

## Програмни средства за неразрушително диагностициране на заболяването Фузариоза (*Fusarium spp.*) по царевични зърна

Пламен Даскалов

**Software for non-destructive diagnosis of (*Fusarium spp.*) disease on maize grains:** A review of Matlab Graphical User Interfaces (GUI) as tools for assessment of (*Fusarium spp.*) disease on maize grains is considered in the paper. Two GUIs, developed on a modular basis are explained in details. First GUI combines image processing methods, statistical approaches for colour and texture features usefulness, classifiers based on probabilistic neural networks (PNN) and Fuzzy logic rules. The second one implements *Fusarium* diseased corn kernels classification based on spectral data analysis and Fuzzy logic classifiers.

**Key words:** Matlab Graphical User Interface, Corn kernels, *Fusarium* (Spp.) disease, Color image and spectral analysis

### ВЪВЕДЕНИЕ

Диагностицирането на заболяването Фузариоза (*Fusarium spp.*) по царевични зърна е сложен процес, който изисква значително време, висока квалификация и значителни умения на експерта. Съгласно БДС [4] у нас досега диагностицирането на заболяването се извършва по три метода: макроскопски, центрофугиране и биологичен, като се допускат до 3% заразени зърна в изследваната партида. Най – често прилаганият метод за разпознаване на заболяването е макроскопският метод. Той се основава на преглеждането на пробата зърна от експерт с око, лупа или микроскоп. Заболяването Фузариоза се разпознава главно по външни признаци – промяна на цвета и повърхността на зърното. Метод е субективен и изисква повече време за обработка на контролните проби зърна.

Изискванията за по-добро качество на зърната, постигащо се с по-точно разпознаване на заболяването Фузариоза и възможността това диагностициране да се извършва с автоматизирани технически средства, наложи създаването на нови методи за експресно, неразрушително и обективно диагностициране на царевичните зърна. Тези методи се базират на анализ на цветовете и спектралните характеристики на зърната и изискват извършването на множество сложни математически обработки на данните [5]. Практическото реализирането на тези методи е невъзможно без използването на специализирани компютърни програми.

Цел на настоящата публикация е да се представи един обзор на разработените у нас напоследък софтуерни приложения за диагностициране на заболяването Фузариоза (*Fusarium spp.*) по царевични зърна и резултатите от провежданите у нас изследвания в тази област.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

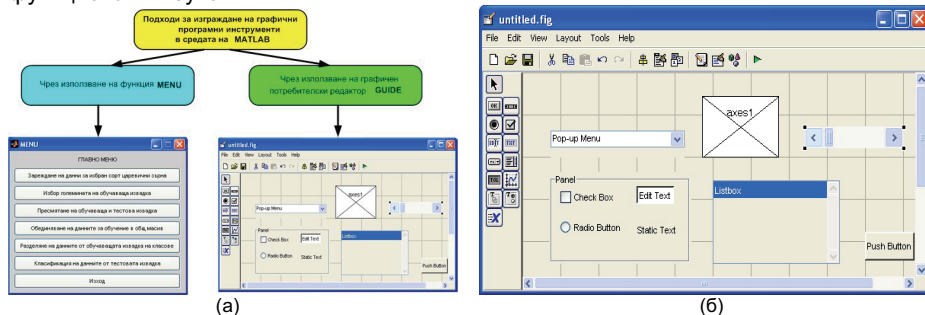
За изграждане на софтуерни приложения за диагностициране на заболяването Фузариоза (*Fusarium spp.*) по царевични зърна е избрана програмната среда на MATLAB. По функционални възможности MATLAB е диалогова система и програмнен език за цялостно решаване на проблеми от различно естество, предимно научни, технически и математически [3]. Програмната среда MATLAB позволява създаването на Windows – базирани прозоречни приложения, в които се използват различни средства за обработване на 2D и 3D обекти. Заедно с тях MATLAB предлага не малък набор от компоненти, използвани за изграждане на програмни графични инструменти, наречени GUI, които намират широко приложение в различни области на научните изследвания.

Графичните програмни инструменти в MATLAB могат да бъдат изградени чрез два подхода: чрез функцията MENU и чрез графичния потребителски редактор GUIDE (фиг. 1).

Основни предимства на програмния инструмент изграден, чрез функцията MENU, са:

- Възможност за интерактивен (диалогов) режим на работа с оператора. При работа с програмния инструмент не са необходими допълнителни помощни средства, изсяняващи действието му, защото структурата на програмния инструмент е организирана на базата на главно меню и помощни подменюта, което дава възможност за максимална яснота и достъпност за работа.
- Подобряване на интерфейса с потребителя. Това се обуславя от значителния набор от програмни модули, подходящо свързани с главното меню и помощните подменюта.
- Удобно графично визуализиране на данните и резултатите. Възможност за многократно показване на резултатите и тяхното съхраняване на файл.
- Възможност за бързи изчисления на задачи, свързани с векторно-матрични формулировки.
- Въвеждане на входни данни от файлове.

Основен недостатък на този инструмент е използването на ограничен набор от функции. Това ограничава изграждането на инструментите до менюта и функционални бутони.



Фиг. 1. Подходи при изграждане на графични програмни инструменти в програмната среда на MATLAB (а) и вид на графичния редактор GUIDE (б)

Основните предимства на програмния инструмент изграден, чрез графичния потребителски редактор GUIDE, включват изброените по – горе предимства на другия подход, като се допълват от увеличена функционалност и по-богати графични средства; възможност за работа с по – широк кръг от функции, които позволяват добавяне на графика, бар диаграми, диалогови прозорци, командни ленти, бутони и др. (фиг. 16).

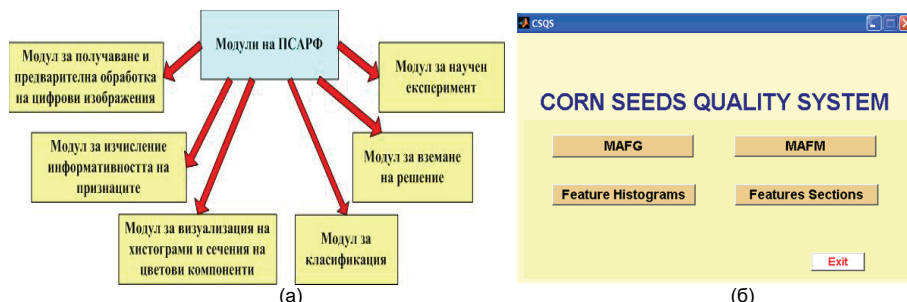
Недостатък на този подход е значително по – сложния програмен код, който се използва при създаване и изграждане на инструмента. Но в сравнение с останалите програмни продукти за изграждане на потребителски инструменти тук значително е улеснена процедурата по създаването им.

### **Софтуерни приложения за неразрушително диагностициране на заболяването Фузариоза (*Fusarium spp.*) на царевични зърна, чрез анализ на цветни цифрови изображения**

Разработена е програмна система за автоматизирано разпознаване на заболяването Фузариоза (*Fusarium spp.*) (ПСАРФ) по царевични зърна с програмна абривиатура CSQS (Corn Seeds Quality System).

Програмната система за автоматизирано разпознаване на заболяването фузариоза по царевични семена е изградена на модулен принцип и има структура и

общ вид на графичния интерфейс показани на фиг. 2 [2].



Фиг. 2. Модули (а) и общ вид на графичния интерфейс (б) на ПСАРФ

За програмна реализация на модулите са използвани системните функции и инструментите на редактора *GUIDE Templates* на програмната среда *MATLAB® 7.1*.

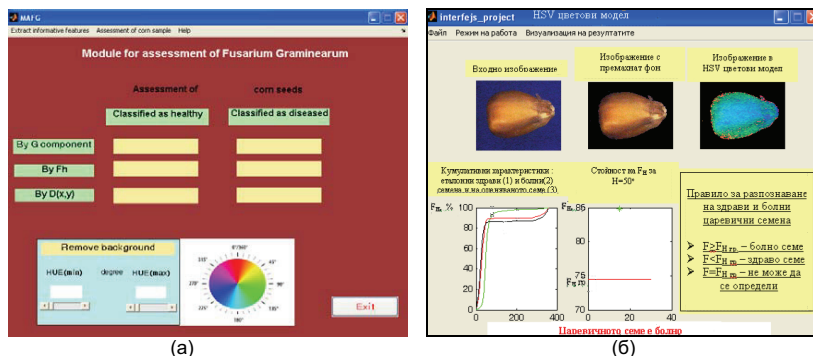
Графичният интерфейс на програмната система е изграден на модулен принцип и се състои от четири модула: модул за диагностициране на заболяването червена фузариоза (*Fusarium Graminearum*) (MAFG), модул за диагностициране на заболяването розова фузариоза (*Fusarium Moniliforme*) (MAFM), модул за хистограмен анализ на цветовете компоненти (Feature Histograms) и модул за визуализация на сечения на цветови компоненти (Features Sections) [7].

Основните функционални възможности на интерфейса са:

- Представяне на изображението в 6 цветови модела RGB, Lab, HSV, XYZ, YCbCr и хуY;
- Визуализация на хистограмите на компонентите на цветовете модели;
- Намиране сечението на две от компонентите на някои от основните цветови модели по зададени граници на третата компонента;
- Избор и ранжиране на информативните признаци;
- Изчисляване обема на контролната извадка, по която се съди за качеството на цялата партида семена;
- Избор на вид царевица и показатели за оценка.

Модул за диагностициране на заболяването червена фузариоза (*Fusarium Graminearum*) (MAFG)

Общият вид на графичния интерфейс на модула е представен на фиг. 3а.



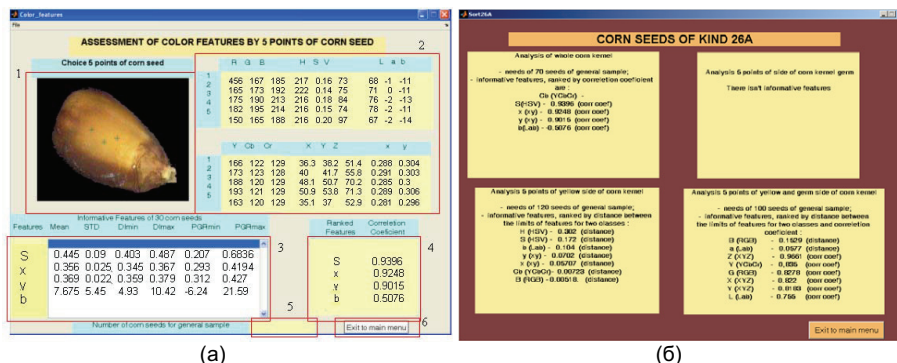
Фиг. 3. Графичен потребителски интерфейс на модул MAFG (а) и подменю на режим "Класификация" – HSV цвятен модел" (б)

Модулът позволява настройваемо да се премахва фона в изображението на царевичното зърно и да се извършва оценка за неговата заразеност, като се използват три цветови модела RGB, HSV и XYZ. Процедурите за оценка са реализирани в отделни подменюта (фиг. 3б). Отделните интерфейси имат два режима на работа: "Обучение" и "Класификация". В режим на "Обучение" се изследват царевичните семена от обучаващата извадка с цел определяне на критериите за разпознаване на здрави и заразени зърна. В режим на "Класификация" се извършва оценяване на царевичните зърна от тестовата извадка, като се дава възможност за избор на цветовия модел, в който да се представи изображението на зърното.

Графичният потребителски интерфейс дава възможност стойностите на параметрите, използвани като критерии за разпознаване на царевични зърна интерактивно да се настройват, като се изчисляват от "обучаваща" извадка на конкретния вид зърна, т.е. интерфейсът може да бъде прилаган като универсално средство за класификация на различни сортове царевични зърна.

*Модул за диагностициране на заболяването розова фузариоза (Fusarium Moniliforme) (MAFM)*

Общият вид на графичния интерфейс на модула е представен на фиг. 4а.



Фиг. 4. Графичен потребителски интерфейс на модул MAFM (а); Информационен прозорец за царевича от самоопрашена линия 26А (б)

Модулът дава възможност за извличане на признаци за диагностициране на нов (неизследван до момента) сорт царевича и оценяването му, както и оценяването на сорт царевича, на който предварително са изчислени стойностите на признаците необходими за диагностицирането му. Предварително се изследва обучаваща извадка зърна от конкретния вид царевича. След това се изчисляват стойностите на информативните цветови и текстурни признаци за здравите и заразените зърна. Информативните признаци статистически се ранжират в низходящ ред по полезност, след което се определя необходимия брой зърна за формиране на тестовата извадка. Стойностите на цветовете им компоненти са представени в поле 2. Изчислените статистически оценки на цветовете признаци се визуализират се в поле 3. Ранжираните оценки на цветовете признаци се подреждат в низходящ ред, в поле 4. В поле 5 се визуализира необходимия брой семена за контролната извадка.

Диагностицирането на пробата царевични зърна може да се извършва по цветови, текстурни или комбинирани признаци. Резултатите се извеждат в конкретни информационни прозорци, като се визуализира броя на зърната за генералната извадка, положението, в което се изследва зърното, информативните признаци и подредбата им по информативност (фиг. 4б).

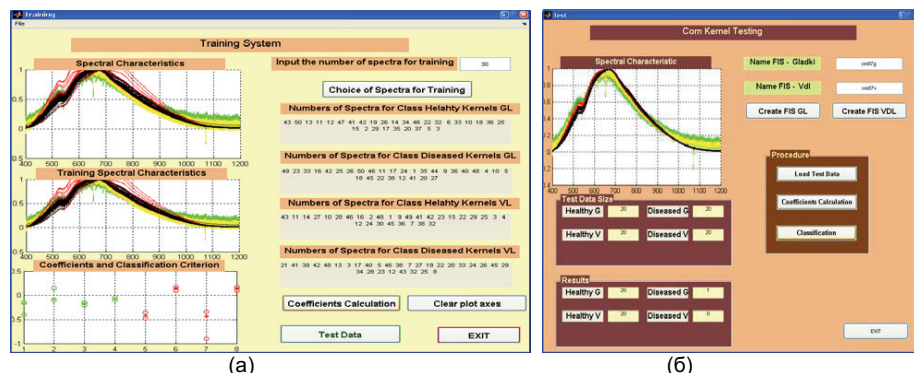
**Софтуерни приложения за неразрушително диагностициране на заболяването (*Fusarium spp.*) на царевични зърна, чрез анализ на спектралните им характеристики на дифузно отражение във видимата и близката инфрачервена област**

Разработен е графичен потребителски интерфейс, позволяващ диагностициране на заболяването (*Fusarium spp.*) на царевични зърна, чрез анализ на спектралните им характеристики на дифузно отражение [6]. Интерфейсът е изграден на модулен принцип и се състои от два модула: модул за обучение и изчисляване на входните променливи и модул за създаване на размити класификатори и тестването на данните от тестовите извадки.

Основните функционални възможности на интерфейса са:

- Въвеждане и визуализация на спектралните характеристики от файл;
- Възможност за избор на броя на данните, които ще се използват за обучение;
- Определяне и визуализация на данните, които ще се използват за обучение и създаване на класификаторите;
- Изчисляване на коефициентите на математични (AR) модели, описващи спектралните характеристики на дифузно отражение;
- Изчисляване на статистическите им характеристики и визуализацията им за входните променливи на класификатора;
- Тестване на създадените класификатори с данните от тестовата извадка.

Общият вид на графичния потребителски интерфейс на модула за обучение е представен на фиг. 5а, а на модула за тестване на данните на фиг. 5б.



Фиг. 4. Модул за обучение с данни за сорт царевица Кнежа 613 (а);  
Модул за тестване с данни за сорт царевица Кнежа 613 (б)

Алгоритъмът на работа на интерфейса позволява да се изгражда класификатор, базиран на Fuzzy логика при изследване на спектралните данни на царевичните зърна, който се състои от 2 входа за двата коефициента ( $A_1$  и  $A_{10}$ ) на математичния авторегресионен (AR) модел, който ги описва [1]. Потребителят има възможност да задава броя на данните от извадката, които да бъдат използвани за обучение. След като е въведен необходимия брой се реализира алгоритъма на Кенард и Стоун, чрез който се определят номерата на спектралните характеристики, които да бъдат включени в обучаващата извадка и тези, които да бъдат включени в тестовата извадка.

Поради това, че всеки сорт се изследва поотделно и самостоятелно е необходимо създаване на класификатор, съобразен с данните за всеки сорт. За

всеки сорт се създават по два класификатора, които се използват за класификация на данните, снети откъм гладката страна и откъм вдлъбнатата страна на зърното.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Разработени са графични потребителски интерфейси в програмната среда MATLAB® 7.1. За създаването им са използвани системните функции и инструментите на GUIDE Templates. Използва се възможността графичния потребителски интерфейс да се създаде и да се използва като самостоятелно приложение, независимо от устройството, на което е инсталиран.

Интерфейсите са изградени на модулен принцип и се състоят от два основни модула: модул за обучение и изчисляване на входните променливи и модул за създаване на класификатори и тестването на данните от тестовите извадки.

Използването на предложените графични интерфейси позволява съществено да се съкрати времето за диагностициране на царевичните зърна.

### **ЛИТЕРАТУРА**

[1] Daskalov P., V. Mancheva, Ts. Draganova, R. Tsonev, An approach for *Fusarium* diseased corn kernels recognition using linear discrete models, Agricultural science and technology, 2010, ISSN 1313-8820, vol. 2, number 2, pp. 90 – 95.

[2] Draganova Ts., P. Daskalov, R. Tsonev, Model of Software System for automatic corn kernels *Fusarium* (spp.) disease diagnostics, Proceedings of 14<sup>th</sup> WSEAS International Conference on COMPUTERS", Corfu island, Greece, July 23-25, 2010, pp. 362 – 367.

[3] MATLAB Function Reference. The MathWorks, Inc., January 2003.

[4] БДС 14852-79. Методи за определяне на пораженията от болести и неприятели на семенния материал. 1980.

[5] Даскалов, Пл. Подходи и методи за неразрушително диагностициране на заболяването Фузариум по царевични зърна. Научни трудове на Русенски Университет „Ангел Кънчев“, 2011 (под печат)

[6] Даскалов П., Ц. Драганова, П. Велева, Ст. Атанасова, Графичен потребителски интерфейс за моделиране и анализ на спектрални данни, Втора международна научна конференция “Бизнесът и развитието на регионите, селските райони-поглед към Европа 2020”, Тракийски университет, Стопански факултет, Ст. Загора, 23-24 юни 2011

[7] Драганова Ц., Р.Цонев, Пл. Даскалов. “Графичен Потребителски Интерфейс (GUI) в средата на MATLAB за оценяване качеството на царевични семена чрез анализ на визуалните им изображения.” Научни трудове на РУ”Ангел Кънчев”, 2005, с. 113-117.

### **За контакти:**

Доц. д-р инж. Пламен Иванов Даскалов, Катедра “Автоматика, информационна и управляваща техника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 668, e-mail: [daskalov@uni-ruse.bg](mailto:daskalov@uni-ruse.bg)

**Докладът е рецензиран.**