

**REVIEW OF METHODS FOR EGGSHELL DEFECTS
DETECTION AND QUALITY GRADING¹²**

Eng. Emil Stefanov – PhD Student

Department of Automatics and Mechatronics,
University of Ruse
Tel.: +359 82 888 676
E-mail: estefanov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Tsvetelina Georgieva, PhD

Department of Automatics and Mechatronics,
University of Ruse
Tel.: +359 82 888 668
E-mail: cgeorgieva@uni-ruse.bg

Prof. Plamen Daskalov, PhD

Department of Automatics and Mechatronics,
University of Ruse
Tel.: +359 82 888 668
E-mail: daskalov@uni-ruse.bg

***Abstract:** The paper reviews existing methods for eggshell defects detection and quality grading and the importance of the process itself. The count of broken eggs in a batch is directly dependent on the structural integrity and the quality of the eggshell. It is important to consider that there are multiple types of defects that can affect the quality of an egg. There are different types of shell defects for example color defects, cracks, texture defects, bloodstains and others. From an economical standpoint the downgrading of an egg represents a loss for the manufacturer. So it is crucial to have an adequate method for defect detection and grading of the eggs. The most commonly used methods for quality assessment and defect detection are visual methods. The purpose of the paper is to compare and review the different methods for egg quality grading.*

Keywords: Egg Quality, Egg Defects, Optical Methods, Color Spaces

JEL Codes: I23

ВЪВЕДЕНИЕ

Яйца произведени от домашни птици, се купуват от частни доставчици обикновено са с различна маса, свежест и качество. Някои от тях имат открити дефекти, намаляване на якостта при съхранението, а други имат дефекти, които ги правят негодни за храна. Ето защо, яйцата трябва да преминават през редица технологични процедури.

Сортирането се състои в разделянето на стандартни и необичайни яйца. Процесът на тази технология в стандартните яйца е разделен на еднородни групи: размер, степен на замърсяване и качеството на черупката и целта.

Сортирането на яйцата може да бъде направено ръчно или с машина. Ръчното сортиране на яйца е разделено в три категории: нормални, средни и маломерни. Яйце с тегло - по-малко от 30 грама не е позволено да се продава, и бива пренасочено към преработка в сортиращи машини за яйца.

Съществуват различни методи и технически средства за оценка на качество на яйца, които оценяват различните параметри на качествените групи.

¹²Докладът е представен на 13 ноември 2020 с оригинално заглавие на български език: ОБЗОР НА МЕТОДИ ЗА РАЗПОЗНАВАНЕ НА ДЕФЕКТИ ПО ЯЙЦА И КЛАСИФИКАЦИЯТА ИМ ПО КАЧЕСТВО

В статията е направен преглед на основните качествени параметри на яйцата относно сортирането им в качествени групи, както и методите и средствата, които могат да се използват за тази цел.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Яйцата могат да бъдат класифицирани или като клас А, или като клас В. Яйцата от клас А трябва да имат следните характеристики: чиста и неповредена черупка с нормална форма; въздушно пространство вътре в яйцето не повече от 6 mm; жълтък, който няма ясно видим контур и се движи леко при завъртане на яйцето; белтъкът трябва да е чист и полупрозрачен; яйцето не трябва да съдържа чужди вещества или миризми; яйцето не трябва да показва развитие на микроби. Яйцата от клас А се категоризират по тегло, представено на фиг. 1. Яйцата от клас В са тези, които не отговарят на праговете за качество на яйцата от клас А или това са яйца от клас А, които биват класифицирани по-ниско.



Фиг. 1. Класификация на яйца по размер и тегло

В зависимост от чистота на черупката на яйцата се разделят на:

- чисти - когато повърхността на яйцата е без видими следи от изпражнения или други замърсители;
- слабо замърсени - когато са замърсени до 1/8 от повърхността на черупката;
- замърсени – замърсяването заема площ повече от 1/8 от повърхността на черупката или в малка площ, но е много интензивно.

На фиг. 2. са представени основните видове дефекти по яйцата.



Фиг.2. Видове дефекти

Дефектите по яйцата могат да бъдат следните:

• груби пукнатини

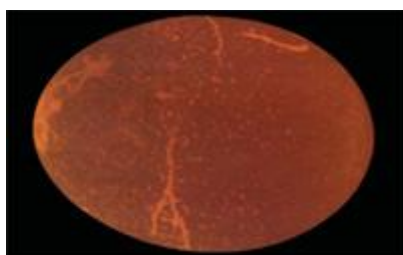
Терминът "груби пукнатини" се отнася до големи пукнатини и дупки, които обикновено водят до счупване на мембраната обвивка (фиг. 3). Този вид дефект варира от 1 до 5% от общото производство.



Фиг. 3. Яйце с груби пукнатини

• **пукнатини**

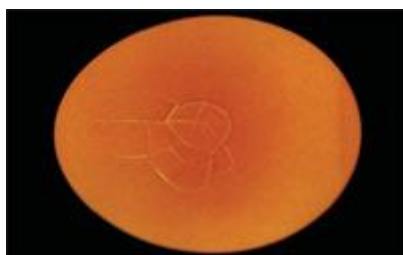
Пукнатини, т.е. много малки пукнатини, обикновено се намират по дължината на черупката. Тъй като те са малки, могат да се открият чрез просветляване, за да се получи максимална ефективност. Яйцето се поставя под ярка светлина. Това е начина, по който ще изглежда чрез просветляване от оператора (фиг. 4). Честотата на този проблем зависи от възрастта на кокошката, но обикновено е от 1 до 3% от общото производство.



Фиг. 4. Яйце с пукнатини

• **звездовидни пукнатини**

Звездовидни пукнатини, финни пукнатини, насочени навън от централната точка на въздействието, които често слабо се различават. Яйцето се поставя под ярка светлина. Това е начина, по който ще изглежда по чрез просветляване от оператора (фиг. 5). Честота зависи от възрастта на кокошката, но обикновено е между 1 и 2% от общото производство.



Фиг. 5. Яйце със звездовидни пукнатини

За оценка на качеството на яйца все по-широко използвани са следните методи, подходи и системи: системи с компютърно зрение и анализ на изображения; системи с анализ на хиперспектрални изображения и спектрален анализ.

- Системи с компютърно зрение и анализ на изображения

Цифрови цветни изображения са използвани за определяне на основни параметри на яйца от японски пъдпъдъци (Zlatev, 2018). Използвано е диодно осветление с бели светодиоди с най-голям интензитет на светлината при 450 nm и цветна температура 6000 K. Използван е зелен фон (RGB=[58 122 78]). Полученото изображение с резолюция 640x480 пиксела е бинаризирано с праг на бинаризация 0,5. Върху полученото бинарно изображение са приложени редица обработки за получаване на основни параметри на яйцата, които са сравнение с референтни стойности. Резултатите, свързани с измерване параметри на яйца, не удовлетворяват изискванията за точност, които са отразени в нормативните документи.

Анализът на изображения позволява получаването на количествена информация от обработените изображения. Тя се основава на техники за обучение като изкуствени невронни мрежи, статистическо обучение, размита логика, генетичен алгоритъм метод на опорните вектори (Goyal, 2013; Tellaechе et al., 2011). Целта на предаварителните обучения е да се имитира процеса на вземане на решения за човешкото зрение чрез автоматизирани методи.

- Системи със спектрален анализ и анализ на хиперспектрални изображения

Спектроскопията и изображенията са безконтактни оптични техники подходящ за онлайн проверка на продукти. Чрез спектроскопията е полезно да се определи качеството на продукта чрез измерване на техните оптични свойства, докато компютърното зрение е в състояние за измерване на външните характеристики на продуктите. Хиперспектралното изображение интегрира основните предимства на двете техники за постигане на пространствена, спектрална и многокомпонентна информация от обекта.

Хиперспектралното изображение предоставя повече спектрална информация от мултиспектрални изображения, поради по-големия брой дължини на вълната. Въпреки това е важно да се изберат само дължини на вълните, съдържащи информацията, свързана с атрибутите за качество, за да се избегнат грешки за качествена дискриминация или количествен анализ. Изборът на оптимални дължини на вълната може да се извърши както чрез подходящ подход или чрез прилагане на математически алгоритми (Zou et al., 2010).

От техническа гледна точка, хиперспектрална система за изображения произвежда голям набор от изображения на един и същ обект в различна спектрална дължина на вълната (Wu and Sun, 2013a). Като следователно, всеки пиксел в хиперспектрално изображение съдържа спектър на тази конкретна позиция, която характеризира състава на този конкретен пиксел. Хиперспектралното изображение е триизмерен хиперспектрален куб, състоящ се от две пространствени измерения и едно измерение на дължината на вълната.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статията е представен обзор на класификационните качествени групи на яйца по маса и видове дефекти. Представени са основните видове дефекти, които се окачествяват при производството на яйца за консумация.

Представени са две основни групи системи за окачествяване на яйца, които са все – по широко използвани поради това, че наподобяват оценката на експерт при анализа и окачествяването на яйцата.

Анализът на цветни цифрови изображения на яйца позволява да се оцени външно състоянието на яйцето, докато при използване на хиперспектрални изображения се получава много по-детайлна информация, която позволява да се оцени и вътрешното качество на яйцето. Използването на компютърното зрение при оразмеряване на яйцата не е много удачен подход при използване на модели за определяне формата на яйцата. Това се поражда от факта, че яйцата са биологични продукти, които са различни едно от друго и това води до грешки в модела при определяне на формата им.

БЛАГОДАРНОСТ

Изследванията са подкрепени по договор с № 2020-ЕЕА-05 „Изследване на възможностите за определяне на някои основни съставки на почвата посредством визуални методи“, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ при Русенски университет „Ангел Кънчев“.

REFERENCES

Ibrahim, R., Mohd, Zin Z., Nadzri, N., Shamsudin, M.Z., Zainudin, M.Z. (2012) Egg's Grade Classification and Dirt Inspection Using Image Processing Techniques, *Proceedings of the World Congress on Engineering*.

Lunadei, L., Ruiz-Garcia, L., Bodria, L., Guidetti, R. (2012) Automatic Identification of Defects on Eggshell Through a Multispectral Vision System, *Food Bioprocess Technol*, 5, 3042 – 3050

Schwagele, F., Poser, R., Krockel, L. (2001) Application of low-resolution NMR spectroscopy of intact eggs - Measurement of quality determining physical characteristics. *Fleischwirtschaft*, 81(10), 103-106.

Zlatev, Z., Nikolova, M., Yanev, P. (2018) Application of techniques for image analysis in assessing the external characteristics of eggs. *Innovation and entrepreneurship*, 6(1), 10-20.

Goyal, S. (2013) Predicting properties of cereals using artificial neural networks: a review. *Sci. J. Crop Sci.* 2, 95 -115

Tellaeche, A., Pajares, G., Burgos-Artizzu, X.P., Ribeiro, A. (2011) A computer vision approach for weeds identification through Support Vector Machines. *Appl. Soft Comput.* 11, 908 - 915.

Wu, D., Sun, D.-W. (2013) Advanced applications of hyperspectral imaging technology for food quality and safety analysis and assessment: a review d Part I: Fundamentals. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 19, 1-14.

Zou, X.B., Zhao, J.W., Povey, M.J.W., Holmes, M., Mao, H.P. (2010) Variables selection methods in near-infrared spectroscopy. *Anal. Chim. Acta*, 667, 14-32.