

## Оценяване влиянието на сортовата принадлежност при диагностициране на заболяването Фузариум на царевични семена със спектрален анализ и статистически подход

Пламен Даскалов, Цветелина Драганова, Виолета Манчева, Русин Цонев

**Assessment of corn variety influence to Fusarium disease diagnostic using spectral analysis and statistical approach:** Spectral analysis and statistical approach are present in the paper as tools for assessment of corn variety influence to Fusarium diagnostic. Soft independent modeling of class analogy (SIMCA) and discriminating power were used for informative wavelengths obtaining. The results show that the region from 300 to 600 nm of the near infrared spectra could be useful for Fusarium disease corn kernels recognition.

**Key words:** Corn kernels, Fusarium diagnostic, NIRS, SIMCA

### ВЪВЕДЕНИЕ

Оценяването на заболяването Фузариоза се извършва посредством анализ на външни [1,3] и вътрешни признаци [2,4], които възникват при заразяването на царевичните зърна (Фиг. 1). Оценката по външни признаци само не е достатъчна поради факта, че те не винаги се проявяват [5]. Поради това се използват вътрешните признаци за диагностициране на състоянието на царевичните зърна. Те се оценяват с използване на спектрален анализ във видимата и близката инфрачервена област. Изследват се промените, които настъпват в зърната, при които се променя и повърхността им (цвят и текстура) чрез измерване на дифузното им отражение.



Фиг. 1. Диагностициране на заболяването фузариоза по царевични зърна

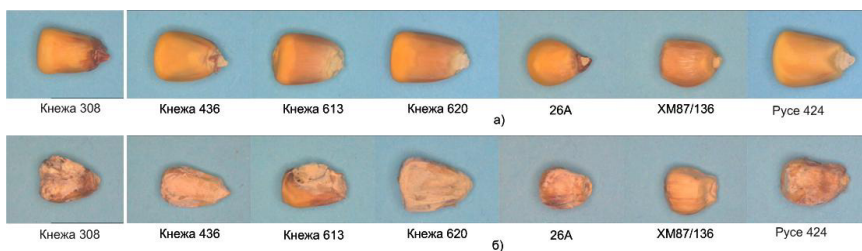
Влияние върху коефициентите на отражение би могло да окаже вида на царевичните зърна, както и годината им на производство.

Целта на статията е да се оцени влиянието на сортовата принадлежност на царевичните зърна върху спектралните им характеристики, респективно върху коефициентите им на дифузно отражение.

### МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

*Обекти на изследването*

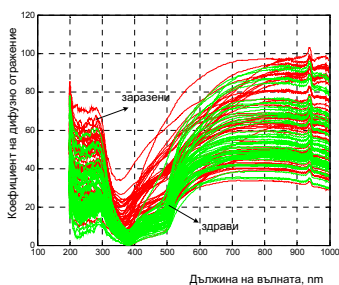
Изследват се царевични зърна от 7 сорта – А26, ХМ87, Кнежа – 308, Кнежа – 613, Кнежа – 620 и Русе – 424 (фиг. 2). Те са оценени от експерт и са предоставени от Института по царевица – гр. Кнежа. За всеки сорт са формирани по две извадки (наречени класове) – здрави и заразени от Фузариум царевични зърна.



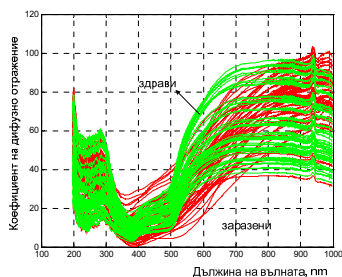
Фиг. 2. Здрави и заразени царевични зърна от сорт А26

#### Получаване на спектралните характеристики

Спектралните характеристики са получени посредством спектрофотометър на фирмата Ocean Optics. Диапазонът на измерване на коефициента на дифузно отражение е от 200 до 1000 nm. Спектралните характеристики за два от сортовете са представени на фиг. 3 и 4.



Фиг. 3 Спектрални характеристики на царевични зърна от сорт А26



Фиг. 4 Спектрални характеристики на царевични зърна от сорт XM 87

Спектралните характеристики за останалите пет сорта царевични зърна имат аналогична форма на представените характеристики на фиг. 3 и фиг. 4. Получените данни са много близки по форма и не може директно да се определи влиянието на сортовата принадлежност на царевичните зърна върху коефициентите на дифузно отражение, както и да се определят области от спектъра или конкретни дължини на вълните, които да не се влияят от вида на зърната.

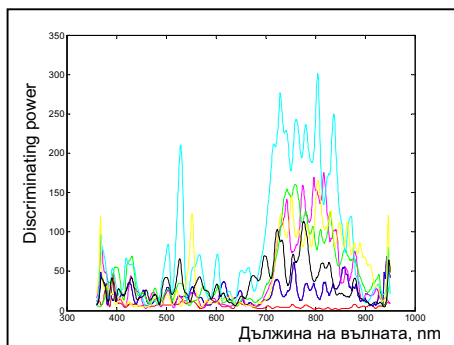
Поради това е необходимо да се извърши допълнителна обработка на данните като се използва подхода за моделиране на класовете по метода на подобие – SIMCA (Soft independence model of class analogy). Възможностите му за диагностициране на здрави и заразени царевични зърна са описани и представени в [6]. Тук ще се акцентира върху възможностите му относно оценка на влиянието на сортовата принадлежност на царевичните зърна върху спектралните им характеристики.

#### Обработка на спектралните данни

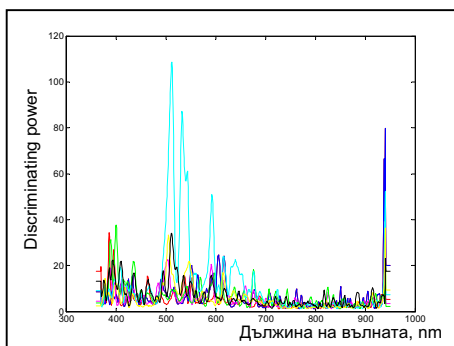
Спектралните характеристики на царевичните зърна предварително се обработват с функциите, заложили в софтуерния пакет Pirouette:

- първа производна
- втора производна
- изглаждане.

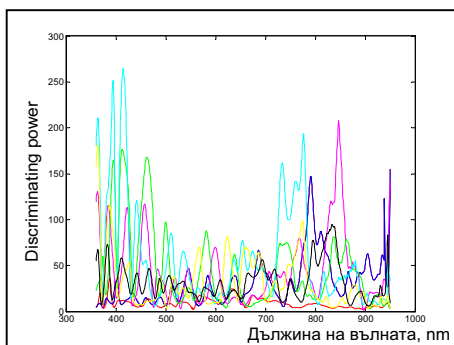
След като са обработени се изчислява параметъра *Discriminating power* с цел да се получат информативни дължини на вълните, значими за разделянето на двата класа зърна – здрави и заразени:



а)



б)



в)

Фиг. 5. Резултати за параметъра *Discriminating power* за три типа трансформации на спектралните характеристики: а) първа производна, б) втора производна, в) изглаждане

$$DP_j = \frac{1}{Q-1} \frac{\sum_{r=1}^Q \left( \hat{q}^e jr \right)^T \left( \hat{q}^e jr \right)}{\sum_{r=1}^Q \left( \hat{r}^e jr \right)^T \left( \hat{r}^e jr \right)}, \quad (1)$$

където: DP е параметъра *Discriminating power*;

$\hat{q}^e jr$  - вектор на остатъците;

r - клас здрави зърна;

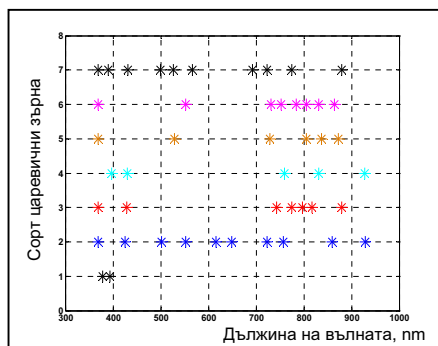
q - клас заразени зърна.

### Експериментални резултати

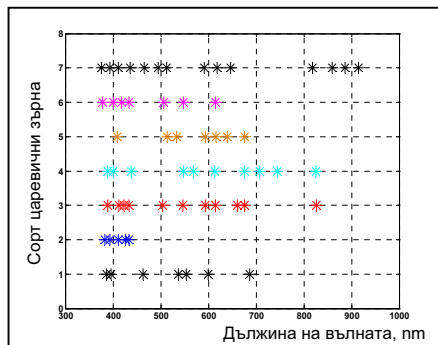
За получаване на информация за областите от електромагнитния спектър, които са специфични за двата класа зърна са използвани данните от тестовата извадка. Стойностите на параметъра *Discriminating power* за трите типа предварителни обработки върху спектралните данни за седемте сорта царевични зърна са представени съответно на фиг. 5. Този параметър е значим показател не само за области от спектъра. Максимумите на параметъра показват дължините на вълните, на които има съществена разлика между здрави и заразени царевични зърна.

Стойностите на информативните дължини на вълните за всеки сорт са представени на фиг. 6. Отново са получени стойностите им при трите типа предварителна обработка. Това се тества, за да се определи коя от обработките е целесъобразно да бъде използвана след това за оценяване на точността на разпознаване на здрави и заразени царевични зърна.

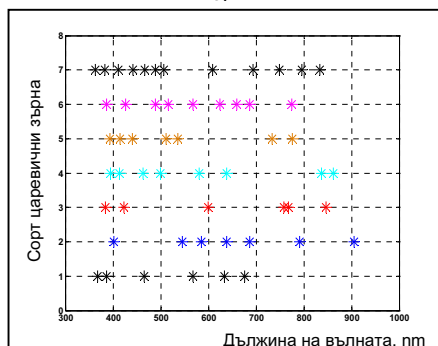
Получените резултати, обобщени в табл. 1, показват, че най – голям брой информативни дължини се получават при използване на втора производна. Изключение правят два от сортовете – ХМ 87 и Кнежа 620. За тях е целесъобразно да се използват съответно обработките – първа производна и изглаждане на данните.



а)



б)



в)

Фиг. 6. Информативни дължини на вълните за седемте сорта и трите типа трансформации на спектралните характеристики: а) първа производна, б) втора

Резултатите са представени и от гледна точка на брой съвпадащи сортове (фиг. 7) за основни дължини от електромагнитния спектър за интервала от 300 до 900 nm със стъпка 100 nm.

За дължина на вълната 300 nm независимост по отношение на сортовата принадлежност показва първата производна. С малка разлика от един сорт са останалите две обработки.

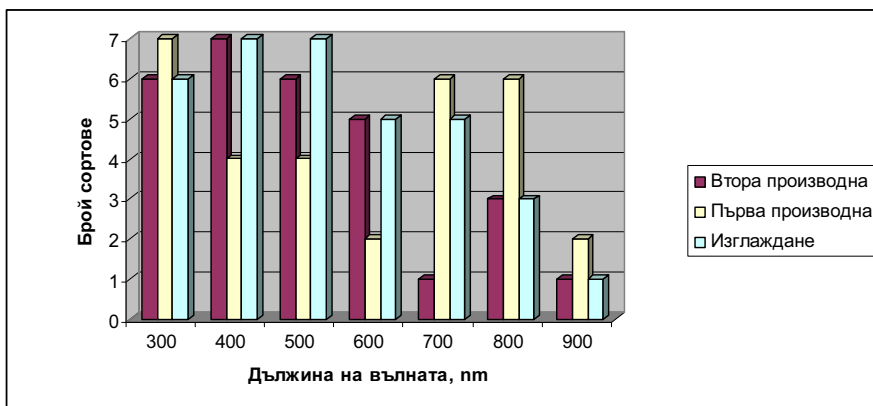
За дължина на вълната 400 nm двете обработки – втора производна и изглаждане имат еднаква тежест. Това се наблюдава и при 500 и 600 nm.

Първата производна би могла да се използва при дължини на вълните 700 и 800 nm. Дължина на вълната 900 nm не е целесъобразно да се използва при диагностициране на заболяването Фузариоза по царевични зърна.

Таблица 1

Брой на информативните дължини на вълните за всички сортове и за три типа обработка на спектралните

Сорт царевични зърна	Обработка на спектралните характеристики		
	Първа производна	Втора производна	Изглаждане
	Брой информативни дължини на вълните		
1 A26	2	7	6
2 XM 87	10	5	7
3 Кнежа 308	7	11	6
4 Кнежа 436	5	10	8
5 Кнежа 613	6	7	6
6 Кнежа 620	8	7	9
7 Русе 424	10	14	12



Фиг. 7. Брой съпадащи сортове за области от видимия и близкия инфрачервен спектър

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При използване на втора производна за обработка на спектралните характеристики се получават значителен брой информативни дължини на вълната, значими при диагностицирането на заболяването Фузариум по царевични зърна.

За дължини на вълната в областта около 300 nm се наблюдава независимост на обработката на данните от сортовата принадлежност при използване на първа производна, за останалите обработки разликата е минимална – един сорт.

За дължини на вълната в областта около 400 и 500 nm се наблюдава независимост на обработката на данните от сортовата принадлежност при използване на втора производна и изглаждане.

За дължини на вълната след 600 nm се увеличава влиянието на сортовата принадлежност върху броя на съпадащите сортове.

Изследването трябва да се продължи с цел установяване на конкретни дължини на вълните от получените области на видимия и близкия инфрачервен спектър, за да се намали броя на използваните признаци за диагностициране на заболяването.

### ЛИТЕРАТУРА

[1] Choudhary, R., J.Paliwal, D.S.Jayas, Classification of cereal grains using wavelet, morphological, colour, and textural features of non-touching kernel images. Biosystems Engineering, 2008, 330–337.

[2] Maghirang, E.B., F.E.Dowell, J.E.Baker, J.E.Throne, Automated detection of single wheat kernels containing live or dead insect using near-infrared reflectance spectroscopy. Transactions of the ASAE, 2003, 46, 1277–1282.

[3] Majumdar, S., D.S.Jayas, Classification of cereal grains using machine vision. IV. Morphology, color, and texture models. Transactions of the ASAE, 2000, 43, 1689–1694.

[4] Pimstein, A., A. Karnieli, D. Bonfil, Wheat and maize monitoring based on ground spectral measurements and multivariate data analysis, Journal of Applied Remote Sensing, 2007, Vol. 1, 1 – 16.

[5] Драганова, Ц., Изследване диагностицирането на заболяването фузариоза (*Fusarium spp.*) по царевични семена чрез използване на цифрови изображения и спектрални характеристики. Докторска дисертация, 2006.

[6] Манчева, В., Оценка възможностите за диагностициране на заболели от Фузариоза царевични семена чрез спектрален анализ и SIMCA метод, Научна конференция на РУ “А. Кънчев”, 2010, (под печат).

### **БЛАГОДАРНОСТ**

Изследванията са подкрепени по договор № **BG051PO001-3.3.04/28**, „Подкрепа за развитие на научните кадри в областта на инженерните научни изследвания и иновациите“. Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“ 2007-2013, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз“.

### **За контакти:**

гл. ас. д-р Цветелина Димитрова Драганова, Катедра “Автоматика, информационна и управляваща техника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 668, e-mail: [cgeorgieva@uni-ruse.bg](mailto:cgeorgieva@uni-ruse.bg)

**Докладът е рецензиран.**