез използване на компютърно зрение*

На базата на обработка и анализ на изображения, компютърното зрение е технология за разпознаване на обекти и извличане на количествена информация от цифрови изображения, с цел осигуряване на бърза и обективна оценка на качеството. Значителното увеличаване на компютърната мощност и бързото развитие на технологиите и софтуера за обработка на изображения, са причина, приложението на компютърното зрение да се е разширило до оценката на качеството на разнообразни храни. През последните години компютърното зрение е доста използван метод при изследванията в хранителната промишленост.

Изображенията несъмнено са предпочитаният метод за представяне на концепции пред човешкия мозък. Много от качествените фактори, влияещи върху хранителните продукти, могат да бъдат определени чрез визуална проверка и анализ на образа. Проверката на хранителните продукти за различни фактори на качеството е много-повтаряща се задача, която има и много субективен характер.

Хардуерната конфигурация на системите за компютърно зрение е сравнително стандартна. Обикновено зрителната система се състои от:

- устройство за осветяване, което осветява тестваната проба;
- CCD камера за получаване на изображение;



Фигура 1. Примерна конфигурация за окачествяване на храни чрез използване на компютърно зрение [1]

### 1.2. Чрез използване на ултразвук

В допълнение към компютърното зрение, друга технология е използването на ултразвук за качество и оценка на храната. Една от причините за това е, че промените в акустичните свойства могат да бъдат свързани с промените в плътността на хранителния продукт. Освен това, ултразвукът има способността да прави разлика между скоростта на разпространение в различни среди и разликите в акустичния импеданс.

В миналото ултразвукът се е използвал за измерване на съдържанието на влага в хранителните продукти, прогнозиране на вътремускулното съдържание на мазнини в говежди продукти, както и за изследване и

- софтуер, чрез който да се изчертае графика;

- персонален компютър или микропроцесорна система, за осигуряване на дисково съхранение на изображения и изчислителни възможности, с приложен от доставчика софтуер и специфични приложни програми;

- цветен монитор с висока разделителна способност, който подпомага визуализацията на изображенията и ефектите от различни процедури за анализ на изображения. Конфигурацията, показана на Фигура 1, е пример за системи за компютърно зрение, които могат да бъдат намерени в много лаборатории за окачествяване на храни [1].

оценка на здравината и хидратацията на портокаловата кора. В допълнение към тях, едно от най-разпространените и обещаващи ултразвукови приложения е за измерване на състава. Измерванията на базата на ултразвук, могат точно да се използват за определяне на количеството мазнини, вода, протеини и други химически състави на продукти на месна основа [2].

### 1.3. Чрез използване на инфрачервена светлина

Когато и компютърното зрение, и ултразвуковите системи не успяват да създадат желаните изображения, за по-доброто окачествяване на храни, може да се прибегне до използването на много по-големи дължини на вълната за получаване на

изображения. В обхвата на 700-1000 nm се намира инфрачервеният (IR) диапазон, а техниката, която се използва за генериране на изображения с инфрачервена светлина, е известна като термографска фотография. Термографското изображение се основава на простия факт, че всички обекти излъчват определено количество топлинно лъчение, като резултат от тяхната температура.

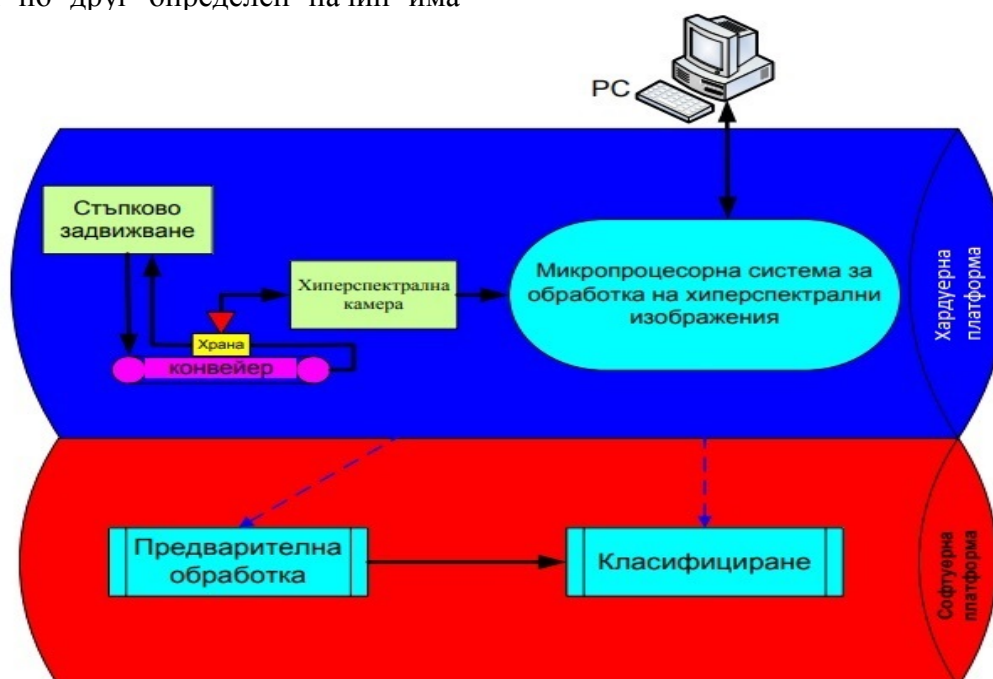
Като цяло, колкото по-висока е температурата на обекта, толкова повече IR лъчение излъчва. Специална камера, известна като IR камера, може да открие това лъчение по начин, подобен на този, използван в обикновена камера за видима светлина. Въпреки това, за разлика от компютърното зрение, термичните изображения не изискват източник на осветяване за спектрално отражение, което може да бъде повлияно от разнообразния цвят на повърхността на обекта или от системата на осветлението [1].

#### 1.4. Чрез използване на Спектрални методи

Тази технология се отнася до спектроскопия в ултравиолетовата (UV) и инфрачервената област (IR), също така и ядрено магнитен резонанс. Тези техники са широко използвани в окачествяването на храни. Те често се комбинират с химиометрия, което всъщност е химическа дисциплина, която използва математически и статистически методи за предоставяне на максимална химическа информация чрез анализ на химични данни. При спектроскопията, изследвания предмет поглъща, отразява, изпуска или по друг определен начин има

някакво взаимодействие с лъчи, звуци, частици и др. Прави се анализ на даденото взаимодействие и по този начин се получават необходимите резултати за качеството на конкретен продукт. Техниките на спектроскопията са подходящ инструмент за оценка на качеството на месото, поради факта, че те позволяват измерването на няколко параметъра едновременно с по-голяма честота на измерване.

В последните години едни от най-перспективните методи за определяне на качеството на храни са спектралните методи за експресна оценка, позволяващи компютърна обработка в реално време. При съвременното окачествяване, изискванията са да се следи непрекъснато процеса на производство и да се правят нужните действия незабавно при неочаквани технологични нарушения и отклонения от стандарта за храни. Поради тази причина се налага внедряване на методи, способни да обработят информационния поток и да вземат решение за определяне на качеството в реално време. На Фигура 2 е показан разработен модел на компютърна система за окачествяване на храни чрез обработка на хиперспектрални характеристики [3]. При хиперспектралните сензорни системи, сензорът събира и обработва информацията от целия електромагнитен спектър (от ултравиолетовия до инфрачервения спектър). Хиперспектрални системи за изображение могат да бъдат използвани както при пропускливост, така и при отражение.



Фигура 2. Модел на компютърна система за окачествяване на храни [3]

### *1.5. Чрез използване на Мултисензорни технологии*

Обективното определяне на качеството на храни изисква измерване и обработка на информация постъпваща по няколко информационни канала. Един от съвременните методи да се получи това е като се анализира информация от няколко сензора. Това са така наречените мултисензорни системи [4]. При тях информацията постъпва от няколко сензора и специален микроконтролер обработва тази информация, като взема средната стойност получена от всички сензори.

Днес мултисензорният синтез на данни е по-благоприятен отколкото получаването на информация само от един сензор, поради значителни предимства в сравнение с единичния източник на данни и има по-добро определяне на качеството на обекта за изследване. Мултисензорните технологии се използват за комбиниране на данни от сензори и за обобщаване в общ представителен формат [5].

## **2. Окачествяване на храни според технологичен параметър**

### *2.1. Температура на съхранение*

Температурата е една от най-често измерваните величини. Доста често когато се измерват други температурно зависими величини, с цел по-точното им измерване, се налага отчитане на температура. Отчитането на температура само в една точка е недостатъчно, тъй като температурата се разпределя неравномерно. В тези случаи се налага да се измерва температура в повече от една точка едновременно, чрез използването на мултисензорна технология. Резултатите могат да бъдат визуализирани както графично, така и в цифров вид [6].

### *2.2. Оценка на качеството на грозде*

Множество публикации, свързани с окачествяването на храни, показват използването на горепосочените технологии. Например, информация относно заболявания при различните сортове грозде се получава чрез анализиране и обработване на спектрални характеристики и изображения, извършени върху изследваните сортове.

При някои от изследванията са използвани спектри в инфрачервената област и във видимата светлина на спектъра. За опреде-

ляне на влиянието на слънчевата светлина върху гроздето, т.е. слънчево изгаряне, се използват спектрални характеристики от видимата светлинна област от спектъра. Използването на спектрални характеристики от инфра-червената област от спектъра, служи за определяне на качеството на гроздето.

### *2.3. Оценка на качеството на кисело мляко*

От направеното литературно проучване се разбира, че за определяне на качествените показатели на киселото мляко се използва анализ на спектрални характеристики. За тази цел са използвани следните спектрални области от спектъра на светлината:

- спектър във видимата област;
- спектър в близката инфрачервена област;
- инфрачервена спектрална област.

Анализът на получените резултати е свързан с оценката на възможността за прогнозиране на физични и химични свойства на киселото мляко, чрез различни технологични методи. Проучването показва, че в последните години се правят много изследвания, свързани с киселото мляко, като главната цел е да се повишат лечебните му свойства [7].

### *2.4. Оценка на качеството на етерични масла*

Етеричните масла от бял риган се използват широко в хранителното производство, парфюмерията и фармацевтиката. При оценка на качеството на белия риган се правят изследвания на неговите свойства и състав. От направения литературен преглед се разбира, че за тази цел се използват мултисензорни устройства, които използват сензори за газ. Показанията на тези сензори се използва за анализиране на аромата [7].

## **3. Резултати**

Настоящият обзор показва съществуването на голямо разнообразие от технологии и методи за окачествяване на множество продукти от хранително-вкусовата промишленост. Съвременната напреднала техника дава възможност да се създават и развиват разнообразни системи за определяне на качеството на храните. Едни от най-срещаните характеристики, които

подлежат на измерване и окачествяване са следните: цвят, температура, влага, размер, форма, външни дефекти, зрялост, твърдост и др. В Таблица 1 са обобщени методите и

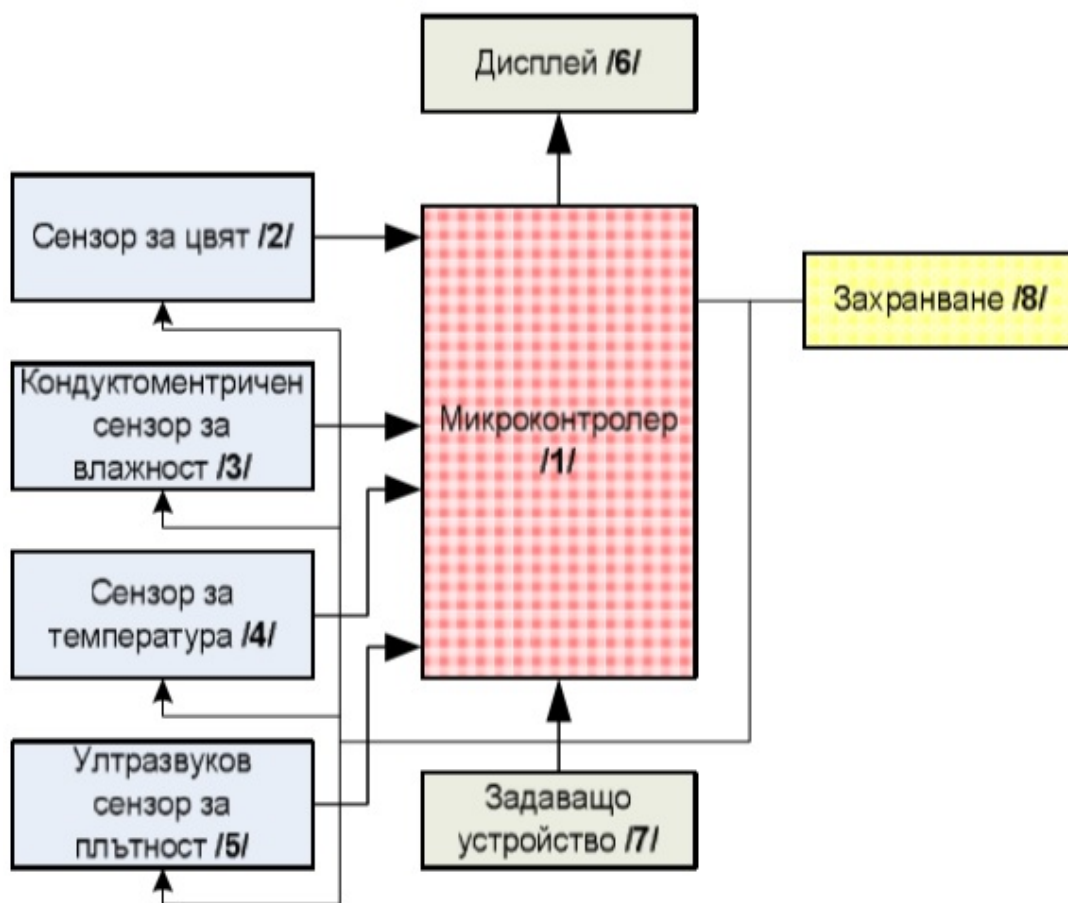
техниките за окачествяване на различни признаци на разнообразни хранителни обекти.

Таблица 1. Обобщаваща таблица на различни признаци и методи за окачествяване на хранителни обекти.

<b>Продукт</b>	<b>Признак за окачествяване</b>	<b>Използван метод</b>
<u>Пшеница</u>	Идентификация на сорт	<i>Спектрална технология</i>
	Откриване на болести	
<u>Месо</u>	Водно и мастно съдържание	<i>Рентгенова томография</i>
<u>Царевица</u>	Определяна на размер	<i>Мултисензорна технология</i>
	Откриване на цели и счупени зърна	
<u>Грозде</u>	Гниене	<i>Спектрална технология</i>
<u>Ориз</u>	Сортиране	<i>Мултисензорна технология</i>
	Откриване на цели и счупени зърна	
<u>Сирене</u>	Качество	<i>Спектрални методи</i>
<u>Кашкавал</u>	Наличието на различни видове патогенни микроорганизми	<i>Спектрален анализ</i>
<u>Млени меса</u>	Качество	<i>Хиперспектрална технология</i>
<u>Етерични масла от бял риган</u>	Вискозитет	<i>Спектрална технология Мултисензорна технология</i>
	Плътност	
<u>Ябълки</u>	Външни дефекти	<i>Мултисензорна технология</i>
<u>Кисело мляко</u>	Физико-химични показатели	<i>Спектрална технология</i>
<u>Овесени ядки</u>	Температура	<i>Мултисензорна технология, чрез еталонен цифров термометър за хранителни цели</i>
	Цвят	<i>Мултисензорна технология, чрез еталонен колориметър</i>
	Влажност	<i>Мултисензорна технология, чрез еталонен влагомер</i>
<u>Брашно</u>	Температура	<i>Мултисензорна технология, чрез еталонен цифров термометър за хранителни цели</i>
	Цвят	<i>Мултисензорна технология, чрез еталонен колориметър</i>
	Влажност	<i>Мултисензорна технология, чрез еталонен влагомер</i>

От направеното проучване се вижда, че няма създадени много техники и системи за окачествяване на гроздовия сок и в частност виното. Поради тази причина вниманието на автора е насочено към създаване на експресен метод за окачествяване чрез

мобилна вградена компютърна система, която да прави оценка на качествата на виното. Фигура 3 показва примерна конфигурация на една такава мобилна система, използваща микроконтролер STM32F429IDISCOVERY.



Фигура 3. Примерна конфигурация на мобилна вградена система за обективно оценяване [4]

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В днешно време всички ние търсим на пазара хранителни продукти с възможно най-добро качество. Поради тази причина все повече нараства и нуждата от създаване на технологии и устройства, с които да се извършва възможно най-бързо и точно обективното оценяване на храните. С бързите темпове на развитие на технологиите, все повече се усложняват и използваните методи за измерване и оценка на качеството на хранителните продукти. Все повече започват да се интегрират и използват компютърните и мобилните технологии. Множеството вещества, съдържащи се в хранителните продукти и съществените разлики в химичните им свойства, довеждат до нуждата за използване на голямо количество от сензори, така че да се получи добро и обективно оценяване.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Sun, D-W., Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation, Academic Press, 2008;

[2] Du, C-J., Sun, D-W., Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation, Trends in Food Science & Technology, Volume 15, Issue 5, May 2004, Pages 230-249;

[3] Kolev, K., A microprocessor system for food quality evaluation, Science & Technologies. Volume IV, Number 4, 2014, Pages 103-107;

[4] Kolev, K., ARM Based microprocessor system for multi-sensory food evaluation, Scientific works of University of food technologies – Plovdiv, Volume LXI, 2014, Pages 666-671;

[5] Vasilev, R., Katrandzhiev, N., Shopov, N., Kansazov, A., Computer methods for multisensory qualification of food, Scientific works of University of food technologies – Plovdiv, Volume LXII, 2015, Pages 685-690;

[6] Katrandzhiev, N., Karnobatev, N., Multisensory microprocessor device for temperature measuring, Scientific works of University of food technologies – Plovdiv, Volume LXII, 2015, Pages 731-735;

[7] Zlatev, Z., Methods and tools for sensors information processing, Yambol, 2018.