



РАЗРАБОТВАНЕ НА СИСТЕМА ЗА МОНИТОРИНГ  
НА КАЧЕСТВОТО НА ПЛОДОВЕ И ЗЕЛЕНЧУЦИ

**ПРОЕКТ 2017-ФЕЕА-01**

**Тема на проекта:**  
Разработване на система за мониторинг на качеството на плодове и зеленчуци

**Ръководител:**  
доц. д-р Тsvetelina Georgieva

**Работен колектив:**  
проф. П. Даскалов, доц. Д. Иванова, доц. д-р инж. В. Стоянов, д-р Ст. Пенчев, глас. Н. Вълков, д-р М. Денков, маг. Б. Гази, маг. Д. Петков, маг. Д. Тачев, маг. Н. Паскова, маг. Д. Илиева, В. Валков, Г. Тодоров, С. Стоянов

**Адрес:** 7017 Русе, ул. „Студентска“ 8, Русенски университет „Ангел Кънчев“  
**Тел.:** 082 - 888 668  
**E-mail:** cgeorgieva@uni-ruse.bg

**Цел на проекта:**  
Разработване на система за мониторинг на качеството на плодове и зеленчуци базирана на анализ на цветови характеристики на обектите.

**Основни задачи:**  
Разработване на web базирана мобилна система за мониторинг качеството на растежа на домати и на процеса на сушене на кайсии. Дефиниране и изследване на цветови признаци за определяне липсата на микро/макроелементите на растениа домати. Дефиниране на основни фактори, определящи качество на сушени плодове и предложен критерий за оценка качество на сушени кайсии. Разработване на критерии и процедури, и създаване на интелигентни класификатори за класификация на растениа и сушени плодове. Експериментална оценка точността на разработените процедури и анализ на получените резултати.

**Основни резултати:**  
Разработана web базирана мобилна система за мониторинг качеството на растежа на домати и на процеса на сушене на кайсии. Дефиниране и изследване на цветови признаци за определяне липсата на микро/макроелементите на растениа домати. Дефиниране на основни фактори, определящи качество на сушени плодове и предложен критерий за оценка качество на сушени кайсии. Разработване на критерии, процедури и интелигентни класификатори за класификация на растениа и сушени кайсии. Експериментално е оценена точността на разработените процедури и е направен анализ на получените резултати.

**Публикации:**  
1. Пенчев Ст., Определение на информативни честоти при оценката на пряснотата на проби от сирене посредством спектрален анализ, XXV Международен симпозиум „Управление на енергийни, индустриални и екологични системи“, 2017г., Баня, стр. 105 – 108.  
2. Денков М., Система за формиране на хиперспектрални изображения, XXV Международен симпозиум „Управление на енергийни, индустриални и екологични системи“, 2017г., Баня, стр. 109 – 112.  
3. Атанасов С., П. Даскалов, Наблюдение на времето за усояване на попълната вода при индиректни домати наследдени на база колориметрични измервания на листата, СНС, Русенски университет „Ангел Кънчев“, 2017, стр. 62 – 68.  
4. Иванова Д., N. Valov, I. Valova, D. Stefanova, Optimization of Convective Drying of Apricots, TEM Journal, Volume 6, Issue 3, Pages 572-577, ISSN 2217-8309, DOI: 10.18421/TEM63-19, August 2017.

**Други:**

**АНОТАЦИЯ**

В предложеният проект е разработена система за мониторинг на качеството на плодове и зеленчуци базирана на анализ на цветови характеристики на обектите.

В резултат на извършените в рамките на проекта теоретични и експериментални изследвания са получени следните основни резултати:

- Разработена е web базирана мобилна система за мониторинг качеството на растежа на домати и на процеса на сушене на кайсии.
- Дефинирани и изследвани са цветови признаци за определяне липсата на микро/макроелементите на растениа на домати.
- Дефинирани са основните фактори, определящи качество на сушени плодове.
- Предложен е критерий за оценка качество на сушени кайсии.
- Разработени са критерии, процедури и интелигентни класификатори за класификация на растениа на домати и сушени кайсии.
- Експериментално е оценена точността на разработените процедури и е направен анализ на получените резултати.

Основните резултати по проекта са докладвани на следните научни форуми:

- Международен симпозиум „Управление на енергийни, индустриални и екологични системи“
- Студентска научна сесия към Русенски университет „Ангел Кънчев“
- TEM JOURNAL - Technology, Education, Management, Informatics.

Разработените програми GUI на MATLAB и в LabView ще се използват в учебния процес по дисциплините „Контрол на качеството“, „Разпределени измервателни системи“ и „Индустриални мрежи в системите за компютърно управление“ на специалността Компютърно управление и автоматизация в ОКС „Бакалвър“ и ОКС „Магистър“.

**PROJECT 2017-FEEA-01**

**Project title:**  
Development of a system for fruit and vegetables quality monitoring.

**Project director:**  
Assoc. Prof. Tsvetelina Georgieva, PhD

**Project team:**  
Prof. Plamen Ivanov Daskalov, PhD, Assoc. Prof. Donka Ivanova, PhD, Assoc. Prof. V. Stoyanov, PhD, St. Penchev, PhD, N. Valov, PhD, M. Dejanov, PhD, Msc B. Gaazi, Msc D. Petkov, Msc D. Tachev, Msc N. Paskova, Msc D. Ilieva, V. Velikov, G. Todorov, S. Stoyanov

**Address:** University of Ruse, 8 Studentska str., 7017 Ruse, Bulgaria  
**Phone:** +359 82 - 888 668  
**E-mail:** cgeorgieva@uni-ruse.bg

**Project objective:**  
Development of system for fruit and vegetables quality monitoring based on color characteristics analysis of the objects.

**Main activities:**  
Development of web based mobile system for monitoring the quality of tomato growth and apricot drying process. Defining and testing of colour features to determine the deficiency of tomato plants micro/macroelements. Defining of main factors to determine the quality of dried fruit and proposal of criterion for the quality evaluation of dried apricots. Development of criteria, procedures and intelligent classifiers for classification of plants and dried fruits. Experimentally evaluation the accuracy of the developed procedures and analysis of the obtained results.

**Main outcomes:**  
Web based mobile system for monitoring the quality of tomato growth and apricot drying process is developed. Colour features to determine the deficiency of tomato plants micro/macroelements are defined and tested. Main factors to determine the quality of dried fruit are defined and the criterion for the quality evaluation of dried apricots is proposed. Criteria, procedures and intelligent classifiers for classification of plants and dried fruits are developed. The accuracy of the developed procedures was evaluated experimentally and an analysis of the obtained results was carried out.

**Publications:**  
Penchev S., Determination of Informative Frequencies in the Estimation of the Freshness of Cheese Specimens by Spectral Analysis, XXV International Symposium "Management of Energy, Industrial and Environmental Systems", 2017, Bankya, pp.105-108.  
Dayanov M., Hyperspectral Image Formation System, XXV International Symposium "Management of Energy, Industrial and Environmental Systems", 2017, Bankya, pp.109 - 112.  
Atanasov S., P. Daskalov, Observation of irrigation time for irrigation of indigenous tomato plants based on colorimetric measurements of the leaves, Science conference of University of Ruse, 2017, pp. 62 - 68.  
Ivanova D., N. Valov, I. Valova, D. Stefanova, Optimization of Convective Drying of Apricots, TEM Journal, Volume 6, Issue 3, Pages 572-577, ISSN 2217-8309, DOI: 10.18421/TEM63-19, August 2017.

**Others:**

**ОБЕКТИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО - РАСТЕНИЯ НА ДОМАТИ И СУШЕНИ КАЙСИИ**

**Реакция на растениа при липса на микро и макро елементи**

**Относителна усвояемост на хранителни елементи от растениа според pH на почвата**

**Таблица 1. Класификация на почви по киселинност**

**Таблица 2. Класификация на почви по соленост**

**Таблица 3. Фактори, определящи качеството на сушените плодове**

Сушените кайсии съдържат витамините B2, B3, B9 и E, витамин С и са отличен източник на провитами А (β-каротин).

**СИСТЕМА ЗА МОНИТОРИНГ НА РАСТЕЖА НА ДОМАТИ И ПРОЦЕСА НА СУШЕНЕ КАЙСИИ**

**Компоненти на системата**

- Сензор за измерване на почвена влажност
- Микроконтролер Ардуино Уно
- Цветна цифрова камера
- Сензор за измерване на електропроводимост на почва
- Сензор за измерване на киселинност на почва

**Експериментална сушилна камера за сушене на кайсии**

**ГРАФИЧЕН ПОТРЕБИТЕЛСКИ ИНТЕРФЕЙС ЗА АНАЛИЗ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ НА РАСТЕНИЯ НА ДОМАТИ И СУШЕНИ КАЙСИИ**

**Общ вид на графичния потребителски интерфейс**

**Диалогов прозорец 'Teaching'**

**Избор на файл за анализ**

**Класификационна вероятностна невронна мрежа, вградена в разработения интерфейс**

**Визуализация на информацията от сензорите**

**Изображения на листа на растениа на домати, използвани в експериментите**

**Таблица 4. Резултати от експериментално тестване на разработените процедури за оценяване на растениа на домати**

Вид на листата	Разпознати листа, %		
	Lab	HSV	Lab+HSV
здрав	90	85	95
болни	85	80	95

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ ОТ ОКАЧЕСТВЯВАНЕ НА СУШЕНИ КАЙСИИ**

**Таблица 5. Стойности на цветовете параметри на сушени кайсии**

ПЛОД	T	v	T, °C	v, m/s	β-с.	Vit. C	L*	a*	b*	ΔE
1	-1	-1	50	0.5	24	5.28	30.2	6	9	57.77
2	-1	0	50	1.25	26	7.2	34.4	9.7	9.6	54.68
3	-1	1	50	2	26	8.54	37.8	10.3	10.2	52.16
4	0	-1	65	0.5	29	5.06	41.2	12.2	25.1	39.01
5	0	0	65	1.25	30	6.05	43.8	12.8	24.8	37.52
6	0	1	65	2	31	6.78	43.4	12.6	24.6	37.9
7	1	-1	80	0.5	35	4.75	35.2	11.9	21	46.08
8	1	0	80	1.25	35	4.4	36.5	12.2	22.2	44.37
9	1	1	80	2	37	4.4	36.4	12.4	21.8	44.73

**Модел, описващ загубите на цвят в сушените кайсии:**  
 $\Delta E = 283.3708 - 7.1650T - 1.7929v + 0.0526T^2$

**Модел, описващ зависимостта на съдържанието на каротин в сушени кайсии от температурата и скоростта на сушилния агент:**  
 $\beta = 15.3332 + 0.0555T + 1.3333v + 0.0022T^2$

**Модел, за предсказване съдържанието на витамин С в сушени кайсии в зависимост от температурата и скоростта на сушилния агент:**  
 $C = 3.6085 + 0.0173T + 6.2433v - 0.0802T^2$

**РЕЗУЛТАТИ ОТ ОПТИМИЗАЦИЯ НА ПРОЦЕСА НА СУШЕНЕ НА КАЙСИИ**

**Оптимални стойности на температурата и скоростта на сушилния агент, осигуряващи зададено качество на готовия продукт**

**Таблица 6. Оптималните стойности на температурата и скоростта на сушилния агент**

w <sub>1</sub>	w <sub>2</sub>	w <sub>3</sub>	T	v	t <sub>d</sub>	E
0.25	0.25	0.5	55.2	2	456.72	3.56
0.25	0.5	0.25	67.8	2	426.32	4.86
0.5	0.25	0.25	61.8	2	439.96	4.26
0.333	0.333	0.333	60	2	444.34	4.07

Получените оптимални стойности на параметрите на сушилния агент при различни критерии са:

- при критерий качество на готовата продукция, отчитащ загуба на цвят, съдържание на β каротин и съдържание на витамин С - T = 60°C и v = 2 m/s;
- качество на готовата продукция и времетраене на процеса - T = 67.5°C и v = 2 m/s;
- качество на готовата продукция и разход на енергия, необходима за реализиране на процеса - T = 71.8°C и v = 0.5 m/s.

Оптималните стойности на температурата и скоростта на сушилния агент при равностойности критерии за качество на готовия продукт, времетраене на процеса и минимална стойност на енергията за реализирането му са T = 63.5°C и v = 0.5 m/s.