

Приложение на системите за компютърно зрение при определяне съдържанието на мазнини в свинско месо

Венелин Бочев, Златин Златев, Красимира Добрева

Application of computer vision systems for estimation of fat content in pork meat: The report presents the possibility of application of computer vision systems for determining the percentage of fat in pork. Measurements were made by chemical analysis and method for processing images on samples taken from the market. Adequacy of the proposed model is defined by statistical analysis.

Key words: Computer vision, Fat content, Image analysis

ВЪВЕДЕНИЕ

Съдържанието на мазнини в месото има значително влияние както върху технологичното качество на суровината, така и при визуалното определяне качеството на продукта.

Често в промишлената практика, оценката на съдържанието на мазнини в месото се извършва с помощта на субективни визуални методи. Крайният резултат от оценяването на качеството на даден хранителен продукт в голяма степен зависи от знанията и опита на оценяващия експерт, т.е. базира се на субективни фактори. Системите за компютърно зрение са се доказали като ефективни средства, които позволяват анализ на тези компоненти. Системите за компютърно зрение успешно са прилагани при определяне съдържанието на мазнини в свински обрезки [8, 9] и говеждо месо [6]. Използване на системите за компютърно зрение за оценка на съдържанието мазнини в месото се състои в определяне на белите области в тестваното изображение и изчисляване на подходящи връзки с тегловното съдържание на мазнини определено чрез референтни методи [8].

Системите за компютърно зрение имат потенциал за оценка качеството на месото тъй като чрез обработката и анализа на изображения може да се характеризират количествено и качествено сложни геометрични, цветови и текстурни признаци. Първите изследвания са показали, че технологията за обработка на изображения имат огромен потенциал да подобрят операциите по окачествяване на месото [7, 9].

ИЗЛОЖЕНИЕ

В настоящия доклад се представят методи за обработка на изображения за количествено определяне съдържанието на мазнини в свинско месо, както и взаимовръзката между съдържанието на мазнини, определено чрез химически анализ и чрез обработка на изображения. За анализ са използвани проби от свинско месо, закупени от търговската мрежа [1].

Системата за заснемане на изображения се състои от цифрова камера, система за осветление, персонален компютър и разработена за целите на изследването софтуерна програма [4]. За целите на заснемането пробите са забърсани със суха кърпа за да се премахне влагата по повърхността. При заснемането пробите са поставени върху плоска неотразяваща повърхност и са осветени със стандартна светлина.

Обработката и анализа на изображенията е извършен с помощта на разработена в Matlab среда специална функция за полуавтоматична обработка на изображенията като се определят площта на мазнините и пълната площ на пробата. Извършена е сегментация на фона върху изображението за да се получи еднакъв черен фон. Праговата сегментация е извършена чрез експериментално определяне на границите в RGB цветовия модел. Обхватът на стойностите за прагова

сегментация е избран чрез диаграма на интензитета на пикселите. След това е определено съотношението месо/ мазнини по следната зависимост:

$$P_f = [(A_t - A_i) \cdot 100] / A_t \quad (1)$$

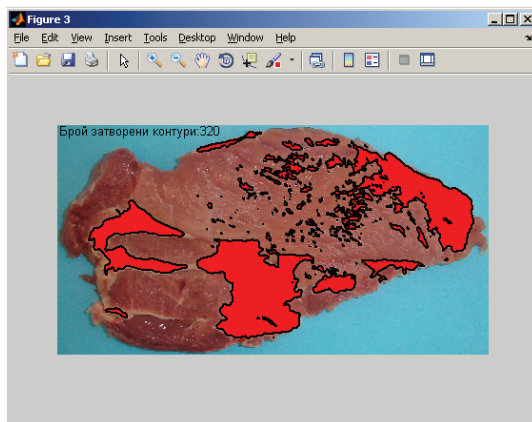
където:

P_f е процентното съдържание на мазнини, %;

A_t е пълната площ на месото, mm^2 ;

A_i е площта на мазнините, mm^2 .

След заснемане на изображенията, извадките са съхранени при $-20\text{ }^\circ\text{C}$ за последващ химически анализ за съдържанието на мазнини.



Фиг.1.Определяне съдържанието на мазнини с помощта на системата за компютърно зрение

Съдържанието на мазнини в изследваните проби е оределено и по метода на Сокслет [2].

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Анализирани са 10 изображения на проби от свинско месо. В таблица 1 са представени резултатите от двете измервания.

Процентното съдържание на мазнини определено чрез обработка на изображения P_i може да се изрази по следния начин:

$$P_i = (A_f + A_r) / (A_f + A_r + A_i) \quad (2)$$

където:

A_f е площта на мазнините в изображението;

A_i е площта на чистото месо;

A_r е площта на областите неразпознати като месо или мазнина.

Резултатите от статистическия анализ показват, че връзката между процентното съдържание на мазнините измерени по класическия метод и метода с анализ на изображенията се описва най-добре с нелинейна регресия.

Таблица 1

Измерено съдържание на мазнини от химически анализ и анализ на изображения

№ проба	Съдържание на мазнини при химически анализ	Съдържание на мазнини при анализ на изображенията	Относителна грешка
1	3,2	7,1	0,55
2	22,6	27,9	0,19
3	14,4	12,2	0,18
4	16,2	22,5	0,28
5	8,8	14,3	0,38
6	4,8	8,1	0,41
7	17,1	22,6	0,24
8	15,6	11,3	0,38
9	20,6	31,8	0,35
10	23,7	31,1	0,24

На фигура 2 е показана графично връзката между двата типа измервания. Уравнението получено за изследваните проби се описва по следния начин:

$$\ln(P_c) = e^{1,3122 - (9,6532 / P_i)}, \text{ при } R^2 = 0,79 \quad (3)$$

Относителната грешка служи за сравнение на стойностите от измерванията чрез химически анализ и тези получени от системата за обработка на визуални изображения.

$$E_r = (M - M_t) / M \quad (4)$$

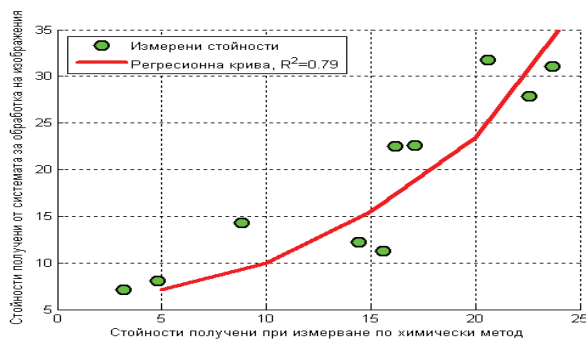
където:

E_r е относителната грешка;

M е измерената стойност от системата за обработка на изображения;

M_t е стойността получена при химическия анализ.

При извършения регресионен анализ е установен коефициент на регресия R^2 приблизително 79%. Резултатите от измерванията се апроксимират с достатъчна точност до експоненциален закон. При определен критерий на Фишер $F = 111,542$, съответната му вероятност $P = 0,0001 < 0,05$. Следователно, полученият модел може да се приеме за адекватен.



Фиг. 2. Зависимост между количеството мазнини измерени по класически метод и чрез системата за обработка на изображения

Много от докладваните данни, за определянето на съдържанието на мазнини в различните типове месо чрез анализ на изображения, показват подобни резултати. Ballerini и Vocchi [3] докладват коефициент на регресия $R^2=0,98$ между класическо измерване на мазнините в месото и анализ по текстурни признаци. Посочен е и коефициент на регресия $R^2=0,852$ за измерени стойности на мазнините по класически химически анализ и чрез система за компютърно зрение [5]. При нашето изследване, самостоятелното използване на сегментацията на изображенията показва корелация $R^2=0,79$. Разликата с данните в литературата се дължи на вида и начина на подготовка на пробите за анализ.

Анализът на изображения е подходящ метод за количествено определяне съдържанието на мазнини. Разликата между измерените количества мазнини по класически метод и по метода с обработка на изображения се дължи на факта, че изображенията са двумерни и количеството мазнини се определя само от повърхността на месото, като се приема, че дебелината на пробите е еднаква.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Експерименталните резултати показват, че зависимостта между измереното количество мазнини по класическия химически анализ и чрез анализа на изображения е нелинейна. Коефициента на регресия е 0,79, при анализиране на двумерни изображения на повърхността на месото. Предстоят изследвания на възможностите за определяне количеството мазнини чрез други методи за обработка на изображения като например анализ на текстурните признаци.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] БДС 1323:1975 Месо. Методи за изследване
- [2] БДС 8549:1992 Месо и месни продукти. Определяне на мазнините
- [3] Ballerini L., Hogberg A, Borgefors G., Bylund A., Lindgard A, Lundstrom K., Rakotonirainy O., Soussi B. (2002). IEEE transactions on Nuclear Science, 49 (1), 195-199.
- [4] Chandraratne M. R., Kulasiri D., Samarasinghe S., Frampton C., Bickerstaffe R. (2002). 48th ICoMST, Rome, Italy, 25-30 August 2002, 756-757.
- [5] Du Cheng-Jin, Sun Da-Wen, P. Jackman, P. Allen (2008). Development of a hybrid image processing algorithm for automatic evaluation of intramuscular fat content in beef M. longissimus dorsi, Meat Science vol.80, 1231-1237.
- [6] Chmiel M., Dasiewicz, K. (2009). The use of digital image analysis to estimate fat content in beef trimmings. Technological Progress in Food Processing, 19/34(1), 61-64.
- [7] Cross H. R., Gilliland D. A, Durland P. R., Seideman S. (1983). Journal of Animal Science, 57(4), 908- 917.
- [8] Dasiewicz K., Pisula A., Cegieka A. (2007). The use of computer image analysis for pork trimmings quality evaluation under industrial conditions. In Proceedings for International Conference: "Quality and safety in meat for consumers; from stable to table". Kaunas, Lithuania 06e07 June 2007. Animal Science, 1, 31 - 32.
- [9] Uttaro B., Zawadski S. (2010). Prediction of pork belly fatness from the intact primal cut. Food Control, 21, 1394-1401.
- [10] Wassenberg R. L., Allen D. M., Kemp K. E. (1986). Journal of Animal Science, 62,1609-1616.

За контакти:

доц. д-р. Красимира Добрева, катедра „Електроника, електротехника, автоматика и Хранителни технологии“, Тракийски университет – Стара Загора, Факултет „Техника и технологии“ – Ямбол; krdobрева@gmail.com

Докладът е рецензиран.