

**СДРУЖЕНИЕ "НАУЧНО-  
ТЕХНИЧЕСКИ СЪЮЗИ  
С ДОМ НА НАУКАТА И  
ТЕХНИКАТА - ПЛОВДИВ"**

**ASSOCIATION SCIENCE AND  
TECHNOLOGY UNIONS AND  
HOUSE OF SCIENCE AND  
TECHNIQUE - PLOVDIV**



**СБОРНИК**

**PROCEEDINGS**

на докладите

of

от

**НАЦИОНАЛНА НАУЧНО-  
ТЕХНИЧЕСКА КОНФЕРЕНЦИЯ  
С МЕЖДУНАРОДНО  
УЧАСТИЕ**

**NATIONAL  
SCIENTIFIC CONFERENCE  
WITH INTERNATIONAL  
PARTICIPATION**

***ЕКОЛОГИЯ И  
ЗДРАВЕ***

***ECOLOGY AND  
HEALTH***

**28 - 29 април 2022 година**

**28 - 29 April 2022**

Пловдив

Plovdiv

**ISSN 2367- 9530**

**ISSN 2367- 9530**

*Публикувано на:*

*Published at:*

<http://hst.bg/bulgarian/conference.htm>

<http://hst.bg/bulgarian/conference.htm>

## **ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ**

### **Председател:**

проф. д-р Христо Бозуков

### **Зам. председател:**

доц. д-р инж. Светозар Нейков

### **Членове:**

проф. д.с.н. Красимир Иванов

проф. д-р Благой Маринов

проф. д-р Заря Ранкова

проф. д-р инж. Йорданка Алексиева

проф. д-р Мирослав Михов

проф. д-р Тодорка Петрова

проф. д-р Хриска Ботева

доц. д-р Атанаска Тенева

доц. д-р Валентина Петкова

доц. д-р Веселина Машева

доц. д-р Екатерина Вълчева

доц. д-р Петър Чавдаров

доц. д-р инж. Снежана Иванова

доц. д-р инж. Христо Спасов

## **ПРОГРАМЕН КОМИТЕТ**

### **Съпредседатели:**

проф. д-р Мариана Мурджева, дм, мзм

проф. д-р инж. Георги Сомов

### **Членове:**

проф. д.н. инж. Галин Иванов

проф. д-р инж. Иван Янчев

проф. д-р Мариана Иванова

доц. д-р Владимир Андонов, дм

доц. д-р Калинка Кузмова

### **Организационни секретари:**

маг. инж. Лилия Жекова

маг. Ваня Младенова

## **ORGANIZING COMMITTEE**

### **Chairman:**

Prof.Hristo Bozukov, PhD

### **Vice Chairmen:**

Assoc. Prof. Eng. Svetozar Neykov, PhD

### **Members:**

Prof. DSc. Krasimir Ivanov

Prof. Blagoi Marinov, MD, PhD

Prof. Zarya Rankova, PhD

Prof. Eng.Yordanka Alexieva,PhD

Prof. Miroslav Mihov, PhD

Prof. Todorka Petrova, PhD

Prof. Hriska Boteva, PhD

Assoc. Prof. Atanaska Teneva PhD

Assoc. Prof. Valentina Petkova, PhD

Assoc. Prof. Veselina Masheva, PhD

Assoc. Prof. Eksterina Valcheva, PhD

Assoc. Prof. Petar Chavdarov ,PhD

Assoc. Prof. Eng. Snezhana Ivanova, PhD

Asoc. Prof. Eng. Hristo Spasov, PhD

## **PROGRAM COMMITTEE**

### **Co-Chairmen:**

Prof. Marianna Murdjeva, MD, PhD

Prof. Eng. Georgi Somov, PhD

### **Members:**

Prof. DSc. Eng. Galin Ivanov

Prof. Eng. Ivan Yanchev, PhD

Prof. Mariana Ivanova, PhD

Asoc. Prof. Vladimir Andonov, MD, PhD

Asoc. Prof. Kalinka Kuzmova, PhD

### **Organizational secretaries:**

Master eng. Liliya Zhekova

Master . Vanya Mladenova

## „ЕКОЛОГИЯ и ЗДРАВЕ“ 2022 - пролет

### І-ва секция ЗЕМЕДЕЛИЕ

*Модератор: проф. д-р Христо Бозуков*

- I.1. ХИМИЧЕН КОНТРОЛ НА ЗАПЛЕВЕЛЯВАНЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВО НА БАДЕМИ ВЪРХУ ВЕГЕТАТИВНАТА ПОДЛОЖКА GF 677**  
ЗАРЯ РАНКОВА, МИРОСЛАВ ТИТЯНОВ  
**CHEMICAL WEED CONTROL IN THE PRODUCTION OF ALMOND PLANTING MATERIAL ON THE VEGETATIVE ROOTSTOCK GF 677**  
ZARYA RANKOVA, MIROSLAV TITYANOV..... 6
- I.2. МЕТОДИКА ЗА ПОЛУЧАВАНЕ НА ДАННИ ПРИ ОТГЛЕЖДАНЕ НА ЗЕМЕДЕЛСКА ПРОДУКЦИЯ ОТ МОБИЛНА СЕНЗОРНА СТАНЦИЯ**  
НИКОЛАЙ КОМИТОВ, ДИМИТЪР РАЗПОПОВ  
**METHODOLOGY FOR OBTAINING DATA WHEN GROWING AGRICULTURAL PRODUCTION FROM A MOBILE SENSOR STATION**  
NIKOLAY KOMITOV, DIMITAR RAZPOPOV..... 11
- I.3. МЕТОД ЗА ПОЛУИЗКУСТВЕНО РАЗМНОЖАВАНЕ НА ЕВРОПЕЙСКИ СОМ (SILURUS GLANIS L.) ЧРЕЗ ПРИЛАГАНЕ НА ИЗКУСТВЕНИ ГНЕЗДА – ПИРАМИДИ**  
ВАСИЛКА КРЪСТЕВА  
**METHOD FOR SEMI - ARTIFICIAL PROPAGATION OF EUROPEAN CATFISH (SILURUS GLANIS L.) USING ARTIFICIAL PYRAMID NESTS**  
VASILKA KRASTEVA..... 16

### ІІ-ра секция МЕДИЦИНА

*Модератор: доц. д-р Владимир Андонов, дм*

- ІІ.1. КРЪВОИЗЛИВ СЛЕД ЧЕРНОДРОБНА БИОПСИЯ - АКТИВНО ПРОСЛЕДЯВАНЕ ЧРЕЗ КОНТРАСТ - УСИЛЕНА ЕХОГРАФИЯ: КЛИНИЧЕН СЛУЧАЙ**  
НИКОЛА БОЯНОВ, НИКОЛАЙ СТОЙНОВ, КАТИНА ЩЕРЕВА, КАТЕРИНА МАДЖАРОВА, ДАЯНА ИВАНОВА, АСЕН ЙОТОВСКИ, ИВАН ЯНКОВ  
**POST - BIOPSY HEMORRHAGE OF THE LIVER - ACTIVE FOLLOW UP WITH CONTRAST - ENHANCED ULTRASOUND: CASE REPORT**  
NIKOLA BOYANOV, NIKOLAY STOYNOV, KATINA SHTEREVA, KATERINA MADZHAROVA, DAYANA IVANOVA, ASEN YOTOVSKI, IVAN YANKOV..... 21
- ІІ.2. ЕРХПГ И МЯСТОТО И ПРИ ДИАГНОСТИКАТА И ЛЕЧЕНИЕТО НА ЧЕРНОДРОБНАТА ЕХИНОКОКОЗА**  
НИКОЛА БОЯНОВ, ДАЯНА ИВАНОВА, КАТИНА ЩЕРЕВА, НЕНО ШОПОВ, КАТЕРИНА МАДЖАРОВА, НИКОЛАЙ СТОЙНОВ, АСЕН ЙОТОВСКИ  
**ERCP AND ITS SIGNIFICANCE IN DIAGNOSIS AND TREATMENT OF LIVER ECHINOCOCCOSIS**  
NIKOLA BOYANOV, DAYANA IVANOVA, KATINA SHTEREVA, NENO SHOPOV, KATERINA MADZHAROVA, NIKOLAY STOYNOV, ASEN YOTOVSKI..... 24
- ІІ.3. ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ НА ЧЕРНОДРОБЕН АБСЦЕС. КЛИНИЧЕН СЛУЧАЙ**  
НИКОЛА БОЯНОВ, КАТЕРИНА МАДЖАРОВА, КАТИНА ЩЕРЕВА, АЛЕКСАНДЪР БАЛАБАНСКИ, НИКОЛАЙ СТОЙНОВ, ДАЯНА ИВАНОВА, АСЕН ЙОТОВСКИ  
**HEPATIC ABSCESS: DIAGNOSIS AND MANAGEMENT CASE REPORT**  
NIKOLA BOYANOV, KATERINA MADZHAROVA, KATINA SHTEREVA, ALEKSANDAR BALABANSKI, NIKOLAI STOYNOV, DAYANA IVANOVA, ASEN YOTOVSKI..... 27

<b>II.4.</b>	<b>КЛИНИЧЕН СЛУЧАЙ НА ЦЕНКЕРОВ ДИВЕРТИКУЛ СЪПЪТСТВАЩ АХАЛАЗИЯ. ЛЕЧЕНИЕ ЧРЕЗ РОЕМ И СЕПТОТОМИЯ НА ЦЕНКЕРОВИЯ ДИВЕРТИКУЛ</b> НИКОЛА БОЯНОВ, КАТИНА ЩЕРЕВА, АСЕН ЙОТОВСКИ, КАТЕРИНА МАДЖАРОВА, НИКОЛАЙ СТОЙНОВ, ДАЯНА ИВАНОВА, ИВАН ЯНКОВ <b>A RARE COMBINATION OF ACHALASIA AND ZENKER DIVERTICULUM TREATED WITH ROEM AND SEPTOTOMY: CASE REPORT</b> NIKOLA BOYANOV, KATINA SHTEREVA, ASEN YOTOVSKI, KATERINA MADZHAROVA, NIKOLAI STOYNOV, IVAN YANKOV.....	<b>31</b>
--------------	--	-----------

### III-та секция

## **ХРАНИ И ХРАНИТЕЛНИ ТЕХНОЛОГИИ**

*Модератор: проф. д-р инж. Георги Сомов*

<b>III.1.</b>	<b>ПОДХОДИ ЗА НАМАЛЯВАНЕ СЪДЪРЖАНИЕТО НА СОЛ В СИРЕНЕ</b> АЛЕКСАНДЪР БАЛАБАНОВ, ГАЛИН ИВАНОВ <b>APPROACHES TO REDUCE SALT CONTENT IN CHEESE</b> ALEXANDER BALABANOV, GALIN IVANOV.....	<b>34</b>
<b>III.2.</b>	<b>ТИМОЛ И КАРВАКРОЛ – ОСНОВНИ КОМПОНЕНТИ НА РАЗЛИЧНИ ЕТЕРИЧНИ МАСЛА: КРАТЪК ОБЗОР</b> АНТОН ЛАЗАРОВ, ВАНЯ ГАНДОВА, АЛБЕНА СТОЯНОВА <b>THYMOL AND CARVACROL – MAIN COMPOUNDS OF DIFFERENT ESSENTIAL OILS: BRIEF OVERVIEW</b> ANTON LAZAROV, VANIA GANDOVA, ALBENA STOYANOVA.....	<b>40</b>
<b>III.3.</b>	<b>МОНОТЕРПЕНОВИТЕ КИСЛОРОДНИ ПРОИЗВОДНИ – ОСНОВНИ АРОМАТИЧНИ ВЕЩЕСТВА В ЕТЕРИЧНИ МАСЛА ОТ РОД МЕНТНА: КРАТЪК ОБЗОР</b> ИВАН ИЛИЕВ, ВАНЯ ГАНДОВА, АЛБЕНА СТОЯНОВА <b>OXYGENATED MONOTERPENES – THE MAIN AROMATIC SUBSTANCES IN ESSENTIAL OILS FROM GENUS MENTHA: BRIEF OVERVIEW</b> IVAN ILIEV, VANIA GANDOVA, ALBENA STOYANOVA.....	<b>44</b>
<b>III.4.</b>	<b>ИЗСЛЕДВАНЕ ВЪЗМОЖНОСТА ЗА ОСМОТИЧНО СУШЕНЕ НА ЧЕРВЕНО ЦВЕКЛО (BETA VULGARIS)</b> БАТБОЛД ЗОЛЖАРГАЛ, ПАВЕЛ КОСТОВ, ХРИСТО ХРИСТОВ, НИКОЛАЙ ПЕНОВ <b>STUDY ON THE POSSIBILITY OF OSMOTIC DRYING OF BEETROOT (BETA VULGARIS)</b> BATBOLD ZOLJARGAL, PAVEL KOSTOV, HRISTO HRISTOV, NIKOLAY PENOV.....	<b>48</b>
<b>III.5.</b>	<b>ИЗСЛЕДВАНЕ КИНЕТИКАТА НА НИСКОТЕМПЕРАТУРНО ТЕРМОПОМПЕНО СУШЕНЕ НА ОСМОТИЧНО ДЕХИДРАТИРАНО ЧЕРВЕНО ЦВЕКЛО (BETA VULGARIS)</b> БАТБОЛД ЗОЛЖАРГАЛ, ПАВЕЛ КОСТОВ, ХРИСТО ХРИСТОВ, НИКОЛАЙ ПЕНОВ <b>INVESTIGATING THE KINETICS AT LOW TEMPERATURE HEAT PUMP DRYING OF OSMOTIC DEHYDRATED BEETROOT (BETA VULGARIS)</b> BATBOLD ZOLJARGAL, PAVEL KOSTOV, HRISTO HRISTOV, NIKOLAY PENOV.....	<b>54</b>
<b>III.6.</b>	<b>ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ВЛАГАНЕ НА СУШЕНИ ИЛИ ЗАМРАЗЕНИ ДРОГИ В МЕД И ПАСТИЛИ</b> АЛБЕНА ПЪРЖАНОВА, СТЕФАНИ ЦАНЕВА, ВЕЛИЧКА ЯНАКИЕВА, ЕЛЕОНОРА СТАМЕНОВА, ИВЕЛИНА ВАСИЛЕВА, СНЕЖАНА ИВАНОВА <b>POSSIBILITIES FOR USING DRIED OR FROZEN DRUGS IN HONEY AND PASTILES</b> ALBENA PARZHANOVA, STEFANI TSANEVA, VELICHKA YANAKIEVA, IVELINA VASILEVA, ELEONORA STAMENOVA, SNEZHANA IVANOVA.....	<b>60</b>
<b>III.7.</b>	<b>THERMODYNAMIC STUDY OF THE COPIGMENTTATION EFFECT OF CYANIDIN 3-GALACTOSIDE WITH CAFFEIC ACID</b> ИВАЛИНА ПЕТРОВА <b>ТЕРМОДИНАМИЧНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА КОПИГМЕНТАЦИОННИЯ ЕФЕКТ НА ЦИАНИДИН 3-ГАЛАКТОЗИД С КАФЕЕНА КИСЕЛИНА</b> ИВАЛИНА ПЕТРОВА.....	<b>68</b>

<b>III.8.</b>	<b>ПРОУЧВАНЕ ОБЩАТА ПРОЯВА НА КАЧЕСТВО НА ГРЪЦКИ ТЮТЮНИ, ПРОИЗВЕДЕНИ В МАКЕДОНСКА ТЮТЮНЕВА ОБЛАСТ</b> ВИОЛЕТА НИКОЛОВА, НИКОЛАЙ НИКОЛОВ, СИЛВИЯ ПЕЕВА <b>STUDY OF THE GENERAL PERFORMANCE OF THE QUALITY OF GREEK TOBACCO PRODUCED IN THE MACEDONIAN TOBACCO AREA</b> VIOLETA NIKOLOVA, NIKOLAY NIKOLOV, SILVIA PEEVA.....	<b>74</b>
---------------	---	-----------

<b>III.9.</b>	<b>ВЛИЯНИЕ НА МАСАТА НА РУО ТЮТЮНИТЕ ВЪРХУ СЪДЪРЖАНИЕТО НА ЕМИСИИ В ДИМА</b> СИЛВИЯ ПЕЕВА, НИКОЛАЙ НИКОЛОВ, ВИОЛЕТА НИКОЛОВА <b>INFLUENCE OF RUO TOBACCO'S MASS ON THE SMOKE EMISSIONS CONTENT</b> SILVIA PEEVA, NIKOLAY NIKOLOV, VIOLETA NIKOLOVA.....	<b>81</b>
---------------	--	-----------

#### IV-та секция

### **УРБАНИЗАЦИЯ И ОКОЛНА СРЕДА**

*Модератор: доц. д-р инж. Пепо Йорданов*

<b>IV.1.</b>	<b>ВЪЗМОЖНИ ПЪТИЩА ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ В ТРАНСПОРТА</b> АСЕН АСЕНОВ <b>POSSIBLE WAYS TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY IN THE TRANSPORT</b> ASEN ASENOV.....	<b>86</b>
<b>IV.2.</b>	<b>АНАЛИЗ НА НАДЕЖНОСТТА НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ПРЕВОЗНИ СРЕДСТВА В УСЛОВИЯТА НА ГРАДСКИ ПЪТНИЧЕСКИ ТРАНСПОРТ</b> МИХАИЛ МИЛЧЕВ <b>ANALYSIS OF THE RELIABILITY OF ELECTRIC VEHICLES USED BY URBAN PASSENGER TRANSPORT</b> MIHAIL MILCHEV.....	<b>94</b>
<b>IV.3.</b>	<b>ОРГАНИЗАЦИЯ НА РАБОТАТА ВЪВ СРЕДНО ГОЛЯМА ТРАНСПОРТНА ФИРМА</b> ДИМИТЪР ГРОЗЕВ, ИВАН БЕЛОЕВ <b>ORGANIZATION OF WORK IN A MEDIUM-SIZED TRANSPORT COMPANY</b> DIMITAR GROZEV, IVAN BELOEV.....	<b>99</b>
<b>IV.4.</b>	<b>ПОДОБРЯВАНЕ ПОДГОТОВКАТА НА КАНДИДАТИТЕ ЗА ВОДАЧИ НА МПС</b> АСЕН АСЕНОВ <b>IMPROVING THE TRAINING OF CANDIDATES FOR DRIVERS OF MOTOR VEHICLES</b> ASEN ASENOV.....	<b>104</b>
<b>IV.5.</b>	<b>СЪЗДАВАНЕ НА ЗЕЛЕНА ВЕРИГА ЗА ДОСТАВКА НА ПРАТКИ</b> ВАЛЕРИ ГАМОЗОВ, ДИМИТЪР ЕСКИДАРОВ <b>ESTABLISHMENT OF A GREEN CHAIN FOR THE DELIVERY OF SMALL PARCELS</b> VALERI GAMOZOV, DIMITAR ESKIDAROV.....	<b>112</b>
<b>IV.6.</b>	<b>РЕЛЕВАНТНОСТ НА СЪДЪРЖАНИЕТО НА УЧЕБНАТА ДОКУМЕНТАЦИЯ ЗА ПОДГОТОВКА НА ВОДАЧИ ОТ КАТЕГОРИЯ „В” НА ДЪРЖАВНИТЕ ДОКУМЕНТИ, РЕГЛАМЕНТИРАЩИ ТОВА ОБУЧЕНИЕ</b> НИКОЛАЙ ПАУНОВ <b>RELEVANCE OF THE CONTENT OF THE TRAINING DOCUMENTATION FOR PREPARATION OF DRIVERS OF CATEGORY "B" OF THE STATE DOCUMENTS REGULATING THIS TRAINING</b> NIKOLAY PAUNOV.....	<b>117</b>
<b>IV.7.</b>	<b>ДИФУЗИЯ НА КОВИД 19 В ЕВРОПЕЙСКОТО ЦИВИЛИЗАЦИОННО ПРОСТРАНСТВО</b> НИКОЛАЙ ИВАНОВ <b>DIFFUSION OF COVID 19 IN THE EUROPEAN CIVILIZATION AREA</b> NIKOLAY IVANOV.....	<b>124</b>

# ХИМИЧЕН КОНТРОЛ НА ЗАПЛЕВЕЛЯВАНЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВО НА БАДЕМИ ВЪРХУ ВЕГЕТАТИВНАТА ПОДЛОЖКА GF 677

ЗАРЯ РАНКОВА<sup>1\*</sup>, МИРОСЛАВ ТИТЯНОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт по овощарство, кв. Остромила 12, 4004 Пловдив, България

<sup>2</sup>Аграрен Университет, бул. Менделеев 12, 4000 Пловдив, България

\*E-mail: rankova\_zarya@abv.bg

**Резюме:** Изследванията са проведени през 2016-2017 г. в Института по овощарство - Пловдив. В условия на полски опит бяха проучени влиянието на почвения селективен системен хербицид пендиметалин (Стомп 33 ЕК - 400 ml/da ) върху заплевеляването и растежните прояви на вегетативната подложка GF 677 в питомник първа година и ефектът на контактния хербицид с почвено и листно действие флумиоксазин (Пледж 50 ВП - 20,0 g/da ) върху окулираните бадемови сортове в питомник втора година. Приложените почвени хербициди успешно елиминират плевелната растителност в питомник първа и втора година. Продължителността на хербицидно последствие на пендиметалин е около 120 дни, което осигурява добри условия за развитието на подложките в най-ранните етапи на вегетация, когато конкуренцията между плевели и културен вид има най-силно угнетяващо действие. Почвено действие на флумиоксазин продължава около 120 дни и осигурява чистота от плевели през вегетационния период и добри условия за развитие на окулантите. Не е установено подтискащо влияние върху растежа след прилагането на тези два хербицида както при растенията на вегетативната подложка GF 677, така и при окулираните върху нея бадемови сортове.

**Ключови думи:** хербициди, плевели, вегетативна подложка GF 677, растежни прояви, посадъчен материал

## CHEMICAL WEED CONTROL IN THE PRODUCTION OF ALMOND PLANTING MATERIAL ON THE VEGETATIVE ROOTSTOCK GF 677

ZARYA RANKOVA<sup>1\*</sup>, MIROSLAV TITYANOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fruit Growing Institute, 12 Ostromila Str., 4004 Plovdiv, Bulgaria

<sup>2</sup>Agricultural University, 12 Mendeleev Blvd., 4000 Plovdiv, Bulgaria

\*E-mail: rankova\_zarya@abv.bg

**Abstract:** The study was carried out in 2016-2017 at the Fruit Growing Institute - Plovdiv. In a field trial, the effect of the soil selective systemic herbicide pendimethalin (Stomp 33 EC - 400 ml/da) on weed infestation and on the growth habits of the vegetative rootstock GF 677 and the effect of the contact herbicide of a soil and foliar effect flumioxazin (Pledge 50 WP - 20,0 g/da) on the grafted plants in a second-year nursery were investigated. The applied soil herbicides successfully killed the weed vegetation in the first and in the second year nurseries. The post-effect of pendimethalin lasted for about 120 days, which provided good conditions for rootstock development at the early stages of vegetation when the weed-crop competition exerts the most suppressing effect. The soil effect of flumioxazin lasted for about 120 days, it controlled weeds during the vegetation period and provided good conditions for the development of the grafted plants. The application of those two herbicides did not cause an inhibitory effect on the growth of the vegetative rootstock GF 677 and of the almond cultivars grafted on it.

**Key words:** herbicides, weeds, GF 677, growth habits, planting material

## 1. Въведение

Производството на овощен посадъчен материал е стартов етап от плодовото производство и до голяма степен определя неговата ефективност. Контролът на плевелите в овощния разсадник е основно агротехническо мероприятие, което е пряко свързано с получаването на качествен посадъчен материал с добър здравен статус. Плевелите много силно конкурират подложките спрямо факторите вода, хранителни вещества и светлина особено през първите няколко месеца от вегетацията. Данните за влиянието на хербициди върху подложковия материал показват наличие на фитотоксичност от редица активни вещества, изразяваща се от депресия на растежа и получаване на подложков материал, който не е годен за присаждане, до загиване на растенията [Hanson B. D., S. A. Schneider, 2008; Ранкова З., К. Корнова, 2010; Rankova Z. 2011; Thakur A. et al., 2012; Abit J., B.D. Hanson 2013]. Това определя необходимостта от проучвания с оглед проследяване ефекта от различни хербициди върху овощните видове, използвани като подложки и оценка на тяхната селективност. В предварителни проучвания в условия на съдови опити беше изследвано влиянието на почвени и листни хербициди върху растежните прояви на *in vitro* размножени и вкоренени растения от вегетативната подложка GF 677 (Напропамид - Девринол 4 Ф - 400 ml/da; Пендиметалин - Стомп 33 ЕК - 400 ml/da; Метолахлор - Дуал голд 960 ЕК - 150 ml/da; Оксифлуорофен - Гоал 2Е - 150 ml/da.) [Ранкова З., К. Корнова, 2010]. Резултатите показват, че третирането с почвените хербициди напропамид и пендиметалин не предизвиква поява на външни симптоми на фитотоксичност и потискане на растежа при вегетативната подложка GF 677. Третирането с оксифлуорофен (Гоал 2Е) предизвиква външни симптоми на фитотоксичност, които се преодоляват на около 20-тия ден, без да се установява потискане на растежа. Прилагането на почвения хербицид метолахлор води до поява на външни симптоми на фитотоксичност и силна депресия на растежа на *in vitro* размножени и вкоренени растения на вегетативната подложка GF 677.

Вегетативната подложка GF 677 е силнорастяща, сухоустойчива, подходяща за сортовете праскова, нектарина, слива и бадем [Попов С., 2008]. Тя позволява засаждане на дърветата на почвени типове с повишено съдържание на активен калций - варовити почви. Поради тази причина се наблюдава засилен интерес към създаване на насаждения от

праскова, нектарина и бадем върху подложка GF 677.

Цел на настоящото проучване е да се изследват влиянието на почвения хербицид пендиметалин (Стомп 33 ЕК - 400ml/da) върху растежните прояви на вегетативната подложка GF 677 в питомник първа година и ефектът на контактния хербицид с почвено и листно действие флумиоксазин (Пледж 50 ВП - 20,0 g/da) върху окулираните бадемове сортове в питомник втора година.

## 2. Материал и методи

Изследванията са проведени през 2016-2017 г. в Института по овощарство - Пловдив. В условия на полски опит бяха проучени влиянието на почвения селективен системен хербицид пендиметалин (Стомп 33 ЕК - 400 ml/da) върху заплевеляването и растежните прояви на вегетативната подложка GF 677 в питомник първа година и ефектът на контактния хербицид с почвено и листно действие флумиоксазин (Пледж 50 ВП - 20,0 g/da) върху окулираните бадемове сортове в питомник втора година.

Растения от вегетативната подложка GF 677 бяха засадени в началото на месец април в питомник първа година на разстояние вътре в реда 15cm. Непосредствено след засаждането на растенията се извърши третиране с почвения хербицид. Проучено бе влиянието на пендиметалин - търговски продукт Стомп 33 ЕК в доза 400 ml/da върху заплевеляването, растежа, развитието и качеството на подложките.

Опитът се заложи по стандартен метод на дългите редове, в 4 повторения. Контролата се поддържа чиста от плевели чрез ръчно плевене през 30 дни. По време на вегетацията подложките се отглеждаха по стандартна технология.

За оценка на хербицидната ефикасност на приложения хербицид по време на вегетацията се отчете заплевеляването в отделните варианти (визуално, през 30 дни от датата на третиране), до приключване на хербицидното последствие.

По време на вегетацията се извършваха наблюдения върху растежа и развитието на растенията - темп на развитие, външни признаци на токсичност - хлороза, некроза, депресия на растежа.

През месец август (15-20август) се извърши окачествяване на подложките, като бяха отчетени биометричните показатели височина на растенията (cm) и дебелина в зоната на присаждане (mm). Окачествяването на растенията в този период съвпада с момента на присаждане, определен като най-подходящ за извършване на облагородяване в нашата овощарска практика. Подложките бяха окулирани през месец

септември с 3 сорта бадем: Никитски, Старт и Приморски.

Растения от вегетативната подложка GF 677 с окулирани бадемове сортове се третираха с контактния хербицид с почвено и листно действие флумиоксазин (Пледж 50 ВП - 20,0 g/da). Третирането се извърши в края на месец март, преди началото на вегетация на окулантите. Заложиха се следните варианти:

1. Никитски / GF 677 (третирано)
2. Никитски / GF 677 (контрола)
3. Старт / GF 677 (третирано)
4. Старт / GF 677 (контрола)
5. Приморски / GF 677 (третирано)
6. Приморски / GF 677 (контрола)

Извършваха се визуални наблюдения за поява на външни симптоми на фитотоксичност от хербицидите. През месец ноември се извърши окачествяване на дръвчетата, като бяха отчетени биометричните показатели: височина на растенията (cm), дебелина (mm) - 15 cm над зоната на присаждане и прираст. Получените резултати се обработиха по метода на дисперсионния анализ.

### 3. Резултати и дискусия

**Влияние на почвените хербициди пендиметалин Стомп 33 ЕК и флумиоксазин Пледж 50 ВП върху видовия състав и степента на заплевеляване в питомник първа и втора година.**

Плевелната асоциация в овощния разсадник в експерименталното поле на ИО - Пловдив се характеризира като асоциация от "окопен тип", т.е. в нея преобладават плевели основно от групата на едногодишните ранни и късни пролетни видове. Отчетено бе развитие на следните едногодишни видове плевели: обикновен спореж (*Senecio vulgaris* L.), звездица (*Stelaria media* L.), стъблеобхващаща мъртва коприва (*Lamium amplexicaule* L.), обикновен шир (*Amaranthus retroflexus* L.), тученица (*Portulaca oleracea* L.), градински кострец (*Sonchus oleraceus* L.), кръвно просо (*Digitaria sanguinalis* L.), зелена кощрява (*Setaria viridis* L.), овчарска торбичка (*Capsella bursa-pastoris* L.), лисича опашка (*Alopecurus miosuroides* L.), лечебен росопас (*Fumaria officinalis* L.), полско птиче просо (*Lithospermum arvense* L.), бяла лобода (*Chenopodium album* L.), злолетница (*Erigeron Canadensis* L.) и бутрак (*Xanthium strumarium* L.).

През първите три месеца от внасянето на хербицидите Стомп 33 ЕК и Пледж 50 ВП не бяха установени развиващи се плевелни растения в третираните варианти.

Почвеният хербицид Стомп 33 ЕК в приложената доза 400 ml/da реализира отлична

хербицидна ефикасност върху заплевеляването, като продължителността на хербицидното действие бе 3,5 - 4 месеца. Това даде възможност да се елиминира конкурентното влияние на плевелите върху началния период на развитие на подложките. Приключване на хербицидното действие се наблюдаваше около 120 дни след третирането - в началото на месец август. При това отчитане беше установено наличие на единични растения на тученица (*Portulaca oleracea* L.) в третираните варианти. На основата на получените резултати за ефикасността на приложения хербицид върху плевелната растителност може да се направи извод, че почвеният хербицид пендиметалин - Стомп 33 ЕК - 400 ml/da осъществява много добър хербициден контрол върху заплевеляването с продължителност на хербицидно последствие - 120 дни.

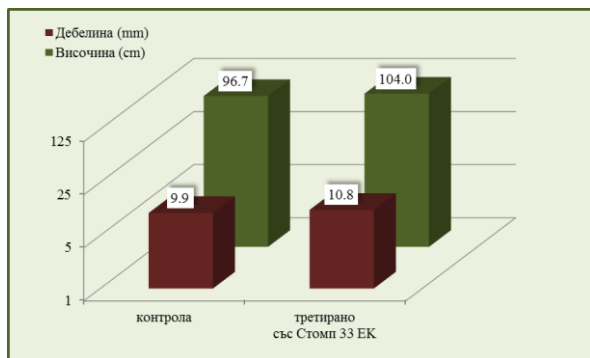
Приложението на хербицида Пледж 50 ВП в доза 20,0 g/da също контролира успешно плевелната растителност в питомника. През първите три месеца от внасянето на хербицида не бяха установени развиващи се плевелни растения в третираните варианти. Реализирането на продължителен хербициден ефект, около 120 дни след третиране, осигурява добри условия за развитието на сортоподложковите комбинации в най-ранните етапи от вегетацията, когато конкуренцията между плевели и културен вид има най-силно угнетяващо действие

**Влияние на почвените хербициди върху вегетативните прояви на подложка GF 677 в питомник 1-ва година и на сортоподложковите комбинации в питомник 2-ра година**

Визуални симптоми на фитотоксичност при растенията от третираните варианти, както и видима депресия на растежа не бяха наблюдавани.

Данните от проведения биометричен анализ извършен непосредствено преди окулирането на подложковия материал показва, че всички третираните с хербициди растения имат височина по-голяма от тази в контролата (Фиг. 1). Аналогични са данните и за влиянието на пендиметалин върху показателя дебелина в зоната на присаждане. Третирането с включения в изследването хербицид няма негативно влияние върху развитието на подложките (Фиг. 2). Това дава основание да се приеме, че третирането с почвения хербицид пендиметалин Стомп 33 ЕК - 400 ml/da води до получаване на качествени подложки, годни за окулиране в годината на засаждане.



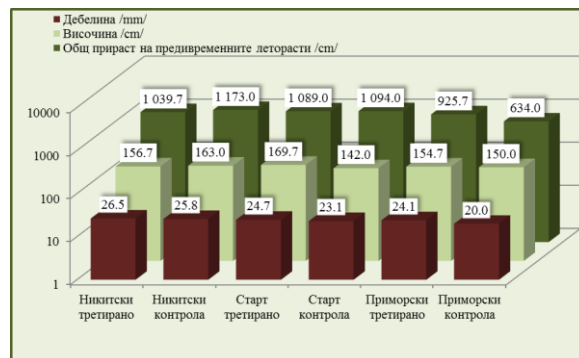


Фиг. 1. Влияние на почвения хербицид пендиметалин Стомп 33 ЕК - 400 ml/da върху растежните прояви на вегетативната подложка GF 677



Фиг. 2 Растения от вегетативната подложка GF 677, третирано със Стомп 33 ЕК - 400 ml/da, питомник първа година

Видими симптоми на фитотоксичност след третирането с Пледж 50 ВП не бяха наблюдавани, както и различия в темповете на развитие на окулантите от отделните варианти. Резултатите показват, че приложението на флумиоксазин не води до депресия на растежа при сортоподложковите комбинации на GF 677. Разликите с контролните варианти не са статистически доказани, но се наблюдава тенденция, че сортоподложковите комбинации от третираните с Пледж 50 ВП варианти имат стойности на измерените биометрични показатели по-високи или близки до тези на контролата (Фиг. 3 и 4).



Фиг. 3. Височина, дебелина и прираст в края на вегетацията на 3 сорта бадеми, присадени върху GF 677, в питомник 2-ра год., 2017, третирано с Пледж 50 ВП



Фиг. 4 Окулантите на бадеми, присадени върху GF 677, в питомник 2-ра год., 2017, третирано с Пледж 50 ВП

#### 4. Заключение:

1. Приложените почвени хербициди пендиметалин (Стомп 33 ЕК) и флумиоксазин (Пледж 50 ВП - 20,0 g/da) успешно елиминират плевелната растителност в питомник първа и втора година. Продължителността на хербицидно последствие на пендиметалин е около 120 дни, което осигурява добри условия за развитието на подложките в най-ранните етапи на вегетация, когато конкуренцията между плевели и културен вид има най-силно угнетяващо действие. Почвеното действие на флумиоксазин (Пледж 50 ВП - 20,0 g/da) продължава около 120 дни и осигурява чистота от плевели през вегетационния период и добри условия за развитие на окулантите.

2. Не е установено подтискащо влияние върху растежа след прилагането на тези два хербицида както при растенията на вегетативната подложка GF 677, така и при окулантите върху нея бадемове сортове.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Hanson B. D., Schneider S. A. Evaluation of Weed Control and Crop Safety with Herbicides in Open Field Tree Nurseries. *Weed Technology* 2008, 22(3), pp. 493-498.
2. Ранкова З., Корнова К. Влияние на някои почвени хербициди върху растежните прояви на ин витро размножени и вкоренени растения на вегетативната подложка GF-677. Сборник на докладите от осмата национална научно-техническа конференция с международно участие „Екология и здраве ”, стр. 235-240, Академично издателство на АУ-Пловдив, 2010.
3. Rankova Z. Possibilities of Applying Soil Herbicides in Fruit Nurseries – Phytotoxicity and Selectivity. *Herbicides, Theory and Applications*, 2011, ISBN: 978-953-307-975-2, pp.495-526
4. Thakur A., Singh H., Jawandha S. K., Kaur T. Mulching and herbicides in peach: Weed biomass, fruit yield, size, and quality. *Biological Agriculture & Horticulture: An International Journal for Sustainable Production Systems*, 2012, Vol. 28, Issue 4, pp. 280-290
5. Abit J., Hanson B.D. Evaluation of preemergence and POST-directed herbicides on rootstock safety in field-grown almond nursery stock. *HortTechnology*, 2013, 23(4), pp. 462-467
6. Попов С. Наръчник по овощарство, 2008, стр. 15-28

# МЕТОДИКА ЗА ПОЛУЧАВАНЕ НА ДАННИ ПРИ ОТГЛЕЖДАНЕ НА ЗЕМЕДЕЛСКА ПРОДУКЦИЯ ОТ МОБИЛНА СЕНЗОРНА СТАНЦИЯ

НИКОЛАЙ КОМИТОВ, ДИМИТЪР РАЗПОПОВ

УХТ - Пловдив, УХТ - Пловдив  
nikkomitov@abv.bg, drazpopov@icygen.com

**Резюме:** Проблемите с изхранването на населението в регионален и световен мащаб се задълбочават. Динамиката на климатичните промени налага използването на модели в краткосрочен план. Отделно от това самият сектор е непривлекателен относно използването на работна ръка. Всичко това налага преосмисляне на някои дейности свързани с отглеждането на растителна продукция. Съвременното земеделие е немислимо без прилагането на съвременни и иновативни методи за наблюдение на растенията и контрол на тяхното развитие. За получаването на високи добиви е необходимо получаването на данни за състоянието на средата при отглеждането на продукцията.

Прилагането на иновативни методи за наблюдение на микроклимата при отглеждането на растения ще помогне за внедряването на алтернативни технологии за отглеждането им без човешка намеса.

В настоящата статия е разгледана методиката на получаването на данни от тези съвременни мобилни станции свързани с богат набор от сензори. Те дават необходимата информация за развитието на растенията, неприятелите и микроклиматичните условия при отглеждането им.

**Ключови думи:** методика, мобилни сензорни станции, пренос на данни, самообучение.

## METHODOLOGY FOR OBTAINING DATA WHEN GROWING AGRICULTURAL PRODUCTION FROM A MOBILE SENSOR STATION

NIKOLAY KOMITOV, DIMITAR RAZPOPOV

UFT - Plovdiv, UFT - Plovdiv  
nikkomitov@abv.bg, drazpopov@icygen.com

**Abstract:** The problems with the feeding of the population on a regional and global scale are deepening. The dynamics of climate change require the use of models in the short plan. Apart from that, the sector itself is unattractive in terms of labor use. All this requires a rethinking of some activities related to the cultivation of plant products. Modern agriculture is inconceivable without the application of modern and innovative methods for monitoring plants and controlling their growth. In order to obtain high yields, it is necessary to obtain data on the state of the environment during the cultivation of the production.

The application of innovative methods for monitoring the microclimate in the cultivation of plants will help to implement alternative technologies for their cultivation without human intervention.

This paper discusses the methodology of obtaining data from these modern mobile stations associated with a wide typesetting of sensors. They provide the necessary information for the growth of plants, pests and microclimatic conditions in their cultivation.

**Key words:** methodology, mobile sensor stations, data transfer, selftraining.

### 1. Въведение

Прилагането на съвременни и иновативни методи за наблюдение на растенията в процеса на тяхното развитие е една от перспективите в съвременното земеделие. За получаване на високи добиви трябва да се използват данните от всички параметри влияещи върху растежа.

Изхранването на населението се превръща в сериозен проблем вследствие нарастването на човешката популация. Основният проблем в селското стопанство е работната ръка поради разходите за наемане на работници. Автоматизирането на работните процеси в аграрния сектор цели увеличаване на производителността и намаляване на разходите по отглеждане на продукцията. Процесът от отглеждане, прибиране и съхраняването на дадена селскостопанска култура може да бъде частично или напълно автоматизиран.

Отчитането на настъпващите промени при отглеждането на земеделските култури е от значение за повишаване на добивите, а и за получаване на качествена продукция.

В литература [1] е представена модулна компютърна система за мениджмънт и контрол на процесите и качеството на продукцията в прецизното животновъдство и растениевъдство. Мониторинговата система Свет-3, представена в [2] включва газоанализираща система за определяне на фотосинтезата и транспирацията на растенията. В нея е включена камера за заснемане растежа и развитието на растенията, с която се определя листната площ и височината. Друга камера се използва за измерване на температурата на листата. В литература [3] е проектирана система за мониторинг с модул включващ Wi-Fi микроконтролера ESP8266. При запис на нова програма е необходимо Arduino. В [4] е разработена система за следене за вредители по на растенията с камера, а обработката на данните се извършва с Raspberry Pi.

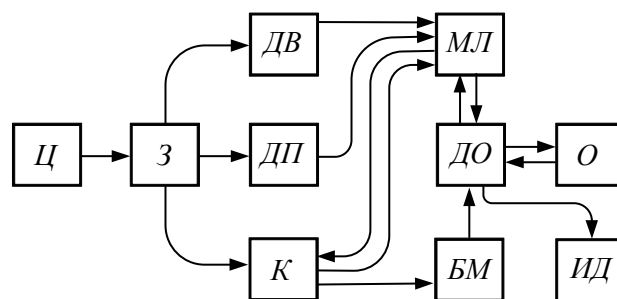
## 2. Система за мониторинг

Връзките между основните елементи на методиката за получаване на данни при отглеждането на земеделска продукция от мобилна сензорна станция са показани на Фиг. 1.

Първи етап на настоящата методика това е целта Ц. Основната идея на етапа е формиране на визия за осъществяване дейности, които да доведат до получаването на по-високи добиви на продукцията получени при по-малка себестойност на вложения труд от земеделския производител. С реализация на системата за мониторинг се търси повишаване на добивите и

намаляване времето за участие на човека в този процес. Естествено потребителят трябва да бъде обучен да работи със системата, като нейната цел е да улесни и подобри работния процес.

Следващия етап за реализация на системата за мониторинг от Фиг. 1 включва формиране на задачите З. Тук се анализират основните параметри, които оказват съществено влияние върху растежа на растенията и влияят върху повишаването на добивите на продукцията. Жизненоважните за растенията параметри могат да се обособят в три основни групи – параметри отчитащи състоянието на въздуха, параметри отчитащи състоянието на почвата и параметри отчитащи прираста на листна маса. Параметрите, отчитащи състоянието на въздуха и почвата всъщност отчитат микроклиматичните условия при които се отглеждат растенията.



Фиг. 1. Блок-схема на системата за мониторинг на данни

Използвани са следните означения: Ц - цел за реализация, З - задачи при които се измерват физическите величини оказващи влияние върху развитието на продукцията, ДВ - данни въздух (температура и влажност на въздуха, атмосферно налягане), ДП - данни почва (температура, влажност и запасеност на почвата), К - камера, МЛ - мрежа Лора (LoRaWAN), БМ - безжична мрежа (Wi-Fi), ДО - данни обработка, О - облак, ИД - използване на данни.

Реализирането на методиката включва решаване на поставените задачи чрез измерване на тези параметри през определен интервал и контрол на състоянието тези параметри. Интервала на отчитане на параметрите трябва да е подходящ за отчитане на известни отклонения от нормалното състояние на средата. Самото измерване на параметрите се извършва от подходящи сензори, които трябва да преобразуват определени параметри в електрически сигнали. Данните постъпващи от гамата от сензори обикновено са с различни формати. Необходимо е сигналите да се преоформатират в желан формат. При

необходимост данните трябва да бъдат съгласувани или да бъдат с еднакъв формат. Той трябва да е лесен за обработка и да не изисква допълнителни ресурси. Тези сигнали трябва да се регистрират и анализират и в зависимост от показанията да се вземат адекватни мерки за поддържане на оптимална среда за развитието на растенията.

На етапа ДВ, данните от въздуха се регистрират постоянно, двадесет и четири часа в денонощието чрез монтиране на сензор на открито. Съществува богата гама от сензори, като авторите се спират на комбиниран сензор отчитащ влажност, налягане, температура, надморска височина и качество на въздуха. Сензора е монтиран на подходяща платка и има връзка с развойната платка Arduino Uno. Самата връзка от ДВ към следващия етап от методиката е еднопосочна. Това е така, понеже сензора е краен елемент и от него се получава единствено поредица от импулси. Самият сензор се монтира в близост до растение, като е монтиран в подходящ корпус.

Друг елемент от методиката на същия етап това са данните от почвата ДП. И тук данните се регистрират денонощно, чрез два комбинирани сензора, монтирани в почвата на подходяща дълбочина. Сензорите доставят информация за състоянието на следните параметри на почвата – температура, влажност на почвата и нейната запасеност с макроелементи (азот, калий, фосфор). Отчита се и киселинността на почвата, съдържание на соли и електропроводимост на почвата. И тук сензорите са свързани с Arduino Uno. Връзката от ДП към следващия етап от методиката е отново еднопосочна.

Един от избраните детектори е този за влажност и температура на почвата за Arduino със захранващо напрежение  $3,3\div 12V$ , като в комплекта е включена сонда. Детекторът осигурява цифров и аналогов изход и в зависимост от предпочитанията се избира едната от двете възможности.

Другият интегриран сензор е за почвени проби със захранващо напрежение  $12\div 24V$ . С него могат да се отчитат температурата, влажността, проводимостта, азота, фосфора, калия и Ph в почвата. Прехвърлянето на данни може да се осъществи чрез RS485 или LoRa. В зависимост от приложението може да се избере само определена опция, например  $0\div 5V$  или  $4\div 20mA$ .

Последният елемент от този етап са данните от камерата К. Налице са отново широка гама от камери, които могат да се използват, но в настоящата методика се

използва стандартна влагозащитена камера с ниска консумация и захранване от  $12V$ , защото в реални полски условия намирането на сигурен енергоизточник е проблем. За получаване на пълна информация за микроклимата в отглежданите растения е необходимо посевите да се наблюдават за различни смущаващи фактори. Такива могат да бъдат плевели, болести и неприятели по растенията. Мониторинговата система с ДВ и ДП не е много ефективна и поради тази причина се прилага наблюдение на растенията посредством камера. Избрана е безжична куполна камера с вградено инфрачервено осветление и обхват до 30 метра. Камерата е с CMOS сензор, резолюция 4 MP ( $2560\times 1440$  кадъра/сек), Wi-Fi и кабелен интерфейс с обхват на работа до 120 метра при пряка видимост. Етапа обаче двупосочен, като предава данни на два елемента от следващия етап, а получава команди от единия.

На следващият етап основен елемент е пренасянето на данни през мрежа Лора МЛ. В този елемент трябва да се извършва колекция на данните и преносът им към следващите етапи от методиката, като същевременно трябва да се получават и управляващи сигнали за предходните елементи. Елементът има двупосочна връзка със следващия елемент, както и двупосочна връзка за К. Освен, че получава моментна снимка от нея, той трябва и да подаде управляващ сигнал, кога да се снима и изпрати кадъра. Елементът има и еднопосочни връзки с ДВ и ДП. Решаването на поставената сложна задача, включващо измерването на определен брой величини може да бъде осъществено посредством вградена микропроцесорна система. Използването на микроконтролера съществено облекчава работата на системата. За тази цел е избрана развойната платка Arduino Uno (ver.3), включваща осем битов микроконтролер ATMEGA 328. Софтуерът и хардуерът на Arduino са с отворен код, поради което себестойността е ниска. Контролерът разполага с 14 цифрови извода, които могат да се конфигурират като входове или изходи. Освен това има 6 извода, които са аналогови входове за 10 битово аналогово-цифрово преобразуване. Три от цифровите изводи могат да се конфигурират като аналогови изходи. Записът на софтуера в микроконтролера се извършва посредством USB. Към основната платка могат да се добавят разширителни платки (shields) изпълняващи различни функции, което е съществено предимство на избраната развойна платформа.

За прехвърляне на данните от сензорите е избрана специализирана комуникационна технология за безжично предаване на големи разстояния – LoRa. Данните се прехвърлят двупосочно на малки пакети при ниска скорост и затова консумацията на енергия е много малка. Използва се комуникационен стандарт LoRaWAN за изграждане, функциониране и архитектурата на различните безжични мрежи използващи технологията LoRa. Мрежата LoRaWAN е изградена по топология „звезда“, при която сензори или устройства се свързват двупосочно с базовата станция (gateway).

Устройството LPS8N е базова станция за мрежа LoRaWAN с отворен код. То позволява свързването на безжична мрежа LoRa към IP мрежа чрез Wi-Fi, Ethernet, 3G или 4G мрежа. В устройството LPS8N предварително са конфигурирани стандартни честотни ленти за използване в различните държави. За използване в собствена LoRa мрежа потребителя може сам да избере честотната лента.

Избран е приемопредавател Dragino LoRa Shield 868MHz v1.3 за Arduino. В неговата платформа има библиотека с отворен код за модула и конфигурирането се осъществяват в нея. В комплекта е включена антена 868MHz с конектор SMA. Приемно-предавателният модул RFM9xW868MHz базиран на SX1276/SX1278 работи с SPI интерфейс, който се задава чрез цифрови изводи 11–13 или конектора за запис посредством джъмperi.

Другият елемент от настоящия етап е безжичната мрежа БМ. Този елемент от методиката е опционален. Самата методика ще работи и без него, но в настоящото съвремие е немислимо без визуален контрол. На етапа се извършват дейности свързани с контрола на състоянието на изследваните обекти. Тук се извършва денонощно наблюдение в реално време на земеделската продукция и се регистрира всяко злонамерено посегателство върху нея от трети лица. Прехвърля се голям обем от данни, с по-ниска резолюция към следващия етап. За тази цел се използва стандартна Wi-Fi мрежа на 2,4 GHz. Единственото условие е да се осигури подходящ обхват на мрежата от стандартни ретранслационни антени. Камерата притежава стационарен IP адрес и позволява достъп дори през мобилен телефон и подходящ софтуер. Освен това е възможно наблюдение на растенията при лоши метеорологични условия и оценка на щети при природни бедствия.

Следващия етап от настоящата методика е обработката на данните ДО. На този етап е необходимо да се получат данните от

предходните етапи, да се обработят, да се изпратят в следващ етап. Тази сериозна обработка на данните е удачно да се извърши от сървър. В настоящата методика авторите се спират на едноплатковите компютри с ARM микроконтролери Raspberry Pi. В случая е използван Raspberry Pi4 с 8 GB RAM и 64 GB дисково пространство. Използването на такова устройство за сървър е удачно, понеже е бюджетен клас и лесно за употреба. Веднъж настроено не са необходими допълнителни корекции. В него се извършват всички логически действия, свързани с точното определяне на прага на параметрите при което се налагат коригиращи въздействия. Отделно от това трябва да изработи управляващ сигнал за момента на получаване на кадър от камерата. Трябва също така да се анализира този кадър, да се определи нарастването на листната маса и да се отчете наличието на стрес и заболяване на растението по различни признаци. Въз основа на резултата от тези анализи и данните за микроклимата трябва да изработи управляващ сигнал към изпълнителни устройства за отстраняване на възникнали аномалии в микроклимата или наличие на заболяване или вредители. Елементът е отговорен и за четене и правилен запис на данните в облачното пространство. Естествено за изпълнението на тези операции е необходимо използването на изкуствен интелект и машинно самообучение от натрупаната на база данни. Системата е така изградена, че получените данни могат да се следят в реално време и да бъдат предприети необходимите действия от съответния специалист-агроном с цел подобряване растежа на растенията. Необходимата визуализация на данни става лесно с възможност за извеждане на графики и проследимост за известен период назад.

Последният етап от настоящата методика включва два елемента. Първият е връзката с облачно пространство О. Налице са редица облачни пространства от рода OneDrive, GoogleDrive но използвайки ги за комерсиални цели или имайки голям обем от данни те се платени. Това от своя страна води до известни неудобства. Настоящата методика използва NAS устройство SmartStor с 8TB дисково пространство. То е лесно за употреба и е в непосредствена близост до предходния елемент ДО, което прави загубата на данни практически невъзможна. Отделно от това трансфера на данни е значително подобрен. Този елемент има постоянна двустранна връзка с ДО за запис и четене на данните.

Последният елемент от настоящата методика е използването на данните ИД. Този елемент е последен и може да служи за последващ анализ и взимане на решение, може да подава управляващи сигнали към изпълнителни устройства или да служи като междинен етап на други елементи. Използването на тези данни зависи от нивото на автоматизация на работните процеси. Етапът е подходящ и за разработване на модели за поведение при отглеждане на културите и може да използва и за обучение на бъдещи кадри.

### 3.3. Заключение

В доклада е представена методика за изграждане на система за мониторинг при отглеждане на селскостопанска продукция. С тази система се цели намаляване на разходите по отглеждане на растенията, като същевременно да е достатъчно надеждна и лесна за употреба. При дистанционното наблюдение на микроклимата на отглежданите растения са използвани различни видове сензори. Изследването може да се използва при проектирането на подобрена система за дистанционно наблюдение, както и за обучение на студенти.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Даскалов, П. Приложение на информационни и компютърни технологии за управление на стационарни производствени системи в прецизното животновъдство и растениевъдство, Научни трудове на Русенския университет, том 50, серия 3.1, 2011, стр. 202-207.
2. Илиева, И., Гюлчев, Г., Златева, Г. Разработване на система за мониторинг на растежа и състоянието на растенията в космическа оранжерия СВЕТ-3 въз основа на термални изображения и изображения във видимия диапазон: изисквания и подбор на камерата, SES 2017, pp. 130-133, Sofia, 2017
3. Patil, G., Patil, A., Pathmudi, S. Plant Monitoring System, International Journal of Engineering Research & Technology, Vol. 10, Issue 09, pp. 1-4, 2021
4. Dash, J., Verma, S., Dasmunshi, S., Nigam, S. Plant Health Monitoring System Using Raspberry Pi, International Journal of Pure and Applied Mathematics, Volume 119, No. 15, pp. 955-958, 2018

# МЕТОД ЗА ПОЛУИЗКУСТВЕНО РАЗМНОЖАВАНЕ НА ЕВРОПЕЙСКИ СОМ (*SILURUS GLANIS* L.) ЧРЕЗ ПРИЛАГАНЕ НА ИЗКУСТВЕНИ ГНЕЗДА-ПИРАМИДИ

ВАСИЛКА КРЪСТЕВА

ССА, Институт по рибарство и аквакултури, 4003 Пловдив, България,  
E-mail: vasilka\_mitrova@abv.bg

**Резюме:** През м. май 2021 г. в Институт по рибарство и аквакултури, Пловдив е проведен метод за полуизкуствено размножаване на европейски сом. За стимулирано съзряване на половите продукти е използвана шаранова хипофиза при дози 3 мг/кг живо тегло за мъжките риби и 6 мг/кг за женските риби. С цел по-оптимално действие на шарановата хипофиза при женските риби общата доза е разделена на две, като първата доза е 10% от общата, а втората доза е 90% от общата. За мъжките риби дозата е еднократна. За да имат рибите определено място, където да изхвърлят хайвера си, са изработени специални гнезда-пирамиди, на които се прикрепя субстрат от разнищен сезал. На 21.05.2021 г. женските риби са инжектирани с първа доза, т. нар. подготвителна инжекция. На следващия ден (22.05.2021 г.) с дванадесетчасов интервал женските риби са инжектирани с втора доза, т. нар. разрешителна инжекция, а паралелно с втората инжекция на женските риби се инжектират и мъжките с конкретната еднократна доза. На 24.05.2021 г., 48-50 часа след събирането на мъжките и женските сомове е получен хайвер, който внесен за инкубиране в две промишлени вани с вместимост 3 м<sup>3</sup> вода, намиращи се в аквариумната зала на института. В рамките 48-60 часа се излюпват около 26 000 бр. личинки, които в последствие се отглеждат и зарибивят в експерименталната база на института.

**Ключови думи:** полуизкуствено размножаване, европейски сом, шаранова хипофиза

# METHOD FOR SEMI-ARTIFICIAL PROPAGATION OF EUROPEAN CATFISH (*SILURUS GLANIS* L.) USING ARTIFICIAL PYRAMID NESTS

VASILKA KRASTEVA

AACAD, Institute of fisheries and aquaculture, 4003 Plovdiv, Bulgaria,  
E-mail: vasilka\_mitrova@abv.bg

**Resume:** In May 2021 at the Institute of Fisheries and Aquaculture, Plovdiv a method for semi-artificial breeding of European catfish was conducted. Carp pituitary gland was used for stimulated maturation of sexual products at doses of 3 mg/kg live weight for male fish and 6 mg/kg for female fish. In order to optimize the effect of the carp pituitary gland in female fish, the total dose is divided into two, with the first dose being 10% of the total and the second dose being 90% of the total. For male fish, the dose is a single. In order for the fish to have a certain place where they can spawn, special pyramid nests have been made, to which a substrate is attached. On 21.05.2021 the female fish were injected with the first dose, the so-called preparatory injection. The next day (22.05.2021) with a twelve-hour interval, the female fish were injected with a second dose, the so-called permit injection, and in parallel with the second injection of the female fish, the males were injected with the single dose. On 24.05.2021, 48-50 hours after the collection of male and female catfish, spawning



occured, the eggs were imported for incubation in two tanks with a capacity of 3 m<sup>3</sup> of water. Within 26-70 hours, about 26,000 larvae hatched, which are subsequently reared and stocked in the experimental base of the institute.

**Key words:** semi-artificial propagation, European catfish, carp pituitary gland

## 1. Увод

Европейският сом е един от най-предпочитаните за отглеждане хищници в рибовъдството [Зайков, 2006; Zaikov et al., 2008a]. Jankowska et al. (2006) посочват, че той е ценен вид за европейската аквакултура, като най-широко разпространено е екстензивното му отглеждане в басейни в поликултура с шаран.

В зависимост от конкретните условия на обитаване сомът достига полова зрялост на 2-3 годишна възраст [Kottelat & Freyhof, 2007], като мъжките риби изпреварват в развитието си женските с една година. В районите с повисоки температури и достатъчно храна, той достига полова зрялост по-рано. При нашите климатични условия размножителния му период е от средата на май до средата на юни. Съзрелите разплодници започват да избират места за мръстене при повишаване на температурата до 20-22°C през деня, и не пониска от 18-19°C през нощта. В естествени условия изборът на място за мръстене продължава няколко дни, през това време рибите се придържат близо до него. Най-предпочитани са различните подмоли и ями, в които има много коренища. Интересен факт е, че гнездото се охранява от мъжкия сом, който пази хайвера не само до неговото излюпване, а и самите личинки чак докато те не започнат да се движат активно [Зайков, 2000]. Мъжките екземпляри имат по-голям потенциал за нарастване - отглеждани при еднакви условия те реализират по-висок прираст от женските [Naffray et al., 1998].

В рибовъдните стопанства се използват три основни методи на размножаване на европейския сом: естествен, полуизкуствен и изкуствен като при последните два се прилага хормонално стимулиране на съзряването на половите продукти [Зайков, 2006].

Физиологичното (естественото) размножаване се провежда в басейни, като за предпочитане са такива с по-голяма дълбочина. Преди напълването им, дъната трябва да бъдат добре почистени от растителност, за да се предотврати изхвърлянето на хайвера извън предназначенията за това места. За тази цел се използват гнезда, обикновено под формата на пирамида или колибка [Тамаш и кол., 1985], за

които се прикрепва субстрат, необходим за полепване на хайвера, най-често изкуствени влакна, напр. разнищен сезал. Начало на люпилнята кампания зависи от физиологичното състояние на рибите и регистрирането на устойчиви температури на водата от 22-24°C, в продължение на няколко дни, както и прогноза за стабилно време. През нощта температурата на водата не трябва да пада под 18-19°C [Тамаш и кол., 1985], тъй като по време на размножаването си сомът е особено чувствителен към резки метеорологични промени.

## 2. Материал и методи

Подготовката за полуизкуственото размножаване на европейски сом в Института по рибарство и аквакултури, Пловдив започва един месец по-рано с транспортирането на мъжките и женски производители от експерименталната база в с. Триводици до експерименталната база в гр. Пловдив според Инструкцията за превоз на жива риба [БАБХ, 2011]. В експерименталната база в с. Триводици се извършва определяне на пола на рибите на базата на комплекс от белези представени в Табл. 1, след което, разделените по пол, производители се внасят в отделни транспортни резервоари. При пристигането им в експерименталната база в Пловдив рибите веднага се освобождават за съхранение в отделни складови басейни, които са подготвени предварително.

**Таблица 1.** Признаци за определяне на пола при европейски сом [Зайков и Стайков, 2013].

Признак	Пол	
	Мъжки	Женски
Корем	Плосък, мек	Голям, издут, мек
Полова папила	Заострена на върха, удължена	Закръглена, широка
Окраска	Корем тъмен, мраморен	Корем по-светъл
Първи лъч на коремната перка	Силно напilen	Гладък или слабо напilen

На 12.05.2021 г. е осъществено улавяне

на мъжките и женските производители от складовите басейни за подготовка за люпилната кампания. Всяка една от рибите е притеглена (Табл. 2) и пусната в мрежести клетки, които са предварително подготвени за целта със съответното обозначение.

**Таблица 2.** Тегло (BW, kg) на женските и мъжките риби

№	♀, BW (kg)	♂, BW (kg)
1	9.4	9.5
2	7.3	6.8
3	5.9	7.9
4	10.2	6.9
5	6.2	8.5
6	6.7	7.5
7	9.1	9.4
8	6.2	13.8

Мрежестите клетки (садки) са разположени в люпилен басейн №1, като между тях са приспособени понтонни пътеки. При пускането на рибите в садките стриктно се спазва разделянето по пол и обозначенията на клетките със съответния номер риба. За да се синхронизира и стимулира изхвърлянето на половите продукти от мъжките и женските производители се използва изсушена шаранова хипофиза при определени дози, които са 6 мг/кг за женските риби и 3 мг/кг за мъжките риби. Шарановата хипофиза е изчислена и разтеглена в лабораторията по репродукция на института. Методът на изчисление е следният: теглото на всяка риба се умножава по съответната доза хипофиза.

В Табл. 3 са представени дозите изчислена хипофиза за всяка от рибите.

**Таблица 3.** Схема на изчислените дози хипофиза за женските и мъжките производители

№	♀ риби – хипофиза 6 мг/кг			♂ риби – хипофиза 3 мг/кг
	първа доза (мг)	втора доза (мг)	обща доза (мг)	еднократна доза (мг)
1	5.64	50.76	56.4	28.5
2	4.38	39.42	43.8	20.4
3	3.54	31.86	35.4	21.0
4	6.12	55.08	61.2	20.7
5	3.72	33.48	37.2	25.5
6	4.02	36.18	40.2	22.5
7	5.46	49.14	54.6	28.2
8	3.72	33.48	37.2	41.4

При женските риби с цел по-оптимално действие на шарановата хипофиза общата доза

е разделена на две, като първата доза е 10% от общата, а втората доза е 90% от общата. За мъжките риби дозата е еднократна.

Европейският сом мръсти по двойки, за това след определяне на хипофизните дози следва групиране на мъжките и женските производители. Изготвена е схема на групиране, така че двойката мъжка и женска риба да бъдат с близко тегло, според номерата на рибите и данните за тегло приложени в Табл. 4.

**Таблица 4.** Схема на групиране на мъжките и женските производители по гнезда и по сектори

Сектор А	Сектор В
Гнездо 1: 2 ♂- 6 ♀	Гнездо 3: 1 ♂- 1 ♀
Гнездо 2: 3 ♂- 2 ♀	Гнездо 4: 8 ♂- 4 ♀
Сектор С	Сектор Д
Гнездо 5: 4 ♂- 5 ♀	Гнездо 7: 5 ♂- 8 ♀
Гнездо 6: 6 ♂- 3 ♀	Гнездо 8: 7 ♂- 7 ♀

Едновременно с подготовката на производителите тече и подготовка на люпилен басейн №1, в който ще се осъществи процеса на оплождане или „биене“. Преди началото на зимния сезон басейнът е пресушен и през месец април дъното е окосено и почистено от растителност. Басейнът е разделен на 4 сектора, оградени с мрежа.

За да имат рибите определено място, където да изхвърлят хайвера си, са изработени специални гнезда-пирамиди, на които се прикрепя субстрат от разнищен сезал (Снимка 1). Гнездата са 8 броя, по 2 за всеки сектор и се монтират в басейна преди той да бъде залят. Заливането на басейна е осъществено в началото на м. май.



**Снимка 1.** Люпилен басейн №1 с монтираните гнезда-пирамиди

Преди да бъде осъществено инжектирането на мъжките и женските производители е проведен ежедневен мониторинг на водата в

люпилен басейн №1, като е проследявана температурата. Денят на хипофизация на производителите е определен според това предишните три дни температурата на водата да се е задържала над 20°C.

На 21.05.2021 г. женските риби са инжектирани с първа доза, т. нар. подготвителна инжекция и отново са пуснати в мрежестите клетки. Приготвянето на хипофизния разтвор е извършено чрез разреждане на шарановата хипофиза с физиологичен разтвор. На следващия ден (22.05.201 г.) с дванадесетчасов интервал женските риби са инжектирани с втора доза, т. нар. разрешителна инжекция. Паралелно с втората инжекция на женските риби се инжектират и мъжките с конкретната еднократна доза (Снимка 2).



**Снимка 2.** Инжектиране на хипофиза при производители европейски сом

След проведената хипофизация на мъжките и женските производители, на 22.05.2021 г. рибите са пуснати в определените сектори на люпилен басейн №1, според схемата на групиране посочена в Табл. 4.

На 24.05.2021 г., 48-50 часа след събирането на мъжките и женските сомове в определените сектори, са предприети действия по изваждане на гнездата-пирамиди. Субстратът от разнищен сезал, по който е полепнал хайверът (Снимка 3), е развързан от скелета на гнездото и внесен за инкубиране в две промишлени вани с вместимост 3 м<sup>3</sup> вода, намиращи се в аквариумната зала на института.



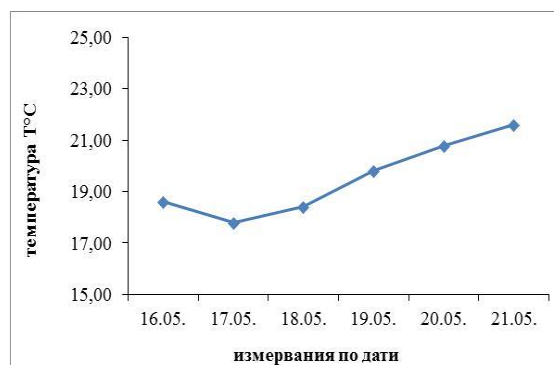
**Снимка 3.** Хайвер от европейски сом полепнал върху субстрат

Ваните са предварително дезинфекцирани с калиев перманганат, инсталирани са микрокомпресори за допълнителен кислород и температурата на водата е поддържана в рамките на 22-25°C. За да се осигури затъмнение, ваните са покрити със стиропорени платна.

### 3. Резултати

На 26.05.21 г. са установени първите излюпени личинки с характерното за тях поведение на отрицателен фототаксис – търсят тъмните участъци на ваната. След около 20 часа се излюпват и останалите личинки. Субстратът е изваден от ваните и личинките са преместени в друга вана със същата вместимост, която е предварително дезинфекцирана.

Резултатите от мониторинга на температурата в басейн №1 в продължение на шест дни, преди да бъдат внесени производителите са представени на Фиг. 1



**Фиг. 1.** Мониторинг на температурата по дати в люпилен басейн №1

Излюпените личинки са около 26 000 бр. с биометрични показатели тегло (BW, mg) и дължина (TL, cm), представени в Табл. 6.

**Таблица 6.** Тегло (BW, mg) и дължина (TL, cm) на излюпените личинки (4-ти ден)

Статистическа стойност	BW (mg)	TL (cm)
mean±SD	8.30±0.91	8.25±0.70
min-max	7.20÷9.80	7.16÷9.14
CV, %	11.00	8.53

На Снимка 4 са представени личинките на четвъртия ден от излюпването.



**Снимка 4.** Личинки на четвъртия ден от излюпването

При резорбция на 1/3 от жълтъчното мехурче те са захранвани със стартерен фураж с ниво на протеина 58%.

#### 4. Изводи

Приложеният метод за полуизкуствено размножаване на европейски сом в Института по рибарство и аквакултури, Пловдив през 2021 г. е успешен. Чрез него се излюпват около 26 000 бр. личинки, които в последствие се отглеждат и зарибивят в експерименталната база на института.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зайков, А. 2006. Аквакултура – принципи и технологии. Издателство „Кабри“, стр. 1-376.
2. Zaikov, A., Hubenova, T. & Iliev, I. 2008. Body length and body weight characteristics of one-summer old wels (*Silurus glanis* L.). Bulgarian Journal of Agricultural Science, 14 (2): 177-182.
3. Jankowska, B., Zakes, Z., Zmijewski, T., Ulikowski, D. & Kowalska, A. 2006. Slaughter value and flesh characteristics of European catfish fed natural and formulated feed under different rearing

conditions. European Food Research and Technology, 224 (1): 453–459.

4. Kottelat, M. & Freyhof, J. 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol & Freyhof, Berlin. 1-646.
5. Зайков, А. 2000. Рибите, които ви интересуват: европейски сом (*Silurus glanis* L.) и американски сом (*Ictalurus punctatus* Raf.). Издателство „Тракийски университет“ – Стара Загора, стр. 1-46.
6. Haffray, P., Vandeputte, M., Vauchez, C. & Linhart, O. 1998. Different growth and processing traits in males and females of
7. European catfish, *Silurus glanis*. Aquatic Living Resources, 11 (1): 341-345.
8. Тамаш, Г., Хорват, Л. и Тельг, Л. 1985. Выращивание посадочного материала в рыбоводных хозяйствах Венгрии. Издательство „Агрпроомиздат“, стр. 1-128.
9. Българска Агенция по безопасност на храните, 2011. Инструкция за прилагане на изискванията за превоз на жива риба [https://www.bfsa.bg/userfiles/files/ZHOJ/KF/Instruction\\_transport\\_fish\\_final\(1\).pdf](https://www.bfsa.bg/userfiles/files/ZHOJ/KF/Instruction_transport_fish_final(1).pdf)
10. Зайков, А. и Стайков, Й. 2013. Технологии в сладководната аквакултура. Академично издателство „Тракийски университет“ – Стара Загора, стр. 1-243.

**Благодарности:** Бих искала да изкажа специални благодарности на ръководител експериментална база Максим Стоев и гл. технолог Евгени Кацаров за организацията на любилната кампания, съдействието и цялостния им принос при провеждането на метода за полуизкуствено размножаване на европейски сом в ИРА, Пловдив.

# КРЪВОИЗЛИВ СЛЕД ЧЕРНОДРОБНА БИОПСИЯ - АКТИВНО ПРОСЛЕДЯВАНЕ ЧРЕЗ КОНТРАСТ - УСИЛЕНА ЕХОГРАФИЯ: КЛИНИЧЕН СЛУЧАЙ

НИКОЛА БОЯНОВ<sup>1,2</sup>, НИКОЛАЙ СТОЙНОВ<sup>2</sup>, КАТИНА ЩЕРЕВА<sup>2</sup>  
КАТЕРИНА МАДЖАРОВА<sup>2</sup>, ДАЯНА ИВАНОВА<sup>2</sup>, АСЕН ЙОТОВСКИ<sup>2</sup>,  
ИВАН ЯНКОВ<sup>3,4</sup>

1. Медицински симулационен тренировъчен център, Медицински университет Пловдив, Пловдив, България
  2. Отделение по гастроентерология, УМБАЛ Пълмед, Пловдив, България
  3. Катедра по педиатрия и медицинска генетика, Медицински университет Пловдив, Пловдив, България
  4. Отделение по педиатрична гастроентерология, УМБАЛ „Св. Георги“, Пловдив, България
- [nikolaboyanov@gmail.com](mailto:nikolaboyanov@gmail.com) ; [nickolaystoynov@gmail.com](mailto:nickolaystoynov@gmail.com) ; [katinashтерева@gmail.com](mailto:katinashтерева@gmail.com)  
Тел. Д-р Стойнов: 0883587916

**Резюме :** Чернодробната биопсия е инвазивен диагностичен метод с нисък процент на постпроцедурните усложнения и леталитет вариращ между 0,009 и 0,33 %.

Едно от сравнително честите придружаващи интервенцията събития /0,06 и 1,7 % от общите усложнения/ е кръвоизливът. Бърз, надежден и безопасен начин за установяване на активна хеморагия и проследяването ѝ в динамика е провеждането на серия от контрастно-усилени ехографи ( КУЕ ).

Клиничен случай - Жена с хронично НСV +/- вирусноносителство, хоспитализирана с цел хистобиопсична оценка прогресията на чернодробното заболяване ( METAVIR score ). След интервенцията се получи нискодебитен венозен кръвоизлив, който се проследи чрез серия от КУЕ. Резултатът показва венозна, нискодебитна хеморагия при първото контрастиране , ограничаване на кръвоизлива на 1-я час ; субкапсулен хематом и липса на кръвене при последната ехография .

Клиничният случай е в подкрепа на Световния опит относно видът и тежестта на кръвоизлива след чернодробна биопсия, който успешно може да бъде оценен и проследен в динамика, чрез серийно провеждане на КУЕ.

**Ключови думи:** кръвене, контрастен ултразвук, КУЕ, чернодробна биопсия

## POST - BIOPSY HEMORRHAGE OF THE LIVER - ACTIVE FOLLOW UP WITH CONTRAST- ENHANCED ULTRASOUND: CASE REPORT

NIKOLA BOYANOV<sup>1,2</sup>, NIKOLAY STOYNOV<sup>2</sup>, KATINA SHTEREVA<sup>2</sup>,  
KATERINA MADZHAROVA<sup>2</sup>, DAYANA IVANOVA<sup>2</sup>, ASEN YOTOVSKI<sup>2</sup>,  
IVAN YANKOV<sup>3,4</sup>

1. Medical Simulation Training Center at Research Institute of Medical University of Plovdiv, Plovdiv, Bulgaria
2. Department of gastroenterology, Pulmed University Hospital, Plovdiv, Bulgaria
3. Department of Pediatrics and Medical Genetics, Medical University of Plovdiv, Plovdiv, Bulgaria
4. Department of Pediatric Gastroenterology, University Hospital “St. George”, Plovdiv, BG  
[nikolaboyanov@gmail.com](mailto:nikolaboyanov@gmail.com) ; [nickolaystoynov@gmail.com](mailto:nickolaystoynov@gmail.com) ; [katinashтерева@gmail.com](mailto:katinashтерева@gmail.com)

**Abstract:** Liver biopsy is an invasive diagnostic method with a low rate of post-procedural adverse events and mortality ranging between 0.009 and 0.33%.

One of the relatively common events accompanying the intervention (0.06 and 1.7% of the total complications) is bleeding. A fast, reliable and safe way to detect active hemorrhage and track it in dynamics is to perform a series of contrast-enhanced ultrasounds (CEUS).

Clinical case - A woman with chronic HCV / + / virus, hospitalized for histobiopsy to assess the progression of liver disease (METAVIR score). There was post-procedural bleeding, that was assessed through a series of contrast-enhanced ultrasounds (CEUS). The result showed venous, low-flow hemorrhage at the first contrast, limited bleeding at 1 hour; subcapsular hematoma and no bleeding on the last ultrasound.

The clinical case is in support of the World Experience on the type and severity of hemorrhage after liver biopsy, which can be successfully assessed and monitored in dynamics, through serial CEUS.

**Key words:** contrast-enhanced ultrasound, CEUS, hemorrhage, liver biopsy

## 1. Въведение

Чернодробната биопсия е инвазивен диагностичен метод за патоморфологична верификация на огнищни чернодробни лезии, както и за стадиране на дифузни хепатални заболявания. При стриктно спазване на известните индикации и контраиндикации [1], общият процент усложнения е нисък - от 0,06 до 0,32 % [1]. Най-честите биват: болка, кръвоизлив, билиарен перитонит [2]. Постпроцедурният леталитет е между 0,009 и 0,33 %. [3]

## 2. Цел

Доказване и поведение при едно от най-честите усложнения след чернодробна биопсия – кръвенето. По статистически данни то заема между 0,06 и 1,7 % от общите усложнения [4], като обикновено леките и умерени кръвоизливи се самоограничават спонтанно. Бърз, надежден и безопасен начин за установяване на активна хеморагия [5] и проследяването ѝ в динамика е провеждането на серия от контрастно-усилени ехографии (КУЕ) [6].

## 3. Материали

Сонограф GE S7 Expert; контраст SonoVue®; биопсична игла Tru-Cut 18 G;

## 4. Клиничен случай

Жена с хронично HCV +/- вирусноносителство, хоспитализирана с цел хистобиопсична оценка прогресията на чернодробното заболяване (METAVIR score). Параклинични данни за хепатоцитоза, при

съхранени протеинсинтетична функция и коагулационен статус. Ехографски се установи дифузна чернодробна стеатоза. Извърши се дебелоиглена биопсия на интактен чернодробен паренхим в десен лоб с интеркостален достъп. Постпроцедурно в В – mode се установиха данни за кръвене. Проведе се серия от КУЕ – веднага след откриване на хеморагията, на първия и третия час. Резултатът показва венозна, нискодебитна хеморагия при първото контрастиране, ограничаване на кръвоизлива на 1-я час; субкапсулен хематом и липса на кръвене при последната ехография. Хистологичният материал се оцени по METAVIR като стадий – A1F1.

## 5. Дискусия

През 2009 год Jie Tang и сътрудници симулират кръвоизливи на опитни животни, проследявайки ги чрез В-mode ехография, КУЕ и КТ с венозен контраст. Проучването доказва, че КУЕ и КТ имат сходна достоверност /93.3% и 92.9%/ и информативна стойност в условията на спешност [7]. При обследване на 382 болни със закрыта коремна травма /чернодробна и далачна/ КУЕ доказва екстравазация на контраста субкапсулно или вътреорганно при 74.6% от случаите [8], като е с доказана информативна стойност и безопасност дори при деца [9]. Според систематичен обзор извършен от N. Laugesen- КУЕ показва специфичност 98 % и чувствителност 100 % при кръвоизливи от паренхимните коремни органи, което е съпоставимо и дори превъзхожда ЯМР и КТ с венозен контраст. [10]

## 6. Изводи

Видът и тежестта на кръвоизлива след чернодробна биопсия, може да бъде оценен и проследен в динамика „ до леглото на болния “, чрез серийно провеждане на КУЕ . Адекватната преценка обуславя последващото поведение на

специалистите. Нашият клиничен случай е в подкрепа на публикуваните в литературата и до момента данни ,че КУЕ е чувствителен, специфичен и безопасен метод за доказване и проследяване в динамика на паренхимни кръвоизливи в абдомен.

### ЛИТЕРАТУРА :

1. Neuberger JGA , Day C , Saxseena S *Guidelines on the use of liver biopsy in clinical practice*, 2004. <https://www.bsg.org.uk/wp-content/uploads/2019/12/BSG-guidelines-on-the-use-of-liver-biopsy-in-clinical-practice.pdf>
2. Rockey DC , Caldwell SH , Goodman ZD , et al *Liver biopsy. Hepatology* 2009;49:1017–44. doi:10.1002/hep.22742 pmid:http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19243014
3. Al Knawy B, Shiffman M. Percutaneous liver biopsy in clinical practice. *Liver Int.* 2007;27:1166–1173. doi: 10.1111/j.1478-3231.2007.01592.x.
4. Atwell TD, Smith RL, Hesley GK, et al. Incidence of bleeding after 15,181 percutaneous biopsies and the role of aspirin. *AJR Am J Roentgenol.* 2010;194:784–789. doi: 10.2214/AJR.08.2122.
5. Giampiero Francica, Maria Franca Meloni, Laura Riccardi, *Ultrasound Tools for Detection of Vascular Complications After Interventional Procedures*, *Journal of Ultrasound in Medicine*, 10.1002/jum.15648, **40**, 12, (2781-2781), (2021).
6. Dietrich CF, Nolsøe CP, Barr RG, et al. Guidelines and good clinical practice recommendations for contrast enhanced ultrasound (CEUS) in the liver, Update 2020: WFUMB in cooperation with EFSUMB, AFSUMB, AIUM, and FLAUS. *Ultraschall Med* 2020; 41:562-585.
7. Tang J, Li W, Lv F, Zhang H, Zhang L, Wang Y, Li J, Yang L. Comparison of gray-scale contrast-enhanced ultrasonography with contrast-enhanced computed tomography in different grading of blunt hepatic and splenic trauma: an animal experiment. *Ultrasound Med Biol.* 2009 Apr;35(4):566-75. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2008.09.028. Epub 2008 Dec 20. PMID: 19097681.
8. Lv F, Tang J, Luo Y, Li Z, Meng X, Zhu Z, Li T. Contrast-enhanced ultrasound imaging of active bleeding associated with hepatic and splenic trauma. *Radiol Med.* 2011 Oct;116(7):1076-82. doi: 10.1007/s11547-011-0680-y. Epub 2011 Apr 19. PMID: 21509551.
9. Paltiel HJ, Barth RA, Bruno C, Chen AE, Deganello A, Harkanyi Z, Henry MK, Ključevšek D, Back SJ. Contrast-enhanced ultrasound of blunt abdominal trauma in children. *Pediatr Radiol.* 2021 Nov;51(12):2253-2269. doi: 10.1007/s00247-020-04869-w. Epub 2021 May 12. PMID: 33978795.
10. Laugesen NG, Nolsøe CP, Rosenberg J. Clinical Applications of Contrast-Enhanced Ultrasound in the Pediatric Work-Up of Focal Liver Lesions and Blunt Abdominal Trauma: A Systematic Review. *Ultrasound Int Open.* 2017 Feb;3(1):E2-E7. doi: 10.1055/s-0042-124502. PMID: 28255580; PMCID: PMC5331928.

# ЕРХПГ И МЯСТОТО И ПРИ ДИАГНОСТИКАТА И ЛЕЧЕНИЕТО НА ЧЕРНОДРОБНАТА ЕХИНОКОКОЗА

НИКОЛА БОЯНОВ<sup>1,2</sup>, ДАЯНА ИВАНОВА<sup>2</sup>, КАТИНА ЩЕРЕВА<sup>2</sup>, НЕНО ШОПОВ<sup>3</sup>, КАТЕРИНА МАДЖАРОВА<sup>2</sup>, НИКОЛАЙ СТОЙНОВ<sup>2</sup>, АСЕН ЙОТОВСКИ<sup>2</sup>,

1. Медицински симулационен тренировъчен център, Медицински университет Пловдив, Пловдив, България

2. Отделение по гастроентерология, УМБАЛ Пълмед, Пловдив, България

3. Отделение по хирургия, УМБАЛ Пълмед, Пловдив, България

[nikolaboyanov@gmail.com](mailto:nikolaboyanov@gmail.com) ; [ivanova.dayana3991@gmail.com](mailto:ivanova.dayana3991@gmail.com) ; [katinashtereva@gmail.com](mailto:katinashtereva@gmail.com)

Тел Д-р Иванова: +359899290005

**РЕЗЮМЕ:** Ехиноковата болест е широко разпространено заболяване, като черният дроб е най-често засегнатият човешки орган. Причинителят на ехинококовата болест е *Echinococcus granulosus*. Той причинява само еднокамерната ехинококоза, докато многокамерната се причинява от *E. Multilocularis*. Ще ви представим рядък клиничен случай на пациент с руптура на ехинококова киста в жлъчните пътища, водещо до екстрахепатална холестаза с изява на иктер и холангит. Лечението на заболяването при пациента се провежда съвместно от гастроентеролог, хирург и паразитолог, а ендоскопската ретроградна холангиопанкреатография играе ключова роля в лечебно-диагностичния процес.

**Ключови думи:** ехинококова киста, ЕРХПГ, жлъчни пътища, перфорация.

## ERCP AND ITS SIGNIFICANCE IN DIAGNOSIS AND TREATMENT OF LIVER ECHINOCOCCOSIS

NIKOLA BOYANOV<sup>1,2</sup>, DAYANA IVANOVA<sup>2</sup>, KATINA SHTEREVA<sup>2</sup>, NENO SHOPOV<sup>3</sup>, KATERINA MADZHAROVA<sup>2</sup>, NIKOLAY STOYNOV<sup>2</sup>, ASEN YOTOVSKI<sup>2</sup>

1. Medical Simulation Training Center at Research Institute of Medical University of Plovdiv, Plovdiv, Bulgaria

2. Department of gastroenterology, Pulmed University Hospital, Plovdiv, Bulgaria

3. Surgery department, Pulmed University Hospital, Plovdiv, Bulgaria

[nikolaboyanov@gmail.com](mailto:nikolaboyanov@gmail.com) ; [ivanova.dayana3991@gmail.com](mailto:ivanova.dayana3991@gmail.com) ; [katinashtereva@gmail.com](mailto:katinashtereva@gmail.com)

**ABSTRACT:** Echinococcosis is a widely spread disease and the liver is its most common location in the human body. The etiology of the monocystic lesions is *Echinococcus granulosus*, whereas the multicystic condition originates from *Echinococcus multilocularis*. We present you a rare clinical case of a rupture of echinococcus cyst in the intrahepatic biliary ducts, resulting in icteric state and cholangitis. Endoscopic retrograde cholangiography played major role in the diagnosis and treatment of the condition and it was supervised by an gastroenterologist, a surgeon and a parasitologist.

**Key words:** Biliary ducts, *Echinococcus* cyst, ERCP, Perforation



## 1. Въведение

Хидатидната болест известна още като ехинококоза е сериозен здравен проблем в световен мащаб и е широко разпространена в повечето средиземноморски страни, Западна Азия, Южна Америка, Далечния изток, Австралия и Африка [1,2,3]. Хората са междинни гостоприемници и се заразяват директно чрез контакт с кучета или по косвен път чрез консумация на храна, вода и заразени предмети [2,3,4]. При по-голямата част от пациентите се засяга един орган с единична киста а 75-85% от кистите са локализирани в черния дроб [2,5]. Някои кисти растат със средна скорост от 1-20 мм годишно; други кисти могат да се калцират [5,6,7,8]. Увеличаващата се киста можа да компресира черния дроб и да доведе до фиброзирането му [5,6,7,8,9]. Навременното диагностициране и терапия са задължителни в случай на интрабилиарна руптура на ехинококовата киста, която може да доведе до запушване на жлъчния канал с 50 % смъртност [8,9,10]. Важно място в диагностиката на заболяването играят образните и инструментални методики като ултразвуковото изследване, компютърната томография, магнитно-резонансната холангиопанкреатография и ендоскопската ретроградна холангиопанкреатография. Първи метод на избор са абдоминалната ехография и компютър-томографското изследване [1, 2]

## 2. Клиничен случай

Представяме рядък клиничен случай на пациент с оплаквания от астено-адинамия , поява на иктер по кожа и лигавици и силен сърбеж по цялото тяло. Без фебрилно-интоксикационен и коремно-болков синдром. Пациентът е с осъществени в миналото ПАИР (пункция,аспирация,инжектиране на сколексоцидно средство,реаспирация) и оперативно лечение по повод чернодробна ехинококоза. Параклинично се установи холестазар хепатоцитололиза(АСАТ-296U/L,АЛАТ-567U/L) и лека възпалителна констелация(СУЕ-50 mm, левкоцити-10,47x109/L). В изследваната урина се позитивира наличието на билирубин и увеличен уробилиноген. От проведената УЗД на корем, в хилуса на черен дроб се визуализира хетероехогенна формация с р-ри 6 см с два кистозни участъка, притискащи жлъчните канали отвън с възможна инфилтрация. Установиха се

още дилатирани двустранно интрахепатални жлъчни пътища и дилатиран дуктус холедохус. Описаните находки се потвърдиха и от проведения КАТ на корем. (фиг 1)

Осъществи се диагностична и терапевтична ендоскопска ретроградна холангиопанкреатография (ЕРХПГ). Извърши се максимална папилосвинктеротомия, при което през холедоха изтекоха девитализирани ехинококови мембрани. Чрез балон-дилататор се извърши дилатация, след което дуктус холедохус се ревизира, при което се отстраниха още девитализирани ехинококови мембрани. Извърши се ендоскопско стентиране с Double pigtail стентове.



Двадесет дни след дехоспитализацията пациентът постъпи отново в отделението с фебрилно-интоксикационен синдром и образни данни за холангит. Извърши се повторно ЕРХПГ с находки подобни на предходните. При последващото оперативно лечение се откри комуникация на кистата с бифуркацията на дуктус холедохус. Взе се решение за хепатектомия и затваряне на комуникацията с бихепатико-йеуноанастомоза. Пациента се дехоспитализира в подобро състояние и се насочи към паразитолог за проследяване.

## 3. Дискусия

Руптурата на чернодробна ехинококова киста в жлъчните и дренирането на съдържанието на кистата в дуктус холедохус води до обструктивна жълтеница и холангит. Чернодробната ехинококоза може да има дълъг асимптоматичен период след което да се изяви клинично. Кистите растат с променлива скорост. Клиничното протичане е продължително и дори след оперативното лечение обезпаразитяването е

трудно постижимо. Симптоматиката може да се прояви поради компресията на кистата върху чернодробния паренхим или на разкъсване в околните тъкани(10). Интрабилиарната руптура се проявява или като окултна руптура, при която само кистозна течност се дренира към жлъчното дърво или като руптура с явно преминаване на интракистозен материал към жлъчните пътища. Докладваната честота за окултна руптура е 10 % до 37% и 3% до 17% за руптурата с явно преминаване на интракистозен материал към жлъчните пътища. В този случай кистозният материал, дори дъщерните кисти могат да преминат в жлъчното дърво, причинявайки обструктивна жълтеница или холангит, каквито са усложненията представени и в нашия клиничния случай.[11]

#### 4. Заключение

ЕРХПГ е процедура на избор при остри усложнения на ехинококозата като холангит и обструкция, преди и следоперативно. Целостното лечение е комбинирано и се води съвместно с гастроентеролог, хирург и паразитолог.

#### 5. Библиография:

1. Aghajanzadeh M, Asgary MR, Foumani aa, alavi SE, Rimaz S, Banihashemi Z, et al Surgical management of pleural complications of lung and liver hydatid cysts in 34 patients. *Int J Life Sci.*2014;8:15-19. Doi:10.3126/ijls.v8i4.10893.
2. Aghajanzadeh M, Safarpour F, Amani H, Alavi A. One-stage procedure for lung and liver hydatid cysts. *Asian Cardiovasc Thorac ANN.*2008;16:392-395. doi:10.1117/021849230801600510.
3. Sparchez Z, Osian G, Onica A, Barbanta C, Tantau M, Pascu O. Ruptured hydatid cyst of the liver with biliary obstruction: presentation of a case and review of the literature.. *Rom J Gastroenterol.* 2004;13:245-250.
4. Ahti M, Kama NA, Yuksek YN, Doganay M, Gozalan U, Kologlu M, et al. intrabiliary rupture of a hepatic hydatid cyst: associated clinical Factors and proper management. *Arch Surg.* 2001;136:1249-1255. Doi:10.1001/archsurg.136.11.1249.
5. Avcu S, Unal O, Arslan H. intrabiliary rupture of a hepatic hydatid cyst: a case report and review of the literature. *Cases J.*2009;2:6455. Doi:10.1186/1757-1626-2-6455.
6. Sikar HE, Kaptanoglu L, Kement M. An unusual appearance of complicated hydatid cyst: necrotizing pancreatitis. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2017;23:81-83
7. von Sinner WN. Ultrasound, CT and MRI of ruptured and disseminated hydatid cysts. *Eur J Radiol.*1990;11:31-37. doi:10.1016/0720-048H(90)90099-W.
8. Dolay K, Akbulut S. Role of endoscopic retrograde Cholangiopancreatography in the management of hepatic hydatid disease. *World J Gastroenterol.*2014;20:15253-15261. Doi:10.3748/wjg.v20.i41.15253
9. Erden A, Ormeci N, Fitoz S, Erden I, Tanju S, Genc Y. intraabiliary rupture of hepatic hydatid cysts: diagnostic accuracy of MR cholangiopancreatography. *AJR Am J Roentgenol.*2007;189:W84-W89 doi:10.2214/AJR.07.2068
10. Ufuk F, Duran M. . intrabiliary rupture of a hepatic hydatid cyst leading to biliary obstruction, cholangitis, and septicemia. *J Emeeg Med.*2018;54:e15-e17 doi:10.1016/j.jemermed.2017.09.009
11. Yücesoy AN, Poçan S. Secondary gallbladder hydatidosis and nonfragmented germinative membrane sourced obstructive jaundice caused by intrabiliary ruptured hepatic hydatid cyst (a case report): two rare complication of the intrabiliary ruptured hepatic hydatid cyst. *Hepatobiliary Surg Nutr.* 2014 Aug;3(4):209-11. doi: 10.3978/j.issn.2304-3881.2014.07.05. PMID: 25202699; PMCID: PMC4141288.

# ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ НА ЧЕРНОДРОБЕН АБСЦЕС. КЛИНИЧЕН СЛУЧАЙ

НИКОЛА БОЯНОВ<sup>1</sup>, КАТЕРИНА МАДЖАРОВА<sup>2</sup>, КАТИНА ЩЕРЕВА<sup>2</sup>,  
АЛЕКСАНДЪР БАЛАБАНСКИ<sup>2</sup>, НИКОЛАЙ СТОЙНОВ<sup>2</sup>, ДАЯНА ИВАНОВА<sup>2</sup>,  
АСЕН ЙОТОВСКИ<sup>2</sup>

1. Медицински симулационен тренировъчен център, Медицински университет Пловдив,  
Пловдив, България

2. Отделение по гастроентерология, УМБАЛ Пълмед, Пловдив, България

*nikolaboyanov@gmail.com, katerina.madzarova@gmail.com, katinashtereva@gmail.com,  
Alexmedpld9302@gmail.com,*

Тел. Д-р Маджарова: 0888275508, Тел Д-р Балабански: 0899619913

**Резюме:** Чернодробният абсцес е остро или хронично протичащо гнойно-некротично огнищно заболяване. Два са срещаните патогенетични механизми – хематогенен начин на дисеминация и по дукталната система. Чернодробните абсцеси не са ежедневна находка в съвременната практика. Най-често се среща при мъже между втора и четвърта декада от живота. По световни данни около 60% от абсцесните кухини за солитарни, разположени в десен чернодробен дял. Клиничната картина включва болка в дясно подребрие, ирадираща към гърба, фебрилитет, обща отпадналост. При своевременно адекватно лечение, приложение на антибиотична терапия и реанимационни мероприятия смъртността все още възлиза около 5-30% в развитите страни.

Представяме клиничен случай на 58 годишен мъж, постъпващ в отделението по повод на астено-адинамичен и коремно-болков синдром и редукция на телло. Анамнестични данни за амбулаторно установена и лекувана пневмония преди два месеца. От проведените конвенционална абдоминална ехография и контраст-усилена ехография се откри хипоехогенна формация 105x112мм, обхващаща почти целият ляв чернодробен дял с характеристика на абсцес. Комплексното лечение включваше поставяне на перкутанен дренаж под ехографски контрол, интракавитарна и серия от венозни контраст-усилени ехографии, терапия по антибиограма и реанимационни мероприятия

**Ключови думи:** абсцес, дренаж, контрастно-усилена ехография

## HEPATIC ABSCESS: DIAGNOSIS AND MANAGEMENT CASE REPORT

NIKOLA BOYANOV<sup>1,2</sup>, KATERINA MADZHAROVA<sup>2</sup>, KATINA SHTEREVA<sup>2</sup>,  
ALEKSANDAR BALABANSKI<sup>2</sup>, NIKOLAI STOYNOV<sup>2</sup>, DAYANA IVANOVA<sup>2</sup>,  
ASEN YOTOVSKI<sup>2</sup>

1. Medical Simulation Training Center at Research Institute of Medical University of Plovdiv,  
Plovdiv, Bulgaria

2. Department of gastroenterology, Pulmed University Hospital, Plovdiv, Bulgaria

**Abstract:** A liver abscess is a suppurative cavity in the liver, resulting from the invasion and multiplication of microorganisms. There are two most common pathogenic mechanisms:

*entering directly from an injury through the blood vessels or by the way of the biliary ductal system. Nowadays liver abscesses are not common finding in the clinical practice. Liver abscess can be found more commonly in men between 20<sup>th</sup> and 40<sup>th</sup> decade. Approximately 60% of them are solitary and are mainly located in the right lobe of the liver. Clinical manifestations of the liver abscess include pain in the right upper abdominal quadrant, that may refer to the scapular region, fever (38-40°C) and general weakness. Untreated pyogenic liver abscess remains uniformly fatal. With timely administrations of antibiotics and drainage procedures, mortality occurs in 5-30%. The most common causes of death include sepsis, hepatic and multiorgan failure.*

*We present a 58-year old male admitted to the GE Department with general weakness, weight loss – 25 kg in a month, pain in the right-sided upper back and right upper abdominal quadrant. He also reported about an antibiotics treatment course for pneumonia two months ago. Abdominal US confirmed a hypoechogenic mass 105x112 mm, occupying the entire left lobe of the liver. A CEUS was performed that showed typical signs of liver abscess – peripheral ring with no central enhancement. The US was followed by drainage of 200 ml puss and intracavitary CEUS that resulted in diffuse hyperenhancement. Liver drainage was performed with PerkuCess pigtail Drainage Catheter. Further CEUS procedures were used to detect residual abscess.*

**Key words: abscess, ceus, drainage,**

## 1. Въведение

Чернодробният абсцес е остро или хронично протичащо гнойно-некротично огнищно заболяване. Два са срещаните патогенетични механизми – хематогенен начин на дисеминация, най-често през порталното кръвообращение и по дукталната система. Бактериалните чернодробни абсцеси са около 80% от всички чернодробни абсцеси [1]. Те могат да възникнат вследствие на интраабдоминална бактериална инфекция, която контаминира и билиарния тракт или вторично вследствие на сигмоидит и апендицит. Етиологията включва жлъчно-панкреасна патология като холангит и холецистит, исхемия на главния жлъчен канал вследствие на панкреатодуодектомия, чернодробна трансплантация или травматично. Чернодробният абсцес, макар и рядко, може да възникне при септично състояние при предходно здрав чернодробен панкреас или при вече подлежаща патология – билеми, кисти, некротизирани чернодробни метастази [2]. Рисковите фактори за развитие включват чернодробна цироза, мъжки пол. Употребата на инхибитори на протонната помпа за период от 90 дни повишава значително Рh в стомаха, което води до нарушение в защитните механизми срещу патогенни микроорганизми и

предразположение към тънкочревен бактериален свръхрастеж [3]. Микробиологичните причинители са най-често Грам негативни *Escherichia coli* 22,2%, *Klebsiella pneumoniae* 19%, *Enterobacter cloacae* 12,7% 12,7% 6,3%. От Грам положителните микроорганизми водещо значение в етиологията има *Enterococcus faecalis* 7,9%. (4)

Клиничната картина е неспецифична в повечето случаи и включва болка в дясно подребрие, ирирадираща към гърба, фебрилитет, обща отпадналост. Отклонения в параклиниката като цитолиза, холестаза, хипербилирубинемия, левкоцитоза са възможни, но не се наблюдават при всички случаи на чернодробен абсцес. Образните изследвания като Компютърно-аксиална томография и абдоминална ехография са основните методи за диагностика. Лечението е комплексно и включва емпирична антибиотична терапия, такава по антибиограма, перкутанен или хирургичен дренаж и овладяване на подлежащата патология. Поставянето на перкутанен pigtail дренаж показва по-добри дълготрайни резултати при лечението от перкутанната иглена аспирационна биопсия. [5,6]

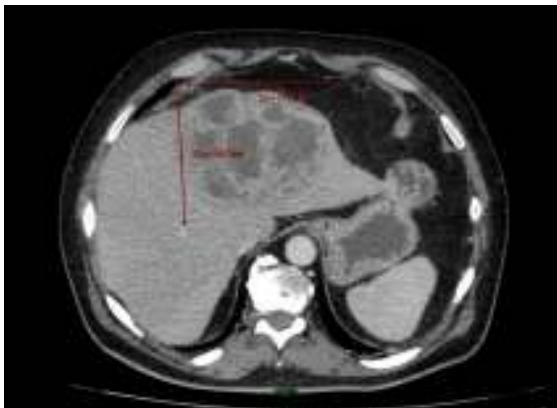
## 2. Клиничен случай:

Мъж на 58 години постъпва в отделението по Гастроентерология на УМБАЛ „Пълмед“ повод обща отпаднаост, астено-адинамия, отслабване до 25kg за един месец, болка в кръста и дясно подребрие. Анамнестични данни за амбулаторно установена и лекувана пневмония преди два месеца. От физикален преглед и параклинично се установиха тахикардия, субфебрилитет, левкоцитоза до  $30 \times 10^9/L$ , трикратно завишени трансаминази. Използваните образни изследвания за доказване на чернодробният абсцес включват конвенционална абдоминална ехография, КУЕ, интракавитарна КУЕ и компютърно-аксиална томография. От проведените конвенционална абдоминална ехография бе установено, че левият лоб е изцяло ангажиран от няколко хипо до аехогенни големи формации, някои конфлуиращи с общи размери 105x112мм. От извършената компютърно -аксиална томография се потвърди, че левият лоб е ангажиран от разнокалибрени, налобени, с видима стена лезии с течностна характеристика.

**Фиг.1.**

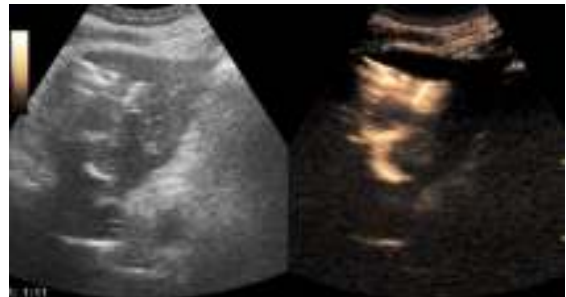


**Фиг.2.**



Лезията показва типично поведение по време на контрастно-усилената ехография с наличие на аехогенни зони с хиперконтрастиране по периферията и аконтрастиран център по време на артериална фаза. В портална и венозна фаза в изоконтрастни здрав чернодробен паренхим с големи аконтрастирани зони, повечето конфлуиращи. На следващ етап бе постаевн перкутанен черноддробен дренаж под УЗ контрол PerkuCess pigtail 8.5 F/ 30cm, извърши се евакуация на 200мл гноевидна течност, последвана от поетапен лаваж с 1000мл NaCl 0,9%. Извърши се интракавитарна КУЕ, която потвърди комуникация между отделните абсцесни кухини.

**Фиг.3.**



От аспирата от абсцесната кухина се изолира *Escherichia coli*, проведе се лечение по антибиограма.

### 3. Дискусия

Диагностиката и лечението на пиогенния чернодробен абсцес е все още актуален проблем в медицината. В миналото водеща причина е била пилефлебитен и паразитарен абсцес, в наши дни тя е усложнената жлъчно-каменната болест (39,8%) и интервенциите върху екстрахепаталните жлъчни пътища (25,2%) [4]. За пръв път чернодробен абсцес е бил описан от Хипократ през 400 пр.н.е. В миналото пиогенният черноддробен абсцес се е свързвал с висок процент смъртност и лечение чрез отворен хирургичен дренаж. С развитието на по- високотехнологични образни методики и по- голяма пордължителност на живота пиковите декади за развитие на черноддробен

абсцес са между 60 и 70 годишна възраст. [1] Нелекуван, чернодробният абсцес все още завършва фатално поради усложнения като сепсис, вторичен перитонит вследствие на разкъсване на абсцесната кухина в плевралното или перитонеалното пространство. Приложението на системни антибиотици остава задължителна част от комплексното лечение. Изборът на емпирична терапия трябва да бъде базиран на най-вероятния причинител и де бъде широкоспектърна. Препоръчителната продължителност на антибиотичната терапия е от 2 до 3 седмици или до клинично и биохимично подобрене на пациента. [7] Тенденциите в лечението на чернодробните абсцеси все повече клонят към нехирургичните минимално инвазивни техники, по-щадящи за пациента, с минимален болничен престой. [8]

#### 4. Заключение

Контрастно-усилената ехография с интракавитарно приложение през поставен перкутанно дрен при чернодробен абсцес е високо информативна за вида и големината на абсцесната кухина, което спомага за своевременната и правилна преценка за най-правилният метод на дренаж.

#### 5. Библиография:

1. Krige JE, Beckingham IJ: ABC of diseases of liver, pancreas, and biliary system. *BMJ*. 2001, 322 (7285): 537-540. [10.1136/bmj.322.7285.537](https://doi.org/10.1136/bmj.322.7285.537)
2. S. Lardière-Deguelte, E. Ragot, K. Amroun, T. Piardi, S. Dokmak, O. Bruno, F. Appere, A. Sibert, C. Hoeffel, D. Sommacale, R. Kianmanesh, Hepatic abscess: Diagnosis and management, *Journal of Visceral Surgery*, Volume 152, Issue 4, 2015, Pages 231-243, ISSN 1878-7886, <https://doi.org/10.1016/j.jvisurg.2015.01.013>.
3. Wang YP, Liu CJ, Chen TJ, Lin YT, Fung CP. Proton pump inhibitor use significantly increases the risk of cryptogenic liver abscess: a population-based study. *Aliment Pharmacol Ther*. 2015 Jun;41(11):1175-81. doi: 10.1111/apt.13203. Epub 2015 Apr 13. PMID: 25871643.
4. Thesis Summary\_Atanas Lisnichkov\_2018.pdf, ENGLISH Extended Abstract of a PhD, thesis\_Atanas Lisnichkov\_2018.doc, BIBLIOGRAPHY of a PhD Thesis.docx
5. Sonographically Guided Percutaneous Catheter Drainage Versus Needle Aspiration in the Management of Pyogenic Liver Abscess /Enver Zerem1 and Amir Hadzic/ *American Journal of Roentgenology* 2007
6. Singh, Sukhjeet & Chaudhary, Poras & Saxena, Neeraj & Khandelwal, Sachin & Datta Poddar, Deva & C Biswal, Upendra. (2013). Treatment of liver abscess: Prospective randomized comparison of catheter drainage and needle aspiration. *Annals of gastroenterology : quarterly publication of the Hellenic Society of Gastroenterology*. 26. 332-339.
7. Heneghan, H.M., Healy, N.A., Martin, S.T. *et al*. Modern management of pyogenic hepatic abscess: a case series and review of the literature. *BMC Res Notes* 4, 80 (2011). <https://doi.org/10.1186/1756-0500-4-80>
8. Sonographically Guided Percutaneous Catheter Drainage Versus Needle Aspiration in the Management of Pyogenic Liver Abscess; Enver Zerem and Amir Hadzic; *American Journal of Roentgenology* 2007 189:3, W138-W142

# КЛИНИЧЕН СЛУЧАЙ НА ЦЕНКЕРОВ ДИВЕРТИКУЛ СЪПЪТСТВАЩ АХАЛАЗИЯ. ЛЕЧЕНИЕ ЧРЕЗ РОЕМ И СЕПТОТОМИЯ НА ЦЕНКЕРОВИЯ ДИВЕРТИКУЛ

НИКОЛА БОЯНОВ<sup>1,2</sup>, КАТИНА ЩЕРЕВА<sup>2</sup>, АСЕН ЙОТОВСКИ<sup>2</sup>,  
КАТЕРИНА МАДЖАРОВА<sup>2</sup>, НИКОЛАЙ СТОЙНОВ<sup>2</sup>, ДАЯНА  
ИВАНОВА<sup>2</sup>, ИВАН ЯНКОВ<sup>3,4</sup>

1. Медицински симулационен тренировъчен център, Медицински университет  
Пловдив, Пловдив, България
  2. Отделение по Гастроентерология, УМБАЛ „Пълмед“ ООД, Пловдив,  
България
  3. Катедра по педиатрия и медицинска генетика, Медицински университет  
Пловдив, Пловдив, България
  4. Отделение по педиатрична гастроентерология, УМБАЛ „Св. Георги“,  
Пловдив, България
- nikolaboyanov@gmail.com ; yotovski28@gmail.com ; katinashtereva@gmail.com*  
Тел. Д-р Йотовски - +359878455117

**Резюме:** Ахалазията е мотилитетно нарушение на хранопровода с неясна етиология. В патогенезата на заболяването влизат невродегенеративни процеси в *plexus myentericus*. Клинично се установява комбинация от липса на перисталтика на хранопровода и повишено налягане на долния езофагаален сфинктер, следствие на което се появяват редица симптоми, основен от които е дисфагията. Поради повишеното налягане на долния езофагаален сфинктер се повишава и налягането в хранопровода, което допринася за развитието на дивертикули на хранопровода. Представяме случай на 41-годишен мъж диагностициран с ахалазия и ценкеров дивертикул. Пациента бе лекуван ендоскопски чрез перорална ендоскопска миотомия комбинирана със септотомия на дивертикула. Бе постигнат отличен ефект и подобрене на качеството на живот

**Ключови думи:** Ахалазия, Дисфагия., Ендоскопско лечение, ПОЕМ, Септотомия, Ценкеров дивертикул

## A RARE COMBINATION OF ACHALASIA AND ZENKER DIVERTICULUM TREATED WITH POEM AND SEPTOTOMY: CASE REPORT

NIKOLA BOYANOV<sup>1,2</sup>, KATINA SHTEREVA<sup>2</sup>, ASEN YOTOVSKI<sup>2</sup>,  
KATERINA MADZHAROVA<sup>2</sup>, NIKOLAI STOYNOV<sup>2</sup>, IVAN  
YANKOV<sup>3,4</sup>

1. Medical Simulation Training Center at Research Institute of Medical University  
of Plovdiv, Plovdiv, Bulgaria
  2. Department of Gastroenterology, Pulmed University Hospital, Plovdiv Bulgaria
  3. Department of Pediatrics and Medical Genetics, Medical University of Plovdiv,  
Plovdiv, Bulgaria
  4. Department of Pediatric Gastroenterology, University Hospital “St. George”,  
Plovdiv
- nikolaboyanov@gmail.com ; yotovski28@gmail.com ; katinashtereva@gmail.com*

**Abstract:** *Achalasia is a motility disorder with unknown etiology. Its pathogenesis revolves around neurogenerative damage in the plexus myentericus. A combination of aperistalsis of the esophagus and hypertension of the lower esophageal sphincter, that leads to a number of symptoms, most cardinal being dysphagia. Due to the hypertension of the lower esophageal sphincter, the pressure in the esophagus increases resulting in the formulation of diverticula. We present a case of a 41-year-old male diagnosed with achalasia combined with Zenker diverticulum. Both of the pathological conditions were threated endoscopically using peroral endoscopic myotomy alongside with septotomy of the diverticulum. The results were excellent and the quality of life of the patient has risen up significantly.*

**Key words:** *Achalasia, POEM, Dysphagia, Endoscopic treatment, Septotomy, Zenker diverticulum*

## 1. Въведение

Ахалазията е мотилитетно нарушение на хранопровода с неясна етиология. [1] Честотата му е около 1.6 на 100 000, което го прави рядко заболяване. [2] В основата на патогенезата на ахалазията стоят дегенеративни процеси в plexus myentericus, който довеждат до аперисталтика на хранопровода и повишено налягане на долния езофагиален сфинктер (ДЕС). [3] Повишеното вътрелуменно налягане на хранопровода може да доведе до развитието на пулсационни дивертикули, какъвто е Ценкеровият дивертикул. [4] От своя страна, Ценкеровият дивертикул също е рядко заболяване с честота 3 на 100 000 души. [5].

Представяме клиничен случай на пациент с комбинация от тези две редки заболявания на хранопровода, третиране ендоскопски с добри резултати.

## 2. Клиничен случай

Касае се за 41-годишен мъж с оплаквания от дисфагия, регургитация и нощна кашлица датиращи 12 месеца, и диагностицирана ахалазия, чрез образни изследвания. Съобщава осезаема редуция на тегло-около 10 килограма на фона на запазен апетит. Без придружаващи заболявания и без рискови фактори. При постъпването е в задоволително общо състояние и ВМІ-19.6. От проведеното контрастно изследване на горен ГИТ с DC-Bar се установява силно дилатиран хранопровод до 46 мм, а в областта на кардиата стеснен, нишковиден образ оформящ характерният рентгенографски образ - т.нар ‘’клон на птица‘’ [3]. Извърши се езофагогастроскопия с данни за дивертикул на 15 см.

Взе се решение освен предвидената перорална ендоскопска миотомия, да се извърши и септотомия на ценкеровия дивертикул. Терапевтичната процедура започна с направата на субмукозен тунел от дистален езофаг до 2 см

под гастроезофагеалната връзка, последван от извършването на full-tickness миотомия на мускулите на долния езофагеален сфинктер, след което субмукозният тунел се затвори с 6 EZ клипса. Накрая се извърши директна септотомия, до основата на ценкеровия дивертикул и се поставиха 2 EZ клипса за профилактика на перфорации и възпаление.

Постпроцедурният период протече гладко и не се отчетоха сериозни странични ефекти. При изписването пациента беше с редуцирани оплаквания от дисфагия, ретненографски данни за проходим хранопровод и кардия и редуциран Eckardt скор През последните 30 дни е в стабилно състояние и без съществени оплаквания от амбулаторното му проследяване.

## 3. Дискусия

Въпреки че Ценкеровият дивертикул се свързва главно с крикофаренгиална ахалазия, която се дължи на липсата на релаксация на горния езофагеален сфинктер. при литературният си обзор открихме две публикации с данни за общо трима пациента с комбинация от ценкеров дивертикул и езофагеална ахалазия. [6,7] Връзката между двете редки заболявания най-вероятно се дължи на факта, че повишаването на интралуменното налягане на хранопровода води до отслабване на крикофаренгиалната мускулатура, което от своя страна довежда до формацията на Ценкеров дивертикул. [8]

Относно лечението на двете състояния предпочетохме иновативните ендоскопски техники, за сметка на хирургичните. Пероралната ендоскопска миотомия (РОЕМ) при ахалазия в последните две десетилетия набра популярност и се доказва като супериорния метод за лечение на ахалазия. По данни на мета проучвания РОЕМ е еквивалентна и дори предпочитана в сравнение с миотомията по Хелер, като се вземат предвид цената,



продължителността на болничния престой и страничните ефекти. [9,10] Поради неголемия размер на Ценкеровия дивертикул се спряхме на флексибилна директна септотомия пред Z-ПОЕМ и ригидна септотомия. Флексибилната септотомия е показана като по-безопасна в сравнение с ригидната [11]. Към Z-ПОЕМ не пристъпихме, поради вероятно изхождащата причина за повишеното интралуминално налягане от долния езофагеален сфинктер, а не от горния. [8]

#### 4. Заключение

Ценкеровият дивертикул и ахалазията са две редки заболявания, които могат да се изявят като съпътстващи патологии. Съществуват теории за патогенетична връзка между двете състояния, които не са потвърдени заради малкия брой случаи. Комбинацията от тези състояния може да бъде успешно лекувана чрез иновативни ендоскопски методики с добри резултати

#### ЛИТЕРАТУРА

- Schlottmann F, Patti MG. Esophageal achalasia: current diagnosis and treatment. *Expert Rev Gastroenterol Hepatol.* 2018 Jul;12(7):711-721. doi: 10.1080/17474124.2018.1481748. Epub 2018 Jun 8. PMID: 29804476.
- Sadowski DC, Ackah F, Jiang B, Svenson LW. Achalasia: incidence, prevalence and survival. A population-based study. *Neurogastroenterol Motil.* 2010 Sep;22(9):e256-61. doi: 10.1111/j.1365-2982.2010.01511.x. Epub 2010 May 11. PMID: 20465592.
- Кръстев З., Чернев К. Болести на храносмилателната система, Том 1 Гастроентерология, 1997г, стр 252-253
- Sonbare DJ. Pulsion Diverticulum of the Oesophagus: More than just an Out Pouch. *Indian J Surg.* 2015 Feb;77(1):44-8. doi: 10.1007/s12262-013-0955-8. Epub 2013 Aug 2. PMID: 25829711; PMCID: PMC4376845.
- Uoti S, Andersson SE, Robinson E, Räsänen J, Kytö V, Ilonen I. Epidemiology and Management of Zenker Diverticulum in a Low-Threshold Single-payer Health Care System. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2022;148(3):235–242. doi:10.1001/jamaoto.2021.3671
- Sayles, M., Harrison, L., McGlashan, J. A., & Grant, D. G. (2013). Zenker's diverticulum complicating achalasia: a 'cup-and-spill' oesophagus. *BMJ case reports,* 2013, bcr2013200702. <https://doi.org/10.1136/bcr-2013-200702>
- Jones, B., Donner, M.W., Rubesin, S.E. et al. Pharyngeal findings in 21 patients with achalasia of the esophagus. *Dysphagia* 2, 87–92 (1987). <https://doi.org/10.1007/BF02408139>
- Zhang ZG, Diamant NE. Repetitive contractions of the upper esophageal body and sphincter in achalasia. *Dysphagia.* 1994 Winter;9(1):12-9. doi: 10.1007/BF00262753. PMID: 8131419.
- Cappell MS, Stavropoulos SN, Friedel D. Updated Systematic Review of Achalasia, with a Focus on POEM Therapy. *Dig Dis Sci.* 2020 Jan;65(1):38-65. doi: 10.1007/s10620-019-05784-3. Epub 2019 Aug 27. PMID: 31451984.
- Sanaka MR, Hayat U, Thota PN, Jegadeesan R, Ray M, Gabbard SL, Wadhwa N, Lopez R, Baker ME, Murthy S, Raja S. Efficacy of peroral endoscopic myotomy vs other achalasia treatments in improving esophageal function. *World J Gastroenterol.* 2016 May 28;22(20):4918-25. doi: 10.3748/wjg.v22.i20.4918. PMID: 27239118; PMCID: PMC4873884.
- Al Ghamdi SS, Farha J, Moran RA, Pioche M, Moll F, Yang DJ, Hernández Mondragón OV, Ujiki M, Wong H, Tantau A, Sedarat A, Fejleh MP, Chang K, Lee DP, Nieto JM, Andrawes S, Ginsberg GG, Saumoy M, Bapaye A, Dashatwar P, Aghaie Meybodi M, Lopez AC, Sanaei O, Yousaf MN, Jovani M, Ichkhanian Y, Brewer Gutierrez OI, Kumbhari V, O'Rourke AK, Lentsch EJ, Elmunzer BJ, Khashab MA. Zenker's peroral endoscopic myotomy, or flexible or rigid septotomy for Zenker's diverticulum: a multicenter retrospective comparison. *Endoscopy.* 2022 Apr;54(4):345-351. doi: 10.1055/a-1518-7223. Epub 2021 Jul 1. PMID: 34198355.

# ПОДХОДИ ЗА НАМАЛЯВАНЕ СЪДЪРЖАНИЕТО НА СОЛ В СИРЕНЕ

АЛЕКСАНДЪР БАЛАБАНОВ<sup>1\*</sup>, ГАЛИН ИВАНОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Университет по хранителни технологии, Катедра „Технология на млякото и млечните продукти“

a\_balabanov@uft-plovdiv.bg\*; ivanovgalin.uft@gmail.com

**Резюме:** Натриевият хлорид (NaCl) е основна хранителна добавка, която намира широко приложение за консервиране и овкусяване на храните. През последните две десетилетия основен проблем сред здравните агенции по целия свят е прекомерната употребата на готварска сол в хранително-вкусовата промишленост. Налице са многобройни доказателства, че възникването на различни заболявания при хората се свързват с консумацията на сол. Целта на тази обзорна статия е да се разгледат съществуващите към настоящия момент различни технически и технологични подходи за разработване на сирена с намалено съдържание на сол, без да се рефлектира върху качеството и безопасността на готовия продукт.

**Ключови думи:** понижаване на количество сол, сирене, безопасност

## APPROACHES TO REDUCE SALT CONTENT IN CHEESE

ALEXANDER BALABANOV<sup>1\*</sup>, GALIN IVANOV<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Food Technologies, Department “Technology of milk and dairy products”

a\_balabanov@uft-plovdiv.bg\*; ivanovgalin.uft@gmail.com

**Abstract:** Sodium chloride (NaCl) is a food additive, which is widely used to increase the storage stability and the organoleptic quality of foods. Though, in last two decades major concern among the health agencies in the whole world are excessively quantity of table salt used in foods industry. There is evidence that the salt consumption is associated with mostly linked to various diseases in humans. The purpose of this review is to provide an insight explored various technical and technological approaches to the development cheeses reduced salt content without reflected on the quality and safety of finished products.

**Key words:** salt reduction, cheese, safety

### 1. Въведение

По своята същност храната е основен и най-важен външен регулатор на процесите отговорни за развитие на човешкия организъм. Налични са проучвания, които доказваха, че неправилния подход при избора на храни може да провокира трайни изменения в организма, свързани с неблагоприятни последици за здравето на човека [1].

Съдържанието на сол в храните е обект на задълбочени дискусии от експерти в областта на науката, медицината и хранително-вкусовата промишленост. Информираността на потребителите, относно ползите и вредите от солта на българската трапеза е от първостепенно значение за правилния избор на подходяща храна и възможността да се редуцират в голяма

степен неблагоприятните последици от прекомерна ѝ употреба.

Количеството на добавената сол в храните е ключов фактор в здравословното хранене на населението и водеща тема в съвременната диететика. Нови статистически данни показват, че България е на второ място в света по употреба на сол. Масовата ѝ консумация достига над 9 g дневно, а препоръчителния прием е под 5 g на ден [2,3].

Консумацията на значителни количества сол води до сериозен риск от развитие на сърдечно-съдови заболявания, високи стойности на артериалното кръвно налягане, инфаркт, инсулт, бъбречна недостатъчност и др. [4-8]. С цел превенция и редуция на заболяванията е нужно постепенно понижаване и преформулиране на рецептурния състав на

храните с високо съдържание на сол, както и създаване на разнообразна гама продукти с ниско съдържание на сол.

Млякото и млечните продукти се отнасят към незаменимите за човека хранителни продукти, защото са лесно усвоими, с балансиран състав на основни хранителни вещества - протеини, въглехидрати, мазнини, минерални соли, витамини и ензими. Между съществуващото разнообразие на млечни продукти, сиренето е основен източник на сол от 3,8÷11,0% в Америка [9] до 10% в Германия и 7,5% в Швейцария [10], от 4,0÷7,0% в Австралия [11,12] между 3,2 и 5,4% в Канада [13] и 4,0% в Англия [14]. Според данни на FAO [15] потреблението на сиренето се увеличава в световен мащаб, а основен източник на натрий в сиренето е от съдържанието на сол в продукта [16].

Това предполага необходимостта от намаляване нивото на NaCl в различни видове сирена. Освен това трябва да се подчертае, че солта е основна съставка в сиренето, по отношение на технологичните и органолептичните му характеристики.

## **2. Основни подходи за намаляване на съдържанието на сол в сиренето**

Основните проучвания са фокусирани върху подходи за контрол на физикохимичния състав на сиренето и условията за осоляване:

### **2.1. Намаляване количеството на сол в сиренето [17-25].**

Един от най-лесно приложимите методи в сиренарското производство е понижаване на количеството на солта в сиренето, което обаче се отразява негативно върху качеството и безопасността му [26]. Проучванията показват, че най-голям интерес е фокусиран при изследване на полумаслени сирена с ниско съдържание на сол [19-31], в сравнение с нискомаслените и обезмаслените сирена [32,33].

### **2.2. Частична или пълна замяна на солта със смеси с ниско съдържание на натрий (KCl, CaCl<sub>2</sub> или MgCl<sub>2</sub>) или употребата на подобрители на вкуса [20-42].**

Проведени са многобройни изследвания с цел получаването на сирена с намалено съдържание на натриев хлорид. За постигането на това изискване през последните години са използвани различни заместители на готварската сол. Като заместители на NaCl са използвани KCl, MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub> и NH<sub>4</sub>Cl, но всеки от тях има своите недостатъци [43]. Всеки заместител на натриевия хлорид използван за производството на хранителни продукти трябва да удовлетворява определени изисквания, като в

същото време не се прави компромис с безопасността и с качеството на крайния продукт [44]. Намирането на подходящ заместител на натриевия хлорид е трудно предвид чистия солен вкус, който притежава. Независимо от това KCl е най-широко използвания заместител на NaCl [45], но неговата употреба е частична до 30%, тъй като по-високите дози придават горчив и метален послевкус на сиренето [20,46,47].

Когато концентрацията на сол в сиренето се намали чувствително и/или бъде частично заместена с друга сол, протеолизата, водната активност, горчивият вкус и киселинността нарастват, а твърдостта и соления вкус на продукта намаляват. При понижаване съдържанието на готварската сол в сирената е възможно развитието и на нетипична ферментация [48-50].

Задълбочени научни изследвания са проведени за сирена с намалено съдържание на сол с добавка на мононатриев глутамат (MSG), инозин монофосфат (IMP) или екстракт от дрожди и хидролизиран растителен протеин (HVP), като подобрители на вкуса [51]. Тяхната основна роля е да маскират горчивия привкус и да активират на т. нар. вкусов рецептор „умами“ при консуматорите [52]. Според Insawang [53] редуцирането на съдържанието на натрий в сиренето и добавката на подобрители на вкуса са свързани с негативни последици върху здравето на консуматорите, затова тяхната употреба е строго ограничена.

### **2.3. Прилагане на алтернативни процеси като високо хидростатично налягане (НРР) [54,55].**

Прилагането на НРР обработка върху хранителни продукти корелира със запазване качеството на храните, удължен срок на годност и максимална свежест и аромат на продуктите. За производството на сирене с намалено съдържание на сол се използва метода на НРР обработка [56-58]. При този метод се наблюдават определени структурни модификации на протеиновите връзки в сиренето и сензорния профил [59,60].

### **2.4. Частична или пълна замяна на емулгаторни соли на базата на натрий със соли на калий [61-63].**

Високото съдържанието на натрий в топените сирена достига стойности до над 1500 mg/100g, което се дължи на употребата на емулгаторни соли [64]. Екип начело с Hoffmann [65] са разработили технология за производство на топени блок сирена с намалено съдържание на натрий, като за целта се използва емулгиращ

агент, в който 1g от този препарат съдържа 0,39–0,55 % натрий и 0,47–0,72% калий.

**2.5. Употреба на хидроколоиди** [66,67]. Møller [18] и Johnson [26] провеждат опити за производство на сирене с ниско съдържание на сол и повишено водно съдържание, чрез използване на суроватъчни протеини и хидроколоид. Установено, е че в процеса на зреене се намалява степента на омрежване на казеина, като се понижава нивото на калциевия фосфат и се увеличава хидролизата на протеините.

Всички подходи за намаляване на нивата на сол в сиренето представляват многоизмерим проблем, определящ се от комплекс от фактори – вид, технологична обработка, състав и свойства на зрялото сирене и др. [68].

### 3. Заключение

Количеството на солта при различните видове сирена варира в широки граници. От технологична гледна точка намаляването съдържанието на сол в сирената ще бъде основна задача и голямо предизвикателство за науката и практиката. Бъдещите изследвания ще трябва да се фокусират върху интеграцията на различни подходи за подобряване на качеството и безопасността на сирената с намалено съдържание на сол. От значение е да се гарантира, че замената на една съставка с друга или коригиране на даден параметър в технологията на производство ще доведе до подобряване на качествените характеристики на крайния продукт.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Найденова, Д. (2020). Майчино хранене и фетално програмиране на метаболитни нарушения. Сборник с доклади на Юбилейна научна конференция с международно участие „Нови подходи в общественото здраве и здравната политика“, стр. 15-19, Медицински Университет, 26-28 Ноември, Плевен.
2. Flock M. & P. Kris-Etherton (2011). Dietary Guidelines for Americans 2010: Implications for Cardiovascular Disease. Nutrition (William S. Harris, Section Editor). Current Atherosclerosis Reports, 13:499–507.
3. World Health Organization (WHO) (2012). Guidelines: Sodium intake for adults and children. Geneva, Switzerland: Author. Wisniewska, K., Reys, A., Jarmul, I., & Babuchowski, A. (1990). An influence of salt content in cheese on the extent of their proteolysis. Brief Communications of the XXIII International Dairy Congress, Montreal, October 8–12, Vol. I. 200.
4. Turck, D., J.Castenmiller, S. de Henauw, K. Hirsch-Ernst, J. Kearney, K. Knutsen, A. Maciuk,; I. Mangelsdorf, J. McArdle (2019). Scientific Opinion on the dietary reference values for sodium. EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens); EFSA J., 17: 5778.
5. Cruz, A., F. Faria, R. Pollonio, A. Bolini, S. Celeghini, D. Granato, P. Shah (2011). Cheeses with reduced sodium content: Effects on functionality, public health benefits and sensory properties. Trends in Food Science & Technology, 22(6): 276-291.
6. Aburto J., A. Ziolkovska, L. Hooper, P. Elliott, P. Cappuccio, J. Meerpohl, (2013). Effect of lower sodium intake on health: Systematic review and meta-analyses. British Medical (Association) Journal, 346(3): f1326.
7. Farquhar B., G. Edwards, T. Jurkowitz, S. Weintraub (2015). Dietary sodium and health: More than just blood pressure. Journal of the American College of Cardiology, 65(10): 1042–1050.
8. MacFarlane, J., E. Cogswell, M. de Jesus, S. Greene-Finestone, M. Klurfeld, C. Lynch, Joint Canada-US Dietary Reference Intakes Working Group (2019). A report of activities related to the dietary reference intakes from the joint Canada-US dietary reference intakes working group. The American journal of clinical nutrition, 109(2): 251–259.
9. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2012). Vital signs: Food categories contributing the most to sodium consumption United States, 2007–2008. Morbidity and Mortality Weekly Report, 61(5): 92–98.
10. Bisig, W. (2017). The importance of salt in the manufacturing and ripening of Cheese. Brussels, Belgium: International Dairy Federation.
11. Charlton, K., H. Yeatman, F. Houweling, S. Guenon, (2010). Urinary sodium excretion, dietary sources of sodium intake and knowledge and practices around salt use in a group of healthy Australian women. Australian and New Zealand Journal of Public Health, 34(4): 356– 363.
12. Crimes et al., 2011.
13. Fischer, W., M. Vigneault, R. Huang, K. Arvaniti, P. Roach, (2009). Sodium food sources in the Canadian diet. Applied

- Physiology, Nutrition, and Metabolism, 34(5): 884–892.
14. Hashem, M., J. He, H. Jenner, A. MacGregor, (2014). Cross-sectional survey of salt content in cheese: A major contributor to salt intake in the UK. *British Medical (Association) Journal (BMJ Open)*, 4(8): e005051.
  15. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2014) FAO statistics division (FAOSTAT), World food and agriculture.
  16. Collucci, C. (2013). Um quarto do sódio ingerido no país vem de comida processada. *Folha de São Paulo*.
  17. El-Bakry, M. (2012). Salt in cheese: A review. *Current Research in Dairy Sciences*, 4(1), 1–5.
  18. Møller K (2012) Salt reduction in Cheddar cheese: exploring the potential of lactic acid bacteria and coagulants in restoring flavour and texture. PhD thesis, University of Copenhagen, Denmark
  19. Rulikowska, A., N. Kilcawley, A. Doolan, M. Alonso-Gomez, B. Nongonierma, A. Hannon, G. Wilkinson, (2013). The impact of reduced sodium chloride content on Cheddar cheese quality. *International Dairy Journal*, 28(2): 45–55.
  20. Grummer, J., N. Bobowski, M. Karalus, Z. Vickers, T. Schoenfuss (2013). Use of potassium chloride and flavor enhancers in low sodium Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, 96(3): 1401-1418.
  21. Ganesan, B., K. Brown, A. Irish, C. Brothersen, J. McMahon (2014). Manufacture and sensory analysis of reduced-and low-sodium Cheddar and Mozzarella cheeses. *Journal of Dairy Science*, 97(4): 1970-1982.
  22. Henneberry, S., G. Wilkinson, N. Kilcawley, M. Kelly, P. Guinee (2015). Interactive effects of salt and fat reduction on composition, rheology and functional properties of mozzarella-style cheese. *Dairy Science & Technology*, 95(5): 613–638.
  23. Felicio, L., A. Esmerino, S. Vidal, P. Cappato, A. Garcia, N. Cavalcanti, L. Raices (2016). Physico-chemical changes during storage and sensory acceptance of low sodium probiotic Minas cheese added with arginine. *Food Chemistry*, 196: 628–637.
  24. Bansal, V., K. Mishra (2020). Reduced-sodium cheeses: Implications of reducing sodium chloride on cheese quality and safety. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 19: 733–758.
  25. Sihufe, A., A. De Piante Vicin, F. Marino, L. Ramos, G. Nieto, G. Karlen, E. Zorrilla, (2018). Effect of sodium chloride reduction on physicochemical, biochemical, rheological, structural and sensory characteristics of Tybo cheese. *Int. Dairy J.*, 82: 11–18.
  26. Johnson, E., R. Kapoor, J. McMahon, R. McCoy, G. Narasimmon (2009). Reduction of sodium and fat levels in natural and processed cheeses: scientific and technological aspects. *Compr Rev Food Sci Food Saf.*, 8:252–268.
  27. Ma, X., B. James, O. Balaban, L. Zhang, C. Emanuelsson-Patterson (2013). Quantifying blistering and browning properties of Mozzarella cheese. Part II: cheese with different salt and moisture contents. *Food Res Int* 54:917–921.
  28. Arboatti, S., L. Olivares, G. Sabbag, C. Costa, E. Zorrilla, A. Sihufe (2014). The influence of sodium chloride reduction on physicochemical, biochemical, rheological and sensory characteristics of Mozzarella cheese. *Dairy Science & Technology*, 94(4): 373–386.
  29. Ganesan, B., K. Brown, A. Irish, C. Brothersen, J. McMahon, (2014). Manufacture and sensory analysis of reduced-and low-sodium Cheddar and Mozzarella cheeses. *Journal of Dairy Science*, 97(4): 1970-1982.
  30. Murtaza, A., N. Huma, A. Sameen, S. Murtaza, S. Mahmood, G. Mueen-ud-Din, A. Meraj, (2014). Texture, flavor, and sensory quality of buffalo milk Cheddar cheese as influenced by reducing sodium salt content. *Journal of Dairy Science*, 97(11): 6700–6707.
  31. Czarnacka-Szymani J., M. Jezewska-Zychowicz (2015). Impact of nutritional information on consumers' acceptance of cheese with reduced sodium chloride content. *Int. Dairy J.*, 40:47–53.
  32. Paulson M., J. McMahon, J. Oberg (1998). Influence of sodium chloride on appearance, functionality and protein arrangements in nonfat Mozzarella cheese. *J. Dairy. Sci.*, 81: 2053–2064.
  33. Skeie S., M. Alsethb, H. Østliea, K. Abrahamsena, G. Johansena, J. Øyaas (2013). Improvement of the quality of low-fat cheese using a two-step strategy. *Int. Dairy J.*, 33: 153–162.

34. Katsiari, C., E. Alichanidis, P. Voutsinas, G. Roussis (2000). Proteolysis in reduced sodium Feta cheese made by partial substitution of NaCl by KCl. *Int. Dairy J.*, 10: 635–646.
35. Ayyash, M., P. Shah (2011a). Effect of partial substitution of NaCl with KCl on proteolysis of Halloumi cheese. *Journal of Food Science*, 76(1): C31–C37.
36. Ayyash, M., P. Shah (2011b). Proteolysis of low-moisture Mozzarella cheese as affected by substitution of NaCl with KCl. *Journal of Dairy Science*, 94(8): 3769–3777.
37. Ayyash, M., P. Shah (2011c). The effect of substituting NaCl with KCl on Nabulsi cheese: Chemical composition, total viable count, and texture profile. *Journal of Dairy Science*, 94(6): 2741–2751.
38. Ayyash, M., P. Shah (2011d). The effect of substitution of NaCl with KCl on chemical composition and functional properties of lowmoisture Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 94(8): 3761–3768.
39. Ayyash, M., F. Sherkat, N. Shah (2012). The effect of NaCl substitution with KCl on Akawi cheese: Chemical composition, proteolysis, angiotensin-converting enzyme-inhibitory activity, probiotic survival, texture profile, and sensory properties. *J. Dairy Sci.*, 95: 4747–4759.
40. Khetra, Y., K. Kanawjia, R. Puri (2016). Selection and optimization of salt replacer, flavour enhancer and bitter blocker for manufacturing low sodium Cheddar cheese using response surface methodology. *LWT-Food Sci. Technol.*, 72: 99–106.
41. Khetra, Y., K. Kanawjia, R. Puri, R. Kumar, S. Meena (2019). Using taste-induced saltiness enhancement for reducing sodium in Cheddar cheese: Effect on physico-chemical and sensorial attributes. *International Dairy Journal*, 91: 165–171.
42. Costa, B., C. Alves, G. da Cruz, D. Sobral, M. Teodoro, M. Junior, Miguel (2018a). Manufacture of reduced-sodium Coalho cheese by partial replacement of NaCl with KCl. *International Dairy Journal*, 87: 37–43.
43. Silva, L., F. Balthazar, A. Esmerino, P. Neto, S. Rocha, J. Moraes, D. Granato (2018a). Partial substitution of NaCl by KCl and addition of flavor enhancers on probiotic Prato cheese: A study covering manufacturing, ripening and storage time. *Food Chemistry*, 248, 192–200.
44. Lu, Y., J. McMahon (2015). Effects of sodium chloride salting and substitution with potassium chloride on whey expulsion of Cheddar cheese. *J. Dairy Sci.*, 98(1) :78–88.
45. He J., A. MacGregor (2009). A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *J. Hum. Hypertens*, 23: 363–384.
46. Doyle, E., A. Glass (2010). Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(1): 44–56.
47. Horitaa, N., C. Messiasa, M. Morganob, F. Hayakawaa, M. Pollonioa (2014). Textural, microstructural and sensory properties of reduced sodium frankfurter sausages containing mechanically deboned poultry meat and blends of chloride salts. *Food Research International*, 66: 29-35.
48. Sheibani A., V. Mishra, L. Stojanovska, M. Ayyash (2013). Salt in cheese. Health issues, reduction, replacement and release. In *Handbook in cheese*. Chapter 11. Nova science Publisher, Inc. ISBN 978-1-62618-9.
49. Ganesan, B., K. Brown, (2014). Informatic prediction of Cheddar cheese flavor pathway changes due to sodium substitution. *FEMS Microbiology Letters*, 350(2): 231–238.
50. Soares, C., L. Fernando, N. Alvarenga, L. Martins (2016). Substitution of sodium chloride by potassium chloride in So Joo cheese of Pico Island. *Dairy Sci. Technol.*, 96: 637–655.
51. Wallis, K., S. Chapman (2012). Food and health innovation service. Current innovations in reducing salt in food products. Gloucestershire: Campden BRI.
52. McGough, M., T. Sato, A. Rankin, J. Sindelar (2012). Reducing sodium levels in frankfurters using a natural flavor enhancer. *Meat Science*, 91(2): 185-194.
53. Insawang, T., C. Selmi, U. Cha'on, Pethlert, P. Yongvanit, P. Areejitranusorn, P. Boonsiri, T. Khampitak, R. Tangrassameprasert, C. Pinitsoontorn, V. Prasongwattana, M. Gershwin, D. Hammock (2012). Monosodium glutamate (MSG) intake is associated with the prevalence of metabolic syndrome in a rural Thai population. *Nutrition & Metabolism*, 9: 1-6.
54. Karimi, R., M. Mortazavian, M. Karami (2012). Incorporation of *Lactobacillus casei* in Iranian ultrafiltered Feta cheese made by

- partial replacement of NaCl with KCl. *Journal of Dairy Science*, 95(8): 4209–4222.
55. Ozturk, M., S. Govindasamy-Lucey, J. Jaeggi, E. Johnson, A. Lucey (2015). Low-sodium Cheddar cheese: Effect of fortification of cheese milk with ultrafiltration retentate and high-hydrostatic pressure treatment of cheese. *Journal of Dairy Science*, 98(10): 6713–6726.
  56. Agarwal, S., D. McCoy, W. Graves, D. Gerard, S. Clark (2011). Sodium content in retail Cheddar, Mozzarella, and process cheeses varies considerably in the United States. *Journal of Dairy Science*, 94(3): 1605-1615.
  57. Ni Mhurchu, C., C. Capelin, K. Dunford, L. Webster, C. Neal, A. Jebb (2011). Sodium content of processed foods in the United Kingdom: analysis of 44,000 foods purchased by 21,000 households. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 93(3): 594-600.
  58. Moshfegh, A., J. Holden, M. Cogswell, E. Kuklina, S. Patel, J. Gunn, C. Gillespie, Y. Hong, R. Merritt, A. Galuska, (2012). Vital signs: food categories contributing the most to sodium consumption United States, 2007-2008. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 61(5): 92-98.
  59. Cruz, G., F. Faria, R. Pollonio, A. Bolini, S. Celeghini, D. Granato, P. Shah, (2011). Cheeses with reduced sodium content: Effects on functionality, public health benefits and sensory properties. *Trends in Food Science & Technology*, 22(6): 276-291.
  60. Ozturk, M., S. Govindasamy-Lucey, J. Jaeggi, E. Johnson, A. Lucey (2013). The influence of high hydrostatic pressure on regular, reduced, low and no salt added Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 33(2): 175–183.
  61. Schatz, K., W. Hoffmann, K. Schrader, A. Maurer (2014). Effect of emulsifying salts containing potassium on the melting properties of block-type dairy cheese analogue. *International Journal of Dairy Technology*, 67(2): 202–210.
  62. Chavhan, G., K. Kanawjia, Y. Khetra, R. Puri (2015). Effect of potassium-based emulsifying salts on sensory, textural, and functional attributes of low-sodium processed Mozzarella cheese. *Dairy Science & Technology*, 95(3): 265–278.
  63. Nogueira, B., R. Costa-Lima, F. Torres, V. Regazone, L. Melo, M. Franco, S. Cortez, (2018). Effect of potassium-based emulsifying salts on the sensory and physicochemical parameters of low-sodium spreadable processed cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 71(3): 717–722.
  64. El-Bakry, M. (2012). Salt in cheese: A review. *Current Research in Dairy Sciences*, 4(1): 1–5.
  65. Hoffmann W., J. Gärtner, K. Lücka, N. Johannsen, A. Maurer (2012). Effect of emulsifying salts containing potassium on the quality of block-type processed cheese. *International Dairy Journal*, 25 (1): 66-72.
  66. Černíková, M., F. Buňka, M. Pospiech, B. Tremlová, K. Hladká, V. Pavlínek, P. Březina, (2010). Replacement of traditional emulsifying salts by selected hydrocolloids in processed cheese production. *International Dairy Journal*, 20(5): 336–343.
  67. Ferrão, L., S. Ferreira, N. Cavalcanti, A. Carvalho, C. Pimentel, L. Silva, Q. Freitas, (2018). The xylooligosaccharide addition and sodium reduction in requeijão cremoso processed cheese. *Food Research International*, 107: 137–147.
  68. Ruusunen, M., E. Puolanne, (2005). Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70(3), 531-541.

# ТИМОЛ И КАРВАКРОЛ – ОСНОВНИ КОМПОНЕНТИ НА РАЗЛИЧНИ ЕТЕРИЧНИ МАСЛА: КРАТЪК ОБЗОР

АНТОН ЛАЗАРОВ, ВАНЯ ГАНДОВА, АЛБЕНА СТОЯНОВА

Университет по Хранителни технологии, Технологичен Факултет,

бул. „Марица“ 26, 4002 Пловдив, България

E-mail: antondlazarov@gmail.com; E-mail: gandova\_71@abv.bg; E-mail: aastst@abv.bg

**Резюме:** Направен е кратък литературен обзор за етерични масла, съдържащи ароматичните кислородни производни тимол и карвакрол. Етеричните масла, които ги съдържат са с изявена антимикробна и антиоксидантна активност, поради което намират приложение в козметиката, фармацевцията, ароматерапията, хранително-вкусова промишленост.

**Ключови думи:** карвакрол, тимол, етерични масла, антиоксиданти

## THYMOL AND CARVACROL – MAIN COMPOUNDS OF DIFFERENT ESSENTIAL OILS: BRIEF OVERVIEW

ANTON LAZAROV, VANIA GANDOVA, ALBENA STOYANOVA

University of food technologies, Faculty of technology,

26 Maritsa blvd., 4003 Plovdiv, Bulgaria

E-mail: antondlazarov@gmail.com; E-mail: gandova\_71@abv.bg; E-mail: aastst@abv.bg

**Abstract:** A brief literature review was done for essential oils containing the aromatic oxygen derivatives thymol and carvacrol. The essential oils which contain them have pronounced antimicrobial and antioxidant activity. These properties lead to use in cosmetics, pharmacy, aromatherapy, food.

**Key words:** carvacrol, thymol, essential oils, antioxidants

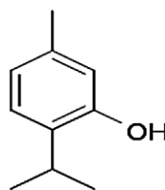
### 1. Въведение

Етеричните масла са съставени от много и в различно качествено и количествено съотношение органични вещества – терпенови (моно-, сески-, ди- и тритерпени), ароматни, алифатни, азот- и сярасъдържащи съединения. В химично отношение те могат да се разделят на въглеводороди и техни кислородни производни – алкохоли, феноли, естери, етери, оксиди, карбонилни производни. В зависимост от структурата съединенията могат да се разделят на ациклични, моно-, би- и трициклични. Всички съединения в своята съвкупност, определят стойностите на качествените показатели и свойствата на маслата [1, 2].

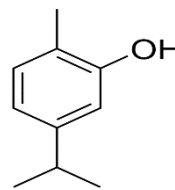
### 2. Изложение на доклада

Тимолът и карвакролът са геометрични изомери и в химично отношение се отнасят към групата на фенолите (снимка 1). Тимолът е твърдо вещество – безцветни моноклинни или хексагонални кристали, със силен мащерков

мирис и лютив вкус. Карвакролът е гъста безцветна течност, която при стоене постепенно добива тъмноканелен цвят, с мирис наподобяващ тимоловия и с парлив вкус [1, 2].



тимол



Снимка 1.

карвакрол

Тези ароматични вещества основно се съдържат в растения от родовете *Thymus*, *Satureja* и *Origanum*, които са от сем. Устоцветни (Lamiaceae). При много от тези родове са установени по няколко хемораси – това са растения, които не се различават по морфологичните си белези, но имат различен химичен състав на етеричните масла, с преобладаване на карвакрол, тимол или смесен тип [1, 2].

Род *Thymus* включва много диворастващи видове, с различен състав на етеричните масла.



В етеричното масло на градинската мащерка (*T. vulgaris* L.) основните компоненти са: тимол (10 - 78 %, по-често 20 - 50 %), карвакрол (до 40,0 %), линалол (до 8,7 %),  $\alpha$ -терпинеол (до 5 %), борнеол (до 5,7 %), 1,8-цинеол (до 2,5 % и дори до 24,1 %) и др. [1 - 4]

При тимолната мащерка (*T. zygis* Loefl.) са установени девет хемораси в маслото, на които основните съставка са различни: *тимолова*, при която търговското масло има тимол (45 - 50 %) и карвакрол (2,0 - 30 %); *карвакролова* - с карвакрол (около 44 %) и тимол (около 1,0 %); *карвакролово-тимолова* - с карвакрол и тимол (по около 26 %), като в останалите преобладават терпеновите съединения линалол, геранил ацетат,  $\alpha$ -терпинилацетат и 1,8-цинеол. В нашата страна от този вид е селектиран сорт „Кресна“ с 60 % съдържание на тимол [1, 2].

Дивата или обикновена мащерка (*T. serpyllum* L.) е сборен вид с много разновидности и вариетети. Основните компоненти на маслото са: карвакрол (5 - 45 %), тимол (1 - 17 %), линалол и линалилацетат (общо 22 - 54 %), *p*-цимол (до 22 %), зингиберен (около 14 %),  $\gamma$ -терпинен (до 18 %), кариофилен (до 12 %) и др. В маслата от по-северните ширини се съдържа повече карвакрол, а в южните – тимол [1, 2].

При испанското риганово масло (*T. capitatus* Hoffm. et Link) са установени три хемораси: *карвакролова* с карвакрол (67,6 %), *тимолова* с тимол (57,9 %) и *смесена* с тимол (28 %) и карвакрол (41,5 %) [1, 2].

Чубриковото масло се получава при преработка на градинската (*Satureja hortensis* L.) и планинската чубрица (*S. montana* L.).

Основните компоненти в етеричното масло на градинската чубрица са карвакрол (14,3 - 77,6 %), тимол (до 46,0 %), линалол (до 26,0 %),  $\gamma$ -терпинен (7,6 - 52,9 %), *p*-цимен (2,8 - 16,0 %) и др. При тази чубрица преобладават карвакролсодържащите форми, в които тимолът е в минимално количество (от следи до 5 - 6 %). Установени са и тимолови форми, в които той достига и до 50 %, а карвакролът е в малко количество (под 10 %) [1, 2, 4].

В маслото на планинската чубрица основните компоненти са: тимол (до 61 %) и карвакрол (4,8 - 84,2 %), линалол (до 11,5 % и до 74 %), борнеол (до 29,6 %),  $\alpha$ -терпинеол (до 5,5 %), 1,8-цинеол (до 19,5 %), *p*-цимен (до 75,4 % най-често 9 - 17 %),  $\gamma$ -терпинен (до 29,4 %),  $\alpha$ -терпинен (до 3,8 %) и др. В масла, получени от чубрица от различни райони на Сърбия, Испания, Италия са установени различни хемораси: *карвакролова* – с карвакрол (57 - 84 %); *тимолова* – с тимол (36 - 48%), *смесена* – с почти равни количества тимол (20 %) и карвакрол (22 %),

*карвакролова-1,8-цинеолова* – с карвакрол (30 - 67 %) и 1,8-цинеол (18 - 20 %) и други с преобладаване на линалол, *p*-цимен, *p*-цимен-8-ол, (*E*)-сабиненхидрат или борнеол. Във Франция са установени четири хемораси: *карвакролова* – с карвакрол (80 %) и *p*-цимен (10 %); *линалолова* – с линалол (90 %); *p*-цименова – с *p*-цимен (90 %); *смесена* – с линалол (70 %), терпинен-4-ол (5 %),  $\alpha$ -терпинеол (10 %) и карвакрол (5 %) [1, 2, 5 - 10].

Родът *Origanum* включва до 43 вида, но промишлено значение имат обикновеният (*Origanum vulgare* L.) и белият риган (*Origanum heracleoticum* L.). В различните страни по света от белия риган са установени няколко хемораси: *карвакролова* – с високо съдържание на карвакрол (над 80 %); *тимолова* – с високо съдържание на тимол (над 70 %); *тимолова/карвакролова* – с тимол (от 25 до 55 %) и карвакрол (от 15 до 65 %); *смесена карвакролова* – с карвакрол (над 60 %), *p*-цимен (до 15 %),  $\gamma$ -терпинен (до 15 %) и с много ниско количество на тимол; *смесена тимолова* – с тимол (до 55 %), *p*-цимен (до 12 %) и  $\gamma$ -терпинен (до 17 %) [1, 2, 11 - 14].

С високото съдържанието на карвакрол и тимол се обяснява изявената антимикробна активност на етеричните масла спрямо различни тест-микроорганизми [3, 5, 7 - 9, 11, 15 - 23]. Маслата са и с изявен антиоксидантен ефект [4, 6, 8 - 10, 12, 24].

Етеричните масла, съдържащи карвакрол и тимол намират приложение в козметични [25], фармацевтични [26, 27], хранителни [20] и ароматерапевтични продукти [1, 2, 28, 29], поради своите противовъзпалителни, ранозаздравяващи, антимикробни, антиоксидантни и други свойства.

Етеричните масла се използват и за изолиране на карвакрол или тимол, които са суровина за синтез на разнообразни ароматични вещества, използвани в парфюмерията [1, 2].

При неправилно съхранение на етеричните масла (недобре напълнени опаковки и в присъствие на въздух, дълго съхранение в стоманени или поцинковани съдове), настъпват промени в цвета, поради отделяне на утайки от фенолати [1].

За промишлени цели тези ароматични вещества се получават синтетично.

Тимолът се синтезира чрез следните реакции:

-Алкилиране по Фридел-Крафтс на *m*-крезол с пропен (схема 1).

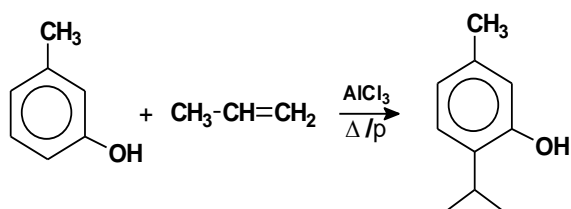


Схема 1. Синтез на тимол по Фридел-Крафтс.

- Хидрогениране на карвоментон до ментол, с последващо дехидрогениране на последния в присъствие на селен (като катализатор) и нагряване (схема 2).

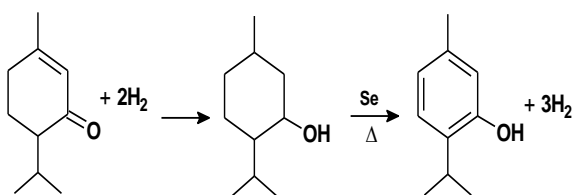


Схема 2. Синтез на тимол от карвоментон.

Тимолът се използва в ароматични композиции за препарати за устната кухина, в парфюмни композиции за шампоани, сапуни и кремове (като консервант и антисептик), в подправъчни ароматични композиции за хранително-вкусовата промишленост, като консервант и антисептик в медицината, суровина е за синтез на ментол [1 - 4].

Карвакролът се синтезира от толуен, който се алкилира с пропен по метода на Фридел-Крафтс (схема 3), като полученият *p*-изопропилтолуен се сулфонира.

Карвакролът се използва като връхна нота в парфюмни композиции тип лавандула, в мъжка козметика и като дезинфектант в пасти за зъби, вода и други препарати за устната кухина. Той е важна суровина за получаване на рацемичен ментол [1, 2].

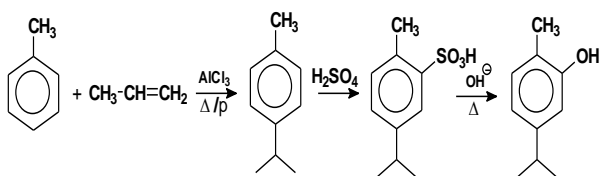


Схема 3. Синтез на карвакрол от толуен.

### 3. Заключение

Тимол и карвакрол се съдържат в много и различни етерични масла, което обуславя тяхното разнообразно приложение в бита на хората – козметика, фармация, ароматерапия, хранително-вкусова промишленост. Тези ароматични вещества се получават и чрез

синтези, като са суровини за други съединения с основно приложение в парфюмерията.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Георгиев, Е., Стоянова, А. Справочник на специалиста от ароматичната промишленост, Академично изд. УХТ, Пловдив, 2005.
2. Войткевич, С. Эфирные масла, ароматизаторы, консерванты. Ограничения при использовании, Москва, „Пищевая промышленность”, 2000.
3. Жекова, Г. Ароматични продукти от някои сортове мащерка (*Thymus sp.*) и възможности за приложение в хранително-вкусовата промишленост и козметиката, Дисертация, д-р, Институт по Кробиология и Хранителни Технологии – София, 2015.
4. Stoilova, I., Bail, S., Buchbauer, G., Krastanov, A., Stoyanova, A., Schmidt, E., Jirovetz, L. Chemical composition, olfactory evaluation and antioxidant effects of an essential oil of *Thymus vulgaris* L. from Germany. Natural Product Communications, vol. 3, 2008, № 7, pp. 1047- 1050.
5. Гирова, Т. Етеричните масла от подправки – антимикробни агенти срещу психротрофни бактерии в месни продукти, Дисертация, д-р, ПУ „П. Хилендарски“, 2013.
6. Chambre, D.R., Moisa, C., Lupitu, A., Copolovici, L., Pop, G., Copolovici, D.-M. Chemical composition, antioxidant capacity, and thermal behavior of *Satureja hortensis* essential oil. Scientific Reports, vol. 10, 2020, pp. 21322.
7. Fierascu, I., Dinu-Pirvu C.-E., Claudiu Fierascu, R., Stefan Velescu, B., Anuta, V., Ortan, A., Jinga, V. Phytochemical profile and biological activities of *Satureja hortensis* L.: A review of the last decade. Molecules, vol. 23, 2018, № 10, pp. 2458.
8. Barrata, M., Dorman, H., Deans, S., Biondi, D., Ruberto, C. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activity of laurel, sage, rosemary, oregano and coriander essential oils. Journal of Essential Oil Research, v. 10, 1998, pp. 618-627.
9. Barrata, M., Dorman, H., Deans, S., Figueiredo, A., Barroso, J., Ruberto, G. Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial essential oils. Flavour and Fragrance Journal, v. 13, 1998, № 4, pp. 235-244.

10. Stoilova, I., Bail, S., Buchbauer, G., Krastanov, A., Stoyanova, A., Schmidt, E., Jirovetz, L. Chemical composition, olfactory evaluation and antioxidant effects of the essential oil of *Satureja montana* L. *Natural Product Communications*, vol. 3, 2008, № 7, pp. 1035-1042.
11. Байчева, С. Технологични изследвания на ароматични продукти от бял риган (*Origanum heracleoticum* L.), Дисертация, д-р, Тракийски Университет, Стара Загора, 2020.
12. Stoilova, I., Bail, S., Buchbauer, G., Krastanov, A., Stoyanova, A., Schmidt, E., Jirovetz, L. Chemical composition, olfactory evaluation and antioxidant effects of an essential oil of *Origanum vulgare* L. from Bosnia. *Natural Product Communications*, vol. 3, 2008, № 7, pp. 1043-1046.
13. Kula, J., Majda, T., Stoyanova, A., Georgiev, E. Chemical composition of *Origanum vulgare* L. essential oil from Bulgaria, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, vol. 10, 2007, № 3, pp. 215- 220.
14. Moradi, M., Hassani, A., Sefidkon, F., Maroofi, H. Qualitative and quantitative changes in the essential oil of *Origanum vulgare* L. ssp. *gracile* as affected by different harvesting times. *Journal of Agriculture, Science and Technology*, vol. 23, 2021, № 1, pp. 179-186.
15. Грънчаров, В. Проучвания върху антимикробните свойства на някои български етерични масла. *Вътрешни болести*, т. 14, 1975, № 2, стр. 91-96.
16. Петровски, С. Проучване действието на някои етерични масла върху холерните и парахолерните вибриони, *Съвременна медицина*, т. 22, 1971, № 6, стр. 51-56.
17. Петровски, С., Илиев, Б. Сравнително изследване на ефективността на някои етерични масла върху дизентерийните бактерии, *Съвременна медицина*, т. 22, 1971, № 4, стр. 29-34.
18. Петровски, С., Узунов, П. Проучване на контактното и дистанционното антимикотично действие на някои етерични масла, *Дерматология и венерология*, т. 10, 1971, № 4, стр. 243-249.
19. Петровски, С. Контактно и дистанционно действие на розовото, чубриковото, ментовото, лаванду-ловото, копървото и здравецовото масло върху причинителите на сапа и псевдосапа *Ветеринарномедицински науки*, т. 9, 1972, № 2, стр. 27-35.
20. Несторова, В., Георгиев, Е., Ламбрев, Б. Върху антимикробното действие на някои хранителни подправки. III. Лаврово, бахарово и чубриково масло и екстракти от чубрица и черен пипер. Сборник доклади IV конгрес по микробиология, Варна, 13 - 15 октомври 1985, стр. 577-581.
21. Jirovetz, L., Wlcek, K., Buchbauer, G., Gochev, V., Girova, T., Stoyanova, A., Schmidt, E. Antifungal activity of various Lamiaceae essential oils rich in thymol and carvacrol against clinical isolates of pathogenic *Candida* species. *International Journal of Essential Oil Therapeutics*, v. 1, 2007, pp. 153-157.
22. Guardia, A., Rubilar, J.F., Galotto M.J. The antimicrobial activity of microencapsulated thymol and carvacrol. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 146, 2011, № 2, pp. 144-150.
23. Rua, J., del Valle, P., de Arriaga, D., Fernandez-Alvarez, L., Garcia-Armesto, M.R. Combination of carvacrol and thymol: antimicrobial activity against *Staphylococcus aureus* and antioxidant activity. *Foodborne Pathogens and Disease*, vol. 16, 2019, № 9, pp. 622-629.
24. Yanishlieva, N., Marinova, E. Antioxidant activity of selected species of the family *Lamiaceae* grown in Bulgaria, *Nahrung*. v. 39, 1995, № 5, pp. 458-463.
25. Атанасов, Б., Душков, Р. Изследване противовъзпалителното действие на някои натурални ароматични продукти с оглед приложението им в средствата за орална хигиена, *Трудове НИХФИ*, т. 18, 1992, стр. 206-204.
26. Буркова, Т., Марковска, В. Относно действието на някои етерични масла в комплексната терапия на *Parodontosis haemorrhagica*, *Проблеми на стоматологията*, т. 12, 1982, стр. 31-38.
27. Марковска, В., Стоянова, О. Сравнителни клинично-лабораторни изследвания върху действието на някои етерични масла в комплексната терапия на *Parodontosis haemorrhagica*. *Стома-тология*, т. 57, 1975, № 3, стр. 188-193.
28. Амалиева, К. Изследване влиянието на етерични масла и техни смеси в ароматерапевтични препарати, Дисертация, д-р, УХТ, 2011.
29. Денкова, З., Денков, В. Наръчник по ароматерапията, София, ИК „Емас“, 1999.

# МОНОТЕРПЕНОВИТЕ КИСЛОРОДНИ ПРОИЗВОДНИ – ОСНОВНИ АРОМАТИЧНИ ВЕЩЕСТВА В ЕТЕРИЧНИ МАСЛА ОТ РОД *MENTHA*: кратък обзор

ИВАН ИЛИЕВ, ВАНЯ ГАНДОВА, АЛБЕНА СТОЯНОВА  
Университет по Хранителни технологии, Технологичен Факултет,  
бул. „Марица“ 26, 4002 Пловдив, България

E-mail: ivanz.iliev@abv.bg; E-mail: gandova\_71@abv.bg; E-mail: aastst@abv.bg

**Резюме:** В етеричните масла на култивирани видове от род *Mentha* (*M. piperita* L., *M. arvensis* L., *M. crispa* L. и *M. arvensis* L.) основните ароматични вещества са монотерпеновите кислородни производни – ментол, ментил ацетат, 1,8-цинеол, ментон, карвон, пулегон, ментофуран и др. Те се характеризират с антимикробни и антиоксидантни свойства. Наличието на пулегон и ментофуран ограничава приложението на някои от етеричните масла в хранителни продукти и средства за орална хигиена.

**Ключови думи:** род *Mentha*, етерични масла, монотерпени

## OXYGENATED MONOTERPENES – THE MAIN AROMATIC SUBSTANCES IN ESSENTIAL OILS FROM GENUS *MENTHA*: brief overview

IVAN ILIEV, VANIA GANDOVA, ALBENA STOYANOVA

University of food technologies, Faculty of technology, 26 Maritsa blvd., 4003 Plovdiv,  
Bulgaria

E-mail: ivanz.iliev@abv.bg; E-mail: gandova\_71@abv.bg; E-mail: aastst@abv.bg

**Abstract:** In the essential oils of cultivated species of the genus *Mentha* (*M. piperita* L., *M. arvensis* L., *M. crispa* L. и *M. arvensis* L.) the main aromatic substances are oxygenated monoterpenes – menthol, menthyl acetate, 1,8-cineole, menthone, carvone, pulegone, menthofuran, etc. They are characterized by antimicrobial and antioxidant properties. The existence of pulegone and menthofuran limits the use of some of the essential oils in food and oral hygiene products.

**Key words:** genus *Mentha*, essential oils, monoterpenes

### 1. Въведение

Ментата е тревисто растение от сем. Lamiaceae. Известни са четири вида, които се култивират за добиване на масло: обикновена или лютивата мента (*Mentha piperita* (L.) Huds.), полска (китайска, японска, бразилска) мента (*M. arvensis* L.), джджен, къдрава мента (*M. spicata* Huds.) и блатна мента (*M. pulegium* L.).

При всички видове менти етеричното масло се секретира в жлези от лабиатен тип - най-много по листата и цветните чашки и съвсем малко по стъблата. Добивът на масло от свежите растения, ожънати в технологична зрелост (цъфтеж около 50 %), през топлите часове на

деня, е (0,2 - 0,7 %) в зависимост от вида и месторастенето [1].

### 2. Изложение на доклада

Лютивата мента (*Mentha piperita* (L.) Huds. var. *officinalis* Camus) е едногодишно тревисто растение. Култивират се две форми: *rubescens* - „черна“ мента и *pallescens* - „бяла“ мента. Първата е с антоцианизирани стъбла и листа, дава повече добив на зелена маса и етерично масло, по-устойчива е на болести и неприятели. Втората форма има по-фино на мирис и вкус етерично масло.

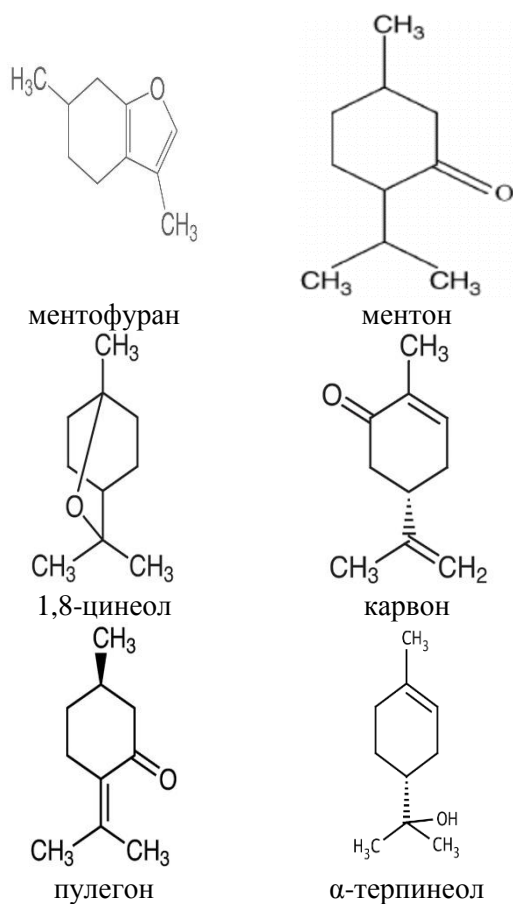
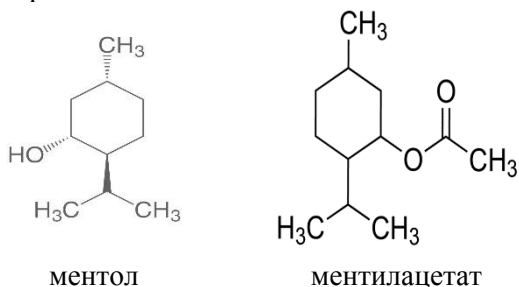
Лютивата мента се отглежда в страни от Централна Европа, Северна Америка, Южна Азия.

В България преработката на ментата за получаването на ментово масло датира от средата на XVIII в. Получаването му е ставало по много примитивен начин чрез водна дестилация на местни видове дива, блатна и полска мента, а маслото се е използвало в народната медицина. Опити за въвеждане на ментата като култура са правени през 1905 г., но без резултат. Като промишлено растение, ментата започва да се отглежда след 1923 г., като през 1938 г. България е вече на трето място по производство на ментово масло в света. По време на Втората световна война производството му намалява значително, но се възобновява през 50-те г. на XX в. Понастоящем то значително е намалало, поради заемане на площите от други култури и отглеждането на ментата за получаване на лист за чай.

В маслото са идентифицирани различни компоненти, основни от които са *l*-ментол, *l*-ментон, ментилацетат и ментофуран, които определят основно мириса и вкуса. Количеството им варира в зависимост от фазата на прибиране на суровината, съотношението между листата, стъблата и съцветията, климатичните условия и сортовете особености. В маслото от съцветията има много ментофуран (18 - 22 %), а в листното – ментол (20 - 54 %), ментон (15 - 43%) и ментилацетат (1 - 29 %) [1 - 4].

Основните компоненти в маслото съставляват между (65 - 95 %) от състава и са монотерпенови кислородни производни (снимка 1): ментол (23 - 67 %), ментон (12 - 40 %), 1,8-цинеол (0,1 - 8,9 %), ментофуран (0,1 - 6 %), неоментол (0,1 - 6,5 %), изоментон (0,1 - 10,8 %), пулегон (0,1 - 4,0 %), терпинен-4-ол (0,1 - 5,1 %), пиперитон (0,3 - 3,7 %), карвон (0,4 - 1,7 %), ментилацетат (0,5 - 16 %), *trans*-сабиненхидрат и др. [5 - 11].

Полската мента се отглежда в страни от Източна Азия, Северна и Южна Америка, Източна Европа. В нашата страна не се култивира.



Снимка 1.

В състава на суровото масло от полската мента влизат компонентите, посочени при лютивата мента, но общият ментол е много повече (до 85 - 90 %).

Дементолираните масла са с по-малко общ ментол и съотношението на компонентите варира в зависимост от произхода и степента на дементолизация. В състава на дементолираното масло влизат монотерпенови въглеводороди (4 - 9 %), между които:  $\alpha$ -пинен (до 1 %),  $\beta$ -пинен (до 3 %), лимонен (до 8 %) и др., кислородсъдържащи съединения, като 1,8-цинеол (0,1 - 2 %), етиламилкарбинол (0,5 - 5 %), ментон (4 - 35 %), изоментон (до 10 %), изопулегон (1 - 2 %), неоментол (0,8 - 4,5 %), неоизопулегон (0,5 - 1 %), ментол + неоментол (38 - 53 %), ментилацетат (0,4 - 7 %), изоментол (0,1 - 2 %), пиперитон (0,4 - 5%), пулегон (0,7 - 1,4 %) и др. [1 - 4, 12, 13].

Джодженът се отглежда в страни от Северна Америка, Централна и Южна Европа. В нашата страна се отглежда по градините и дворовете.

Има много сортове и форми, чиито масла се различават по състав – в едни преобладава линалол, а в други – карвон. Селекционирани са сортове и от двата типа, но от значение са карвоновите масла, които са обект и на търговията.

В маслото са установени различни компоненти, основни от които са: карвон (над 60 % и до 78,6 % при масла от САЩ и Канада), лимонен (до 20 %), ментон (до 18 %), изоментон (до 5 %).

В маслото на двата вида джоджен (истински и шотландки) основните и специфични компоненти са съответно: лимонен (11,5 - 16,5 %/18,5 - 26,5 %), карвон (60 - 67 %/60 - 66 %), ментон (до 0,1 %/0,5 - 1,5 %) и виридифлорол (0,2 - 0,5 %/до 0,1 %) [1 - 4, 14].

Блатната мента е диворастяща в Европа, Северна Африка, Мала Азия и Източна Азия. В нашата страна се среща диворастяща.

В маслото са идентифицирани различни компоненти: пулегон (24 - 88 %, най-често над 50 %), ментон (0,2 - 79 %, най-често 6 - 10 %), изоментон (0,2 - 9 %, но и до 40 %), ментол (0,01 - 30 %), неоментол (0,1 - 4,2 %), неоизоментол (0,1 - 20,7%), пиперитон (0,1 - 1,0 %, но и до 44 %), 1,8-цинеол (1,7 - 5,8 %), камфор (1,0 - 6,9 %), 3-октанол (до 2,1 %),  $\alpha$ -пинен (0,2 - 1,6 %),  $\beta$ -пинен (0,1 - 5,0 %), лимонен (до 5,6 %),  $\beta$ -кариофилен (0,9 - 2,5 %),  $\delta$ -кадинен (0,2 - 0,6 %), изопулегон (1 - 2 %),  $\alpha$ -терпинеол, линалол и др. [15 - 21].

Ментовите етерични масла притежават антимикробна [5 - 7, 11, 15 - 17] и антиоксидантна активност [8, 13, 15, 19, 20], поради което намират приложение в състава на парфюмни композиции (за парфюмерийни и козметични препарати) и ароматични композиции (за хранителни и козметични препарати). От маслата на лютивата и полската мента се изолира и ментол [1 - 4].

В Директива на ЕС [22] са описани съдържащи се в етеричните масла 24 ароматични вещества, означени като алергени. Тяхното количество в крайните козметични препарати не трябва да надвишава 0,01 % (в средства за измиване) и не е повече от 0,001 % (в средства, оставащи по-дълго време върху кожата). Сред тях не фигурират основните компоненти на ментовите масла – моно-терпеновите кислородни производни.

Изследвания показват, че при по-високи концентрации ментолът и карвонът също могат да предизвикат алергични реакции [22].

Два от компонентите обаче (пулегон и ментофуран) приети орално оказват вредно влияние върху човешкия организъм.

Повишената токсичност на пулегона при перорална употреба е свързана с това, че в организма той се превръща в ментофуран. Последният предизвиква у човека некроза на черния дроб, поради което приложението на

етеричното масло от блатна мента в ХВП и козметиката е ограничено [2].

Поради токсичността на ментофурана, приложението на ментови масла, които го съдържат е ограничено в ХВП и козметиката [2, 3].

### 3. Заключение

В ментовите етерични масла основните ароматични компоненти са от групата на монотерпеновите кислородни производни. За маслата от видовете *M. piperita* и *M. arvensis* това са ментол, ментон, ментил ацетат и ментофуран, от вида *M. pulegium* – пулегон, а от вида *M. spicata* – карвон.

Тези съединения със своите антимикробни и антиоксидантни свойства обуславят приложението на ментовите етерични масла в ХВП и козметиката.

Наличието на пулегон и ментофуран ограничава приложението на някои от етеричните масла в хранителни продукти и средства за устната хигиена, като пасти за зъби и води за уста.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Георгиев, Е., Стоянова, А. Справочник на специалиста от ароматичната промишленост, Академично изд. УХТ, Пловдив, 2005.
2. Войткевич, С. Эфирные масла, ароматизаторы, консерванты. Ограничения при использовании, Москва, „Пищевая промышленность”, 2000.
3. Baser, K.H.C, Buchbauer, G. Hand Book of Essential Oils: Science, Technology, and Applications. Taylor and Francis Group, LLC CRC Pressisan imprint of Taylor and Francis Group, an Informa business, 2010.
4. Bauer, K., Garbe, D., Surburg, H. Common Fragrance and Flavour Materials. Preparation, Properties and Uses. IV Compl. Revised Edition. Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany, 2001.
5. Camele, I., Grulová, D., Elshafie, H.S. Chemical composition and antimicrobial properties of *Mentha × piperita* cv. 'Kristinka' essential oil. Plants, vol. 10, 2021, pp. 1567.
6. Hsouna, A.B., Touj, N., Hammami, I., Dridi, K., Al-Ayed, A.S., Hamdi, N. Chemical composition and *in vivo* efficacy of the essential oil of *Mentha piperita* L. in the suppression of crown gall disease on tomato

- plants. *Journal of Oleo Science*, vol. 68, 2019, pp. 419-426.
7. Jirovetz, L., Wlcek, K., Buchbauer, G., Gochev, V., Girova, T., Dobрева, A., Stoyanova, A., Schmidt, E. Chemical composition and antifungal activity of essential oils from various Bulgarian *Mentha x piperita* L. cultivars against clinical isolates of *Candida albicans*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, vol. 10, 2007, pp. 412-420.
  8. Schmidt, E., Bail, S., Buchbauer, G., Stoilova, I., Atanasova, T., Stoyanova, A., Jirovetz, L. Chemical composition, olfactory evaluation and antioxidant effects of essential oil from *Mentha x piperita*. *Natural Product Communications*, vol. 4, 2009, pp. 1107-1112.
  9. Soltanbeigi, A., Ozgüven, M., Bagher Hassanpouraghdam, M. Planting-date and cutting-time affect the growth and essential oil composition of *Mentha x piperita* and *Mentha arvensis*. *Industrial Crops and Products*, vol. 170, 2021.
  10. Kowalski, R., Wawrzykowski, J. Essential oils analysis in dried materials and granulates obtained from *Thymus vulgaris* L., *Salvia officinalis* L., *Mentha piperita* L. and *Chamomilla recutita* L. *Flavour and Fragrance Journal*, vol. 24, 2009, № 1, pp. 31-35.
  11. Sokovic, M., Vukojevic, J., Marin, P., Brkic, D., Vajs, V., Griensven, L. Chemical composition of essential oils of *Thymus* and *Mentha* species and their antifungal activities. *Molecules*, vol. 14, 2009, № 1, pp. 238-249.
  12. Verma, R.S., Rahman, L., Verma, R.K., Chauhan, A., Yadav, A.K., Singh, A. Essential oil composition of menthol mint (*Mentha arvensis*) and peppermint (*Mentha piperita*) cultivars at different stages of plant growth from Kumaon Region of Western Himalaya. *Open Access Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, vol. 1, 2010, № 1, pp. 13-18.
  13. Jirovetz, L., Wlcek, K., Buchbauer, G., Stoilova, I., Atanasova, T., Stoyanova, A., Krastanov, A., Schmidt, A. Chemical composition, olfactory evaluation and antioxidant effects of the essential oil from *Mentha canadensis*. *Natural Product Communications*, vol. 4, 2009, № 7, pp. 1011-1016.
  14. Pragadheesh, V.S., Yadav, A., Chanotiy, C.S. Role of substituents in cyclodextrin derivatives for enantio selective gas chromatographic separation of chiral terpenoids in the essential oils of *Mentha spicata*. *Journal of Chromatography B*, vol. 1002, 2015, pp. 30-41.
  15. Abdelli, M., Moghrani, H., Aboun, A., Maachi, R. Algerian *Mentha pulegium* L. leaves essential oil: Chemical composition, antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities, *Industrial Crops and Products*, vol. 94, 2016, pp. 197-205.
  16. Bouyahya, A., Et-Touys, A., Bakri, Y., Talbaui, A., Fellah, H., Abrini, J., Dakk, N. Chemical composition of *Mentha pulegium* and *Rosmarinus officinalis* essential oils and their anti-leishmanial, antibacterial and antioxidant activities. *Microbial Pathogenesis*, vol. 111, 2017, pp. 41-49.
  17. Chraïbi, M., Farah, A., Lebrazi, S., El. Amine, O., Houssaini, M.I., Fikri-Benbrahim, K. Antimycobacterial natural products from Moroccan medicinal plants: Chemical composition, bacteriostatic and bactericidal profile of *Thymus satureioides* and *Mentha pulegium* essential oils. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, vol. 6, 2016, № 10, pp. 836-840.
  18. Kokkini, S., Hanlidou, E., Karousou, R., Lanaras, T. Clinal variation of *Mentha pulegium* L. essential oils along the climatic gradient of Greece, *Journal of Essential Oil Research*, vol. 16, 2004, № 6, pp. 588-593.
  19. Nickavar, B., Jabbareh, F. Analysis of the essential oil from *Mentha pulegium* and identification of its antioxidant constituents. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, vol. 2, 2018, № 1, pp. 223-229.
  20. Quakouak, H., Chohra, M., Denane, M. Chemical composition, antioxidant activities of the essential oil of *Mentha pulegium* South East of Algeria. *International Letters of Natural Sciences*, vol. 39, 2015, pp. 49-55.
  21. Stoyanova, A., Georgiev, E., Kula, J., Majda, T. Chemical composition of the essential oil of *Mentha pulegium* L. from Bulgaria. *Journal of Essential Oil Research*, vol. 17, 2005, № 5, pp. 475-476.
  22. Sarkic, A., Stappen, I. Essential oils and their single compounds in cosmetics. A Critical review, *Cosmetics*, v. 5, 2018, № 11, pp. 1-21.
  23. Thomassen, D., Knebel, N., Slattery, J., McClanahan, R., Nelson, S. Reactive intermediates in the oxidation of menthofuran by cytochromes P-450, *Chemical Research in Toxicology*, v. 5, 1992, № 1, pp. 123-130.

# ИЗСЛЕДВАНЕ ВЪЗМОЖНОСТА ЗА ОСМОТИЧНО СУШЕНЕ НА ЧЕРВЕНО ЦВЕКЛО (*BETA VULGARIS*)

БАТБОЛД ЗОЛЖАРГАЛ<sup>2</sup>, ПАВЕЛ КОСТОВ<sup>1</sup>, ХРИСТО ХРИСТОВ<sup>1</sup>, НИКОЛАЙ ПЕНОВ<sup>2</sup>

*Университет по хранителни технологии, гр. Пловдив, България*

<sup>1</sup> *Катедра "Машини и апарати за ХВП", E-mail h\_geo@mail.bg*

<sup>2</sup> *Катедра "Консервиране и хладилна технология", E-mail npenov@yahoo.com*

**Резюме:** *Изследвана е възможността за осмотично сушене на червено цвекло (*beta vulgaris*) нарязано на кубчета. За планиране на експерименталната работа е използван D-оптимален композиционен план от вида  $2^3 + 2x3 + 3$ . Установено е влиянието на концентрацията и температурата на осмотичния разтвор и размера на парченцата червено цвекло върху кинетиката на изследваните процеси.*

**Ключови думи:** сушене, червено цвекло, осмотично сушене, кинетика на сушене

## STUDY ON THE POSSIBILITY OF OSMOTIC DRYING OF BEETROOT (*BETA VULGARIS*)

BATBOLD ZOLJARGAL<sup>2</sup>, PAVEL KOSTOV<sup>1</sup>, HRISTO HRISTOV<sup>1</sup>, NIKOLAY PENOV<sup>2</sup>

*University of Food Technologies, 26 Maritza Blvd. 4002 Plovdiv, Bulgaria*

<sup>1</sup> *Department of Machines and Apparatuses for Food Industry, E-mail h\_geo@mail.bg*

<sup>2</sup> *Department of Food Preservation and Refrigeration Technology, E-mail npenov@yahoo.com*

**Abstract:** *The possibility of osmotic drying of diced beetroot (*beta vulgaris*) was studied. A D-optimal composition plan of the type  $2^3 + 2.3 + 3$  was used to plan the experimental work. The influence of the concentration and temperature of the osmotic solution and the size of the beetroot pieces on the kinetics of the studied processes was established.*

**Key words:** beetroot, osmotic drying, drying kinetics

### 1. Въведение

Осмотичното сушене е операция, използвана за частично отстраняване на водата от растителните тъкани чрез потапяне в хипертоничен (осмотичен) разтвор. То се основава на спецификата на строежа на растителната и животинска клетка. От структурните елементи на клетката основна роля играе вида на клетъчната мембрана, респ. нейната избирателна пропускливост. Характерно за пропускливостта на клетъчната мембрана са явленията плазмолиза и тургор. Тургорът е явление, което се наблюдава, когато клетката се постави във водна среда. Вследствие на разликата в концентрациите и наличието на полупропускливост на клетъчната мембрана, доминира процеса на навлизане на водните молекули вътре в клетката. Това води до

увеличаване обема на клетката и силно опъване на клетъчната мембрана. Плазмолизата настъпва, когато клетката се постави в хипертоничен разтвор на захари или соли. Без да се нарушава структурата на клетъчната мембрана, водата която се намира в клетката започва да излиза, а обема на клетката намалява. Вследствие еластичността си, мембраната следва изменението на обема на клетката. Заедно с водата от клетката могат да се извлекат и други вещества. Движещата сила за дифузията на вода от тъканта в разтвора се осигурява от по-високото осмотично налягане на хипертоничния разтвор. Дифузията на вода се придружава от едновременна контра дифузия на разтворените вещества от осмотичния разтвор в тъканта. Тъй като клетъчната мембрана, отговорна за осмотичния транспорт, не е



напълно селективна, разтворените вещества, присъстващи в клетките (органични киселини, редуциращи захари, минерали, аромати и пигментни съединения) също могат да преминават в осмотичния разтвор, което променя органолептичните и хранителни характеристики на продукта. При правилна комбинация на съставките на хипертоничния разтвор може да се получи подобряване качеството на продукта и запазване на биохимични съставки. Различни автори докладват за подобряване на устойчивостта на топлинна обработка, предотвратяване на ензимното покафеняване и инхибиране действието на полифенолоксидазата. Факторите които оказват влияние на осмотичната дехидратация са:

- температура на осмотичния разтвор;
- концентрация на осмотичния разтвор;
- използван хипертоничен разтвор;
- продължителност на процеса;
- габаритни размери на продукта;
- съотношение хипертоничен разтвор

продукт;

- разбъркване на разтвора;

При осмотичното сушене най-често плодовете се потапят в разтвор на кристална захароза или инвертна захар с концентрация 65 - 75 % при температура в интервала 20 –75<sup>0</sup> С. [Hossain et al., 2021]. По този начин масата на свежите плодове намалява до 50%. Смеси от захароза и натриев хлорид с прибавен към тях калиев метабисулфит са били използвани за осмотично обезводняване на плодове и зеленчуци. Установено е, че натриевия хлорид има по-слаб ефект върху осмотичното обезводняване в сравнение със захарните разтвори. Солта има по-добър ефект при обезводняването на зеленчуци – домати, червен пипер, зелено манго. Нейното предимство е, че тя намалява ензимното и неензимно потъмняване на суровините и готовия продукт.

Според [Torreggiani 1993] загубата на вода в осмотичните процеси на плодовете и зеленчуците е по-изразена през първите 2 часа. [Nowakunda et al. 2004] изследват осмотичното сушене на бананови резени с дебелина 10 mm, като използват разтвори на захароза с различни концентрации (45, 55 и 65 ° Brix), при различни температури (30, 40 и 50 °С). Тези автори съобщават, че след 2 часа по-голямата част от първоначалната вода на пробата е била отстранена за всички изследвани условия. След този първи етап скоростта намалява значително, към равновесието.

Разликата във водната активност и осмотичното налягане между растителната тъкан и околния хипертоничен разтвор

стимулира два противоположно насочени потока. Водата прониква през клетъчната мембрана от растителната тъкан до разтвора, докато разтворимите твърди вещества проникват в клетъчната стена от разтвора до вътрешността на растителната клетка. По този начин дори 50% от водата, която първоначално присъства в материала, може да бъде отстранена при относително нисък разход на енергия [Lenart, 1995]. Според Lewicki и Lenart [Lewicki, 1991] конвективното сушене се нуждае от около 5 MJ на kg изпарена вода, докато осмотичната дехидратация се нуждае само от 0,1–2,4 MJ на kg отстранена вода. Освен това, поради ниските работни температури, осмотичната предварителна обработка позволява изсъхването на термочувствителните продукти и подобрява качеството на крайния продукт.

## 2. Материали и опитна постановка

### 2.1. Материали

Използвано е червено цвекло със сухо вещество – 11,6 % (определено тегловно по БДС 17257-91). Червеното цвекло се почиства от кожицата, измива се и се нарязва на кубчета с размери 5x5x5 и 15x15x15mm. Нарязаните кубчета се поставят в осмотичен разтвор съставен от 48% ябълков концентрат, 44% гроздов концентрат и 8% KCl.

### 2.2. Изследване кинетиката на сушене

За изследване кинетиката на осмотичното сушене на кубчетата червено цвекло са построени функциите [Ditchev et al., 2006]:

$$S = f(\tau) \text{ и } S - S_{\min} = f(\tau), \quad (1)$$

където: S – сухо вещество на захарния разтвор, %.

От уравнение (1) чрез графично диференциране се извеждат кривите на скоростта на изменение на концентрацията на захарния сироп:

$$S - S_{\min} = f\left(\frac{d(S - S_{\min})}{d\tau}\right), \quad (2)$$

където: S – сухо вещество на захарния разтвор, %.

При апроксимация на кривата на скоростта на изменение на концентрацията на осмотичния разтвор с права може да се запише уравнението:

$$\frac{d(S - S_{\min})}{d\tau} = K_s(S - S_{\min}), \quad (3)$$

където: K<sub>s</sub>-скоростен коефициент на градиента на концентрация на захарния сироп, min<sup>-1</sup>

Интегрирайки уравнение (3) в границите на изменение на концентрацията и времето се получава:

$$\ln\left(\frac{(S - S \min)}{(S \max - S \min)}\right) = -K_s \tau, \quad (4)$$

което може да се запише във вида :

$$S = S \min + (S \max - S \min) \cdot e^{(-K_s \cdot \tau)}, \quad (5)$$

### 2.3. Планиране на експеримента

При определяне влиянието на независимите променливи на осмотичното върху кинетиката на нискотемпературното термомпено сушене е използван ортогонален централен композиционен план от вида  $2^3+2 \times 3+3$ . [Божанов, Вучков 1976], [Ангелов 1986], [Ламбрев 1994].

Полиномът, който описва променливите  $y_i$ , има следния вид:

$$y_i = B_0 + \sum_{i=1}^n B_i \cdot x_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n B_{ij} \cdot x_i \cdot x_j, \quad (7)$$

Връзката между кодираните ( $x_i$ ) и действителните променливи ( $z_i$ ) се представя с формулите:

$$x_1 = \frac{z_1 - z_0}{\Delta z}; \quad x_2 = \frac{z_2 - z_0}{\Delta z}; \quad x_3 = \frac{z_3 - z_0}{\Delta z}; \quad (8)$$

Оценките на коефициентите на регресионния модел са определени по метода на най-малките квадрати [Божанов, Вучков 1976]. Свободният член в уравнението на регресия се изчислява по формулата:

$$b_0 = \frac{\sum_{u=1}^N y_u}{N}, \quad (9)$$

- за линейните членове на регресията:

$$b_i = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} y_u}{2^{m-p} + 2\alpha^2}, \quad (10)$$

- за взаимодействията:

$$b_{ij} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} y_u}{2^{m-p}}, \quad (11)$$

За значими коефициенти на уравнението на регресията се приемат тези, които удовлетворяват неравенството:

$$|b_i| \geq t_m s\{b_i\}, \quad (12)$$

където:  $t_m$  е табличната стойност на разпределението на Стюдънт при ниво на значимост  $\alpha = 0,05$  и брой на степените на свобода  $n = N-1$ .

Проверка на пригодността /работоспособността/ на регресионния модел се извършва посредством регресионния анализ.

Остатъчната дисперсия на модела е изчислена по формулата:

$$S_{ocm}^2 = \frac{Q_{ocm}}{v_{ocm}} = \frac{1}{N - (k + 1)} \sum_{u=1}^N (y_u - \hat{y}_u)^2, \quad (13)$$

$$v_{ocm} = N - (k + 1), \quad (13a)$$

където :  $Q_{ocm}$  отразява отклонението между стойностите на изходната величина  $y$  и изчислените по експерименталния модел стойности  $\hat{y}$ ;  $v_{ocm}$  - степен на свобода;  $N$  - брой опити;  $k$  - брой значими коефициенти в модела.

Като мярка за точността на апроксимация се използва така наречената мярка за определеност (или коефициент на множествена корелация):

$$R^2 = 1 - \frac{Q_{ocm}}{Q}, \quad (14)$$

$$Q = \sum_{u=1}^N (y_u - \bar{y})^2 \text{ и } \bar{y} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{u=1}^N y_u, \quad (14a)$$

където:  $Q$  е общата сума на квадратите, която отразява отклонението между стойностите на изходната величина  $y$  и изчислените при експеримента средни стойности  $\bar{y}$ .

### 2.4. Матрица за провеждане на експеримента

Независимите променливи и нивата на вариране при осмотичното сушене са представени в табл. 1.

Таблица 1. Независими променливи

Независими променливи,	Температура, °C	Екв. диаметър D, mm ахbхc	Количество червено цвекло в разтвора, C_BR, %
Горно ниво	70	25,98 15x15x15	50
Долно ниво	50	8,66 5x5x5	20
Център на плана	60	17,32 10x10x10	35
Интервал	20	17,32	30

Матрицата по която е проведена експерименталната работа е представена в табл.2.

Таблица 2. Матрица на експеримента в кодиран вид

Вариант	$x_1$	$x_2$	$x_3$
1	-1	-1	-1
2	1	-1	-1
3	-1	1	-1
4	1	1	-1
5	-1	-1	1
6	1	-1	1

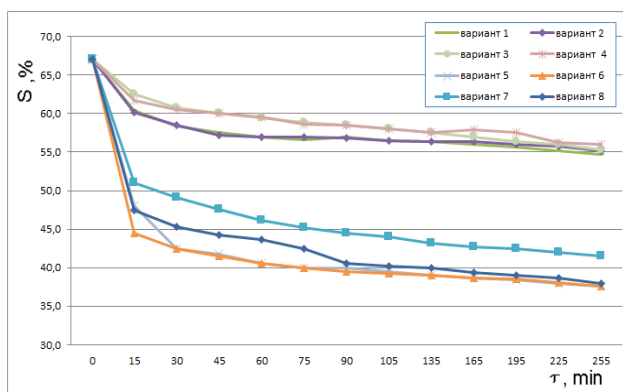
7	-1	1	1
8	1	1	1
9	-1,353	0	0
10	1,353	0	0
11	0	-1,353	0
12	0	1,353	0
13	0	0	-1,353
14	0	0	1,353
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0

### 3. Резултати и дискусия

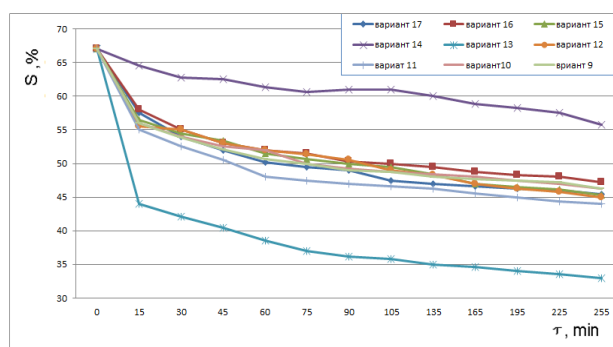
На фиг.2а и б са представени кривите на промяна на концентрацията на осмотичния разтвор  $S = f(\tau)$ , заснети по време на експеримента, а на фиг.3а и б кривите на градиента на концентрацията на захарния разтвор

От анализ на кривите на промяна на концентрацията на осмотичния разтвор, може да се направи извода, че при всички варианти след 15-тата минута се отчита масообмен без рязка промяна на концентрацията на разтвора. Обяснението на този факт може да се намери в избора на съставките на осмотичния разтвор, съотношението на различните форми на свързаната влага и механизма на нейното пренасяне. Получените резултат са съпоставими с резултатите получени при осмотично сушене на резени карамбола [Ruiz et all ,2011]

В Таблица 3 са представени експерименталните данни получени за влияние на независимите променливи върху изменение на скоростния коефициент на градиента на концентрация на осмотичния разтвор ( $K_s \cdot 10^3, \text{min}^{-1}$ ).

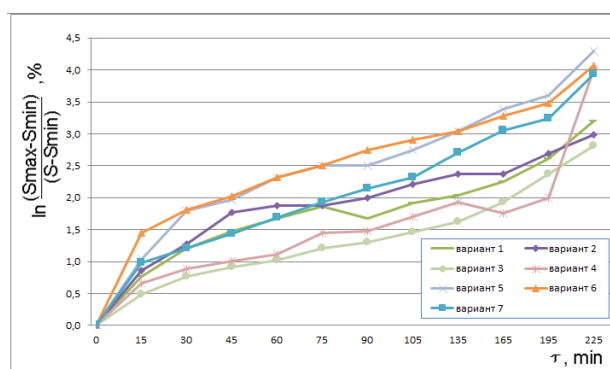


а)

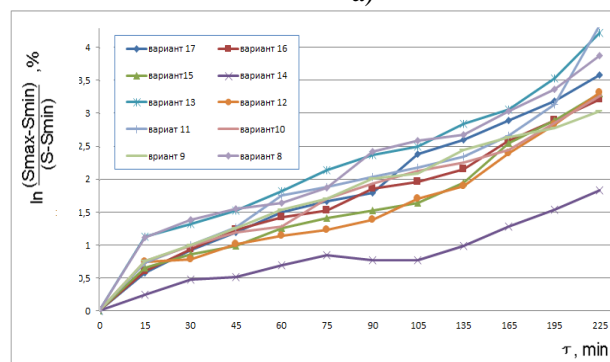


б)

**Фиг. 2.** Криви на концентрацията на осмотичния разтвор на сушене на червено цвекло на кубчета с предварителна осмотична обработка: а) варианти 1 до 7; б) варианти 8 до 17.



а)



б)

**Фиг.3.** Криви на градиента на концентрацията на захарния разтвор а) варианти 1 до 7; б) варианти 8 до 17

Изследвания процес се описва сравнително с висока точност от математичния модел (уравнение 15), като коефициента на множествена корелация  $R=0.944$  е значим.

Стандартна грешка на остатъците е 0.60, а средна абсолютна грешка е 2.27. Durbin-Watson-тестът е 2.61 ( $P=0.7676$ ). Тъй като  $P$ -стойността е по-голяма от 5,0%, няма индикация за серийна автокорелация в остатъците при 5,0% ниво на значимост.

**Таблица 3.** Изменение на скоростния коефициент на градиента на концентрация на осмотичния разтвор ( $K_s \cdot 10^3, \text{min}^{-1}$ ).

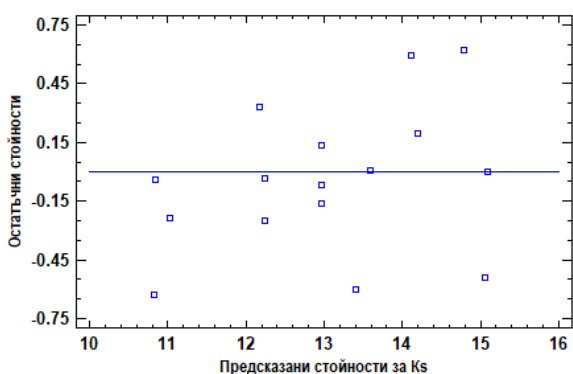
Вариант	$K_s \cdot 10^3, \text{min}^{-1}$	Вариант	$K_s \cdot 10^3, \text{min}^{-1}$
1	10.8	10	12.5
2	10.2	11	15.4
3	10.8	12	14.5245
4	12.2	13	10
5	15.1	14	12.8
6	13.6	15	13.1
7	14.7	16	12.9
8	14.4	17	12.8
9	12		

Остатъчните величини са нормално и равномерно разпределени около нулата и не съществуват точки двукратно надвишаващи стойностите на стандартната грешка на остатъците (Фиг. 4).

Най-голямо влияние върху скоростния коефициент на градиента на концентрация на осмотичния разтвор ( $K_s \cdot 10^3, \text{min}^{-1}$ ) оказват (фиг. 5): линейния ефект на количеството на червено цвекло в осмотичния разтвор ( $C_{BR}, \%$ ), квадратичния ефект на еквивалентния диаметър ( $D, \text{mm}$ ) и квадратичния ефект на количеството на червено цвекло в осмотичния разтвор ( $C_{BR}, \%$ ).

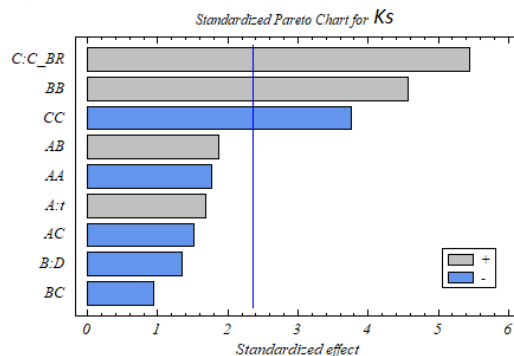
$$K_s \cdot 10^3 = -6,64 + 0,488 \cdot t - 0,705 \cdot D + 0,53 \cdot C_{BR} - 0,0041 \cdot t^2 + 0,004619 \cdot t \cdot D - 0,00217 \cdot t \cdot C_{BR} + 0,0142 \cdot D^2 - 0,00154 \cdot D \cdot C_{BR} - 0,0039 \cdot C_{BR}^2, \text{min}^{-1}, \quad (15)$$

На фиг. 6 и 7 е представена повърхнината на отражение на полученото регресионно уравнение за  $K_s$ -скоростен коефициент на градиента на концентрация на осмотичния разтвор. Тя има седловидна форма.



**Фиг. 4.** Диаграма на разпределението на остатъчните величини на регресионния модел на скоростния коефициент на градиента на

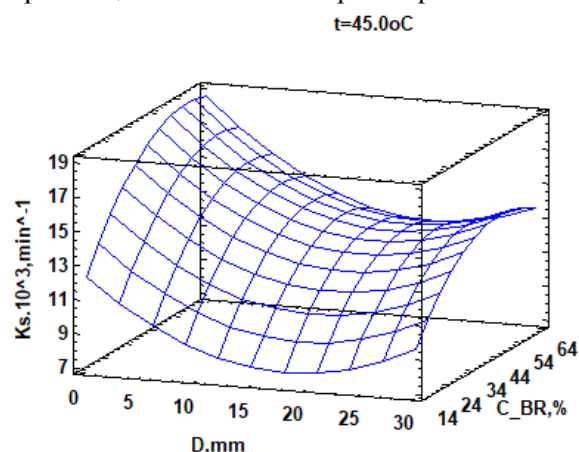
концентрация на осмотичния разтвор ( $K_s \cdot 10^3, \text{min}^{-1}$ ).



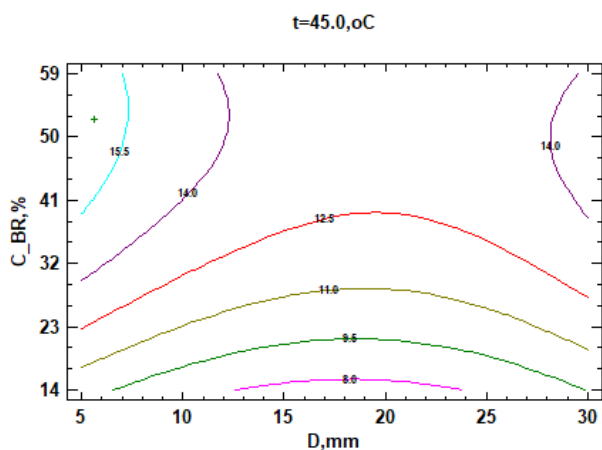
**Фиг.5.** Стандартизирани оценени ефекти на коефициентите на регресионния модел на скоростния коефициент на градиента на концентрация на осмотичния разтвор ( $K_s \cdot 10^3, \text{min}^{-1}$ ).

С намаляване на еквивалентния диаметър на парченцата червено цвекло ( $D, \text{mm}$ ) и увеличаване на количеството на червено цвекло в развора ( $C_{BR}, \%$ ), скоростния коефициент на градиента на концентрация на осмотичния разтвор ( $K_s \cdot 10^3, \text{min}^{-1}$ ) се увеличава от  $0.0096 \text{min}^{-1}$  до  $0.0155 \text{min}^{-1}$ . Това се дължи на по-голямата специфична повърхност на парченцата.

Най-ниска стойност на скоростен коефициент на градиента на концентрация на захарния сироп  $K_s = 0,008 \text{min}^{-1}$  се отчита при температура на осмотичния разтвор  $46^\circ\text{C}$ , еквивалентен диаметър  $14.6 \text{mm}$  и отношение червено цвекло осмотичен разтвор  $15\%$ .



**Фиг.6.** Изменение на скоростния коефициент на градиента на концентрация на осмотичния разтвор ( $K_s \cdot 10^3, \text{min}^{-1}$ ) в зависимост от еквивалентния диаметър на парченцата червено цвекло ( $D, \text{mm}$ ) и количеството на червено цвекло в развора ( $C_{BR}, \%$ ), при температура на осмотичния разтвор  $45^\circ\text{C}$ .



**Фиг.7.** Повърхност на отражението на скоростния коефициент на градиента на концентрация на осмотичния разтвор ( $K_s \cdot 10^3, \text{min}^{-1}$ ) в зависимост от еквивалентния диаметър на парченцата червено цвекло ( $D, \text{mm}$ ) и количеството на червено цвекло в разтвора ( $C_{BR}, \%$ ), при температура на осмотичния разтвор  $45^\circ\text{C}$ .

#### 4. Заключение

От анализ на кривите на промяна на концентрацията на осмотичния разтвор, може да се изкаже становището, че при всички варианти след 15-тата минута се отчита масообмен без рязка промяна на концентрацията на разтвора.

Най-голямо влияние върху скоростния коефициент на градиента на концентрация на осмотичния разтвор ( $K_s \cdot 10^3, \text{min}^{-1}$ ) оказват: линейния ефект на количеството на червено цвекло в осмотичния разтвор ( $C_{BR}, \%$ ), квадратичния ефект на еквивалентния диаметър ( $D, \text{mm}$ ) и квадратичния ефект на количеството на червено цвекло в осмотичния разтвор ( $C_{BR}, \%$ ).

Най-висока стойност на скоростен коефициент на градиента на концентрация на захарния сироп  $K_s=0,016 \text{min}^{-1}$  се отчита при температура на осмотичния разтвор  $48^\circ\text{C}$ , еквивалентен диаметър  $5.6 \text{mm}$  и отношение червено цвекло осмотичен разтвор  $53\%$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ангелов, А., - "Ръководство по инженерния експеримент.", НТС, Ст. Загора, 1986
2. Божанов, Б., И. Вучков, "Статистически методи за моделиране и оптимизиране на многофакторни обекти" ДИ "ТЕХНИКА", София 1983
3. Ламбрев, Ат., "Основи на инженерния експеримент при изследване на машини и апарати за хранително-вкусовата промишленост", Пловдив, 1994г.

4. Пенев, Н., Петрова, Т., Технология на сушените плодове и зеленчуци, Академично издателство на УХТ-Пловдив, Пловдив 2013
5. Barbara, A., Porciuncula, M., Bruno, Z., CarciofiJoão, M., Laurindo, B., Determining the effective diffusion coefficient of water in banana (Prata variety) during osmotic dehydration and its use in predictive models Journal of Food Engineering Volume 119, Issue 3, December 2013, Pages 490-496
6. Ditchев, St., Ch.Christov, N. Penov and V. Roichev, (2006) Kinetics investigation on a combined osmotic and low temperature heat pump method of grape dryin, 3 Central European Congress on Food, 22-24 May 2006, Sofia, Bulgaria, Сборник доклади (P46).
7. Hossain, M., Dey, P., Joy R., Effect of osmotic pretreatment and drying temperature on drying kinetics, antioxidant activity, and overall quality of taikor (*Garcinia pedunculata* Roxb.) slices Saudi Journal of Biological Sciences Volume 28, Issue 12, December 2021, Pages 7269-7280
8. Lenart A., Lewicki P.P., Osmotic dehydration of fruits and vegetables. In Handbook of Industrial Drying (ed. A.S.Mujumdar ). Marcel Dekker, Inc. New York. Vol.1, pp. 691–713, 1995
9. Lewicki P.P., Lenart A, Energy consumption during osmo-convection drying of fruits and vegetables. Drying of solids. (ed. A.S.Mujumbar), Intern. Sci. Publ. and Oxford&IBH Publishing Co. PVT. LTD., New York, pp.354-367, 1991
10. Manzini A., Torreggiani D., Has the osmo-dehydration of fruit a future? Da Technologie Alimentari, 3, pp.64-69, 1990
11. Ruiz, I., Ruiz, L., Herman, E., Castillob, L., Modeling of kinetics, equilibrium and distribution data of osmotically dehydrated carambola (*Averrhoa carambola* L.) in sugar solutions Journal of Food Engineering Volume 104, Issue 2, May 2011, Pages 218-226
12. Torreggiani, D., Osmotic dehydration in fruits and vegetable processing Food Research International, 26 (1993), pp. 59-68 Krokida, M., Philippopoulos, C. Rehydration of dehydrated foods Drying Technology, 23 (4) (2005), pp. 799-830

# ИЗСЛЕДВАНЕ КИНЕТИКАТА НА НИСКОТЕМПЕРАТУРНО ТЕРМОПОМПЕНО СУШЕНЕ НА ОСМОТИЧНО ДЕХИДРАТИРАНО ЧЕРВЕНО ЦВЕКЛО (BETA VULGARIS)

БАТБОЛД ЗОЛЖАРГАЛ<sup>2</sup>, ПАВЕЛ КОСТОВ<sup>1</sup>, ХРИСТО ХРИСТОВ<sup>1</sup>, НИКОЛАЙ ПЕНОВ<sup>2</sup>

*Университет по хранителни технологии, гр. Пловдив, България*

<sup>1</sup> *Катедра “Машини и апарати за ХВП”, E-mail h\_geo@mail.bg*

<sup>2</sup> *Катедра “Консервиране и хладилна технология”, E-mail npenov@yahoo.com*

**Резюме:** *Проучени са възможностите за нискотемпературно термопомпено сушене на червено цвекло нарязано на кубчета след предварително осмотично обезводняване. При осмотичното сушене е използван централен композиционен план. Изследвана е кинетиката на нискотемпературно термопомпено сушене при постоянни режимни параметри: входяща температура, специфично натоварване на лесата и скорост на въздуха. Построени са кривите на процесът сушене  $WS = f(\tau)$  и кривите на скоростта на сушене  $dWS/d\tau = f(WS)$ . Установено е влиянието на предварителната осмотична обработка върху времето на нискотемпературно сушене.*

**Ключови думи:** *сушене, червено цвекло, термопомпа, кинетика на сушене*

# INVESTIGATING THE KINETICS AT LOW TEMPERATURE HEAT PUMP DRYING OF OSMOTIC DEHYDRATED BEETROOT (BETA VULGARIS)

BATBOLD ZOLJARGAL<sup>2</sup>, PAVEL KOSTOV<sup>1</sup>, HRISTO HRISTOV<sup>1</sup>, NIKOLAY PENOV<sup>2</sup>

*University of Food Technologies, 26 Maritza Blvd. 4002 Plovdiv, Bulgaria*

<sup>1</sup> *Department of Machines and Apparatuses for Food Industry, E-mail h\_geo@mail.bg*

<sup>2</sup> *Department of Food Preservation and Refrigeration Technology, E-mail npenov@yahoo.com*

**Abstract:** *The possibilities for low-temperature heat pump drying of diced beetroot after preliminary osmotic dehydration were studied. A central compositional plan was used for osmotic drying. The kinetics of low-temperature heat pump drying at constant operating parameters: inlet temperature, specific tray load and air velocity were studied. The drying process curves  $WS = f(\tau)$  and the drying speed curves  $dWS / d\tau = f(WS)$  are constructed. The influence of the pre-osmotic treatment on the time of low-temperature drying was established.*

**Key words:** *drying, beetroot, heat pump, drying kinetics*

## 1. Въведение

Червеното цвекло *Betavulgaris* произхожда от Месопотамия. В Европа и Азия се пренася и култивира преди 10 век. То е богат източник на микро- и макроелементи. Цвеклото се нарежда сред десетте най-мощни зеленчуци

по отношение на антиоксидантни свойства. Днес цвеклото редовно се консумира като част от режима на хранене, прясно, след термична обработка или ферментация. Обикновено се използва в производството като хранителен оцветител, известен като E162. Смята се, че

около две трети от търговските култури от цвекло се консервират. Сушенето е един от методите за консервиране и датира от ранната човешка цивилизация. Принципът се основава на отстраняване на свободната вода, докато съдържанието не достигне 1–5% [Krokida & Philippopoulos, 2005 г.] Получаването на краен продукт с високи органолептични качества и ниска себестойност на използваната енергия е причината за различните методи на сушене и комбинациите от тях. Един от така наречените комбинирани методи на сушене е обединяването на осмотичното и конвективното сушене с въздух. Осмотичното обезводняване се състои в отстраняването на вода от хранителни продукти без промяна на фазата. През първия етап подготвените суровини се поставят в осмотичен разтвор, а през втория се сушат в определен тип сушилна инсталация. Използването на осмотичното обезводняване като първи етап при комбинирани методи на сушене има за цел да подобри кинетиката на сушене, да запази хранителното и физическото качество на продуктите и да запази летливите съединения [Sharma and Varma, 2014]. Това е един от начините за запазване на захарозата и полизахаридите в химическия състав на изсушения продукт. Плодовете и зеленчуците изсушени чрез осмотично-конвективния метод са характеризирани като материали подходящи за съхранение в атмосфера с повишена влажност без каквато и да било заплаха. Тяхната структура е пухкава и крехка, а цветната устойчивост се увеличава при сушене и съхраняване на изсушените материали [Lenart, 1991; Torregiani, 1993]. Конвективното сушене на осмотично обезводнени плодове е използвана обикновено в тропическите страни за производство на така наречените "полузахаросани" сушени плодове [Torregiani, 1993]. Те са много привлекателни за директна консумация [Manzini, et al, 1990]. В сравнение с конвективния метод на сушене осмотично-конвективния позволява 20-30 % намаление на енергийната консумация [Lewicki и Lenart, 1991]. Според тях конвективното сушене се нуждае от около 5 MJ на kg изпарена вода, докато осмотичната дехидратация се нуждае само от 0,1–2,4 MJ на kg отстранена вода. Освен това, поради ниските работни температури, осмотичната предварителна обработка позволява изсъхването на термочувствителните продукти и подобрява качество на крайния продукт. [Dermesonlouoglou et al, 2018].

Поради намаление на масата и обема на материала в следствие на осмотичната обработка натоварването на сушилната би могло

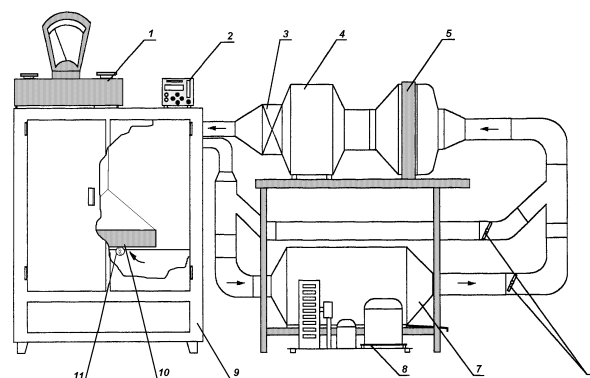
да се увеличи 2-3 пъти в сравнение с материал изсушен без предварителна обработка [Lenart и Lewicki, 1995].

**Цел** на настоящето изследване е да се определи влиянието на предварителната осмотична обработка върху кинетиката на нискотемпературно конвективно термопомпено сушене на червено цвекло на кубчета.

## 2. Материали и опитна постановка

### 2.1. Материали

Използвано е червено цвекло със сухо вещество – 11,6 % (определено тегловно по БДС 17257-91). Червеното цвекло се почиства от ножицата, измива се и се нарязват на кубчета с размери 5x5x5 и 15x15x15mm. Нарязаните кубчета, както е показано от плана на експеримента се подлагат на дехидратация с помощта на осмотичен разтвор съставен от 48% ябълков концентрат, 44% гроздов концентрат и 8% KCl. Осмотично дехидратирани кубчета след отцеждане се поставят на леса и се сушат в лабораторната конвективна камерна термопомпена сушилна до крайна влажност 12 %.



**Фиг.1.** Схема на експерименталната конвективна камерна термопомпена сушилна уредба

**2.2. Опитна постановка.** Тя е показана на (фиг.1) [Дичев и др. 2000]. и представлява лабораторна конвективна камерна термопомпена сушилна с пълен цикъл на рецикулация на сушилния агент. Сушилния агент се засмуква от сушилната камера 9 и се изсушава чрез охлаждането във въздухоохладителя 7. Циркулацията му се осъществява от вентилатора 5, който го нагнетява към кондензатора 4. В него сушилният агент се загрява от топлината на кондензиращия хладилен агент, след което постъпва в сушилната камера 9. При необходимост се включва и електрическият нагревател 3. Нарязаното на кубчета осмотично дехидратирано червено цвекло се поставят в лесоносача 10, където

се обтича напречно от долу на горе от въздух със скорост 1m/s и температура 50 °C. Лесата се зарежда с 134 g продукт, което съответства на специфично натоварване 12kg/m<sup>2</sup>.

### 2.3. Изследване кинетиката на сушене.

На база на експериментални данни са построени кривите на процеса

$$WS = f(\tau), \quad (1)$$

след което от тях чрез графично диференциране се извеждат кривите на скоростта на сушене

$$\frac{dWS}{d\tau} = f(WS), \quad (2)$$

където: WS е влагосъдържанието, kg H<sub>2</sub>O/kg сухо вещество; τ - време на сушене, min.

Скоростта на сушене в първия период се описва с уравнението:

$$-\frac{dWS}{d\tau} = N = const., \quad (3)$$

от което след интегриране се определя продължителността на сушене за първия период:

$$\tau_1 = \frac{WS_n - WS_{нк}}{N}, \quad (4)$$

където: N-скорост на сушене през първи период, min<sup>-1</sup>; WS<sub>n</sub>, WS<sub>нк</sub> - съответно начално и приведено критично влагосъдържание на продукта.

При апроксимация на кривата на сушене през втори период с права скоростта на сушене се описва с уравнението:

$$-\frac{dWS}{d\tau} = K \cdot (WS - WS_e), \quad (5)$$

от което след интегриране се определя продължителността на сушене за втори период :

$$\tau_2 = \frac{1}{K} \cdot \ln \left( \frac{WS_{нк} - WS_e}{WS_k - WS_e} \right), \quad (6)$$

където: K -коэффициент на сушене, min<sup>-1</sup>; WS<sub>e</sub>, WS<sub>k</sub>, WS<sub>нк</sub> –равновесно, крайно и приведено критично (пресечна точка на апроксимираната крива на сушене с линията на постоянна скорост) влагосъдържание на продукта.

### 2.3. Планиране на експеримента

При определяне влиянието на независимите променливи на осмотичното върху кинетиката на нискотемпературното термпомпено сушене е използван ортогонален централен композиционен план от вида 2<sup>3</sup> +2x3+3. [Божанов, Вучков 1976], [Ангелов 1986],[Ламбрев 1994]

Полиномът, който описва променливите y<sub>i</sub>, има следния вид:

$$y_i = B_0 + \sum_{i=1}^n B_i \cdot x_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n B_{ij} \cdot x_i \cdot y_j, \quad (7)$$

Връзката между кодираните (x<sub>i</sub>) и действителните променливи (z<sub>i</sub>) се представя с формулите:

$$x_1 = \frac{z_1 - z_0}{\Delta z}; x_2 = \frac{z_2 - z_0}{\Delta z}; x_3 = \frac{z_3 - z_0}{\Delta z}, \quad (8)$$

Оценките на коефициентите на регресионния модел са определени по метода на най-малките квадрати [Божанов, Вучков 1976]. Матрица за провеждане на експеримента

Независимите променливи и нивата на вариране при осмотичното сушене са представени в табл. 1.

Таблица 1. Независими променливи

Независими променливи,	Т-ра t, °C	Еквивалентен диаметър, D, mm a x b x c	Количество червено цвекло в разтвора, C_BR, %
Горно ниво	70	25,98 15x15x15	50
Долно ниво	50	8,66 5x5x5	20
Център на плана	60	17,32 10x10x10	35
Интервал	20	17,32	30

Матрицата по която е проведена експерименталната работа е представена в табл.2.

Таблица 2. Матрица на експеримента в кодиран вид

Вариант	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>
1	-1	-1	-1
2	1	-1	-1
3	-1	1	-1
4	1	1	-1
5	-1	-1	1
6	1	-1	1
7	-1	1	1
8	1	1	1
9	-1,353	0	0
10	1,353	0	0
11	0	-1,353	0
12	0	1,353	0
13	0	0	-1,353
14	0	0	1,353
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0

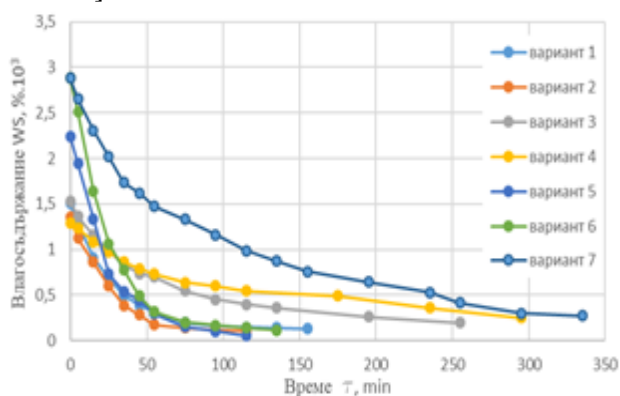
### 3. Резултати и дискусия

На фиг.2а и b са представени кривите на конвективно сушене τ = f(WS) заснети по време на експеримента, а на фиг.3а и b кривите на

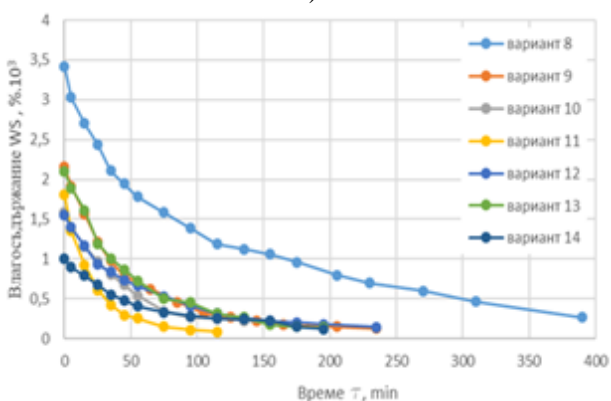


скоростта на сушене  $WS = f(dWS/d\tau)$ , за отделните варианти от плана на експеримента (табл.2).

Времето на нискотемпературно сушене при раличните варианти се изменя от 115 до 390 минути. При всички получени криви се отчита само втори период на сушене в резултат на осмотичната обработка. Характерът на кривите на сушене през този период зависи от състава, структурата и размера на продукта, както и от формата на свързване на водата в него. [ditchev et all 2006].

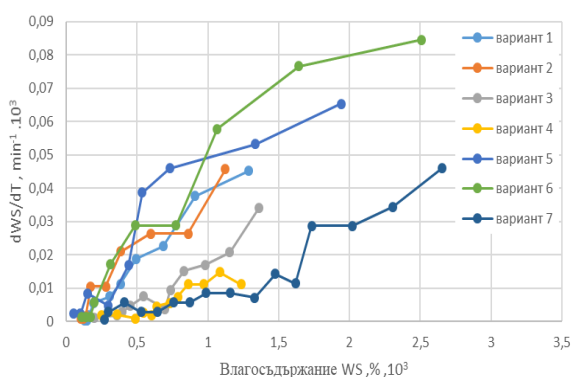


а)

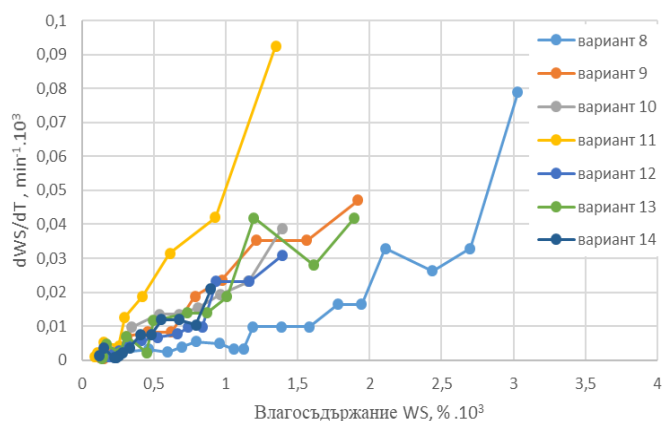


б)

**Фиг. 2.** Криви на сушене на червено цвекло на кубчета с предварителна осмотична обработка: а) варианти 1 до 7; б) варианти 8 до 14.



а)



б)

**Фиг.3.** Криви на скоростта на сушене на червено цвекло на кубчета с предварителна осмотична обработка: а) варианти 1 до 7; б) варианти 8 до 14.

Експериментално получените резултати за топло- и масообмена, представени чрез криви на скоростта на сушене са съпоставими с тези на [Park et al., 2002], при конвективното сушене на осмотично обезводнени парчета круша и на [El-Aouar et al., 2006] при сушенето на осмотично дехидратирани парчета папая.

На фиг. 3 а и б може да се установи наличие и на втора критична точка при всички варианти на експеримента. Това е характерно за тази част от кривите при капилярно-порестите колоидни тела. В случая се открояват два подпериода: подпериод на равномерно намаляване на скоростта и подпериод на неравномерно намаляване на скоростта. По тях може да се съди за характера на изпаряване на свързаната вода в материала.

Обяснението на този факт може да се намери в сложния характер на строежа на твърдия скелет на продукта, съотношението на различните форми на свързаната влага, механизма на нейното пренасяне, както и на предварителната обработка на материала (осмотично обезводняване).

В Таблица 3 са представени експерименталните данни получени за влияние на независимите променливи върху скоростен коефициент на нискотемпературно конвективно термопомпено сушене.

Изследвания процес се описва сравнително с висока точност от математичния модел (уравнение 9), като коефициента на множествена корелация  $R=0.939$  и при посочените степени на свобода е значим. Стандартна грешка на остатъците е 4.48, а средна абсолютна грешка е 2.27. Durbin-Watson-тестът е 2.44 ( $P=0.6509$ ). Тъй като  $P$ -стойността е по-голяма от 5,0%, няма индикация за серийна

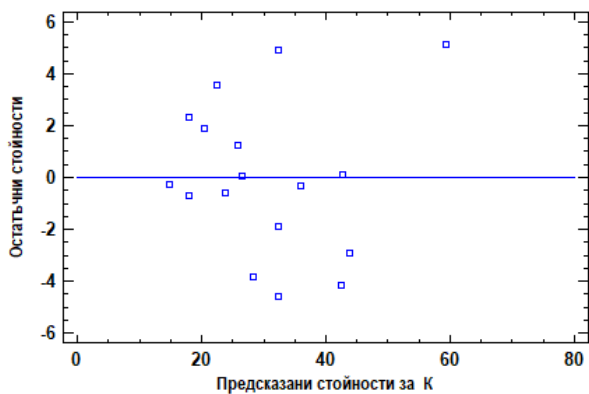
автокорелация в остатъците при 5,0% ниво на значимост.

$$K \cdot 10^3 = -53.806 + 3.842 \cdot t - 3.321 \cdot D + 0.760 \cdot C_{BR} - 0.033 \cdot t^2 - 0.019 \cdot t \cdot D + 0.013 \cdot t \cdot C_{BR} + 0.085 \cdot D^2 + 0.006 \cdot D \cdot C_{BR} - 0.025 \cdot C_{BR}^2, \text{ min}^{-1} \quad (9)$$

**Таблица 3.** Скоростен коефициент на нискотемпературно конвективно термопомпено сушене

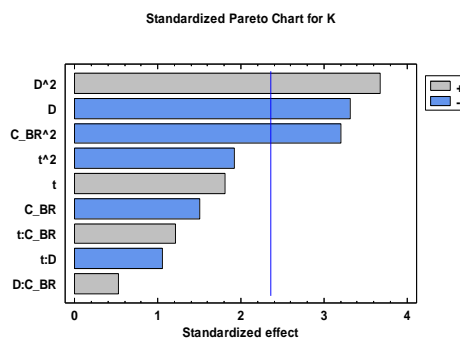
Вариант	$K \cdot 10^3, \text{ min}^{-1}$	Вариант	$K \cdot 10^3, \text{ min}^{-1}$
1	40.9	10	27.1
2	42.9	11	64.6
3	26.1	12	24.5
4	14.5	13	23.2
5	35.6	14	22.4
6	38.4	15	30.4
7	17.2	16	37.2
8	20.2	17	27.7
9	26.6		

Остатъчните величини са нормално и равномерно разпределени около нулата и не съществуват точки двукратно надвишаващи стойностите на стандартната грешка на остатъците (Фиг. 4).

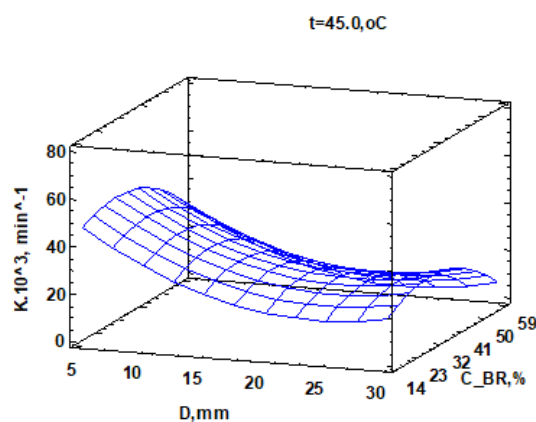


**Фиг. 4.** Диаграма на разпределението на остатъчните величини на регресионния модел на скоростния коефициент на нискотемпературно конвективно термопомпено сушене  $K, \text{ min}^{-1}$ .

Най-голямо влияние върху скоростния коефициент на нискотемпературно конвективно термопомпено сушене оказват: квадратичния и линейния ефект на еквивалентния диаметър ( $D, \text{ mm}$ ), квадратичния ефект на количеството на червено цвекло ( $C_{BR}, \%$ ) и квадратичния ефект на температурата на осмотичния разтвор (диаграмата на Парето фиг.5).



**Фиг.5.** Стандартизирани оценени ефекти на коефициентите на регресионния модел на скоростния коефициент на нискотемпературно конвективно термопомпено сушене  $K$ .



**Фиг.6.** Повърхност на отражението на скоростния коефициент на нискотемпературно конвективно термопомпено сушене ( $K \cdot 10^3, \text{ min}^{-1}$ ) в зависимост от еквивалентния диаметър на парченцата червено цвекло ( $D, \text{ mm}$ ) и количеството на червено цвекло в разтвора ( $C_{BR}, \%$ ), при температура на осмотичния разтвор  $45^\circ\text{C}$ .

На фиг. 6 е представена повърхнината на отражение на полученото регресионно уравнение за скоростния коефициент на сушене. Тя има седловидна форма. С едновременно увеличаване на еквивалентния диаметър на парченцата червено цвекло ( $D, \text{ mm}$ ) и количеството на червено цвекло в разтвора ( $C_{BR}, \%$ ), скоростният коефициент на сушене ( $K \cdot 10^3, \text{ min}^{-1}$ ) намалява от  $0.0646 \text{ min}^{-1}$  до  $0.0145 \text{ min}^{-1}$ . Това се дължи на по-голямата специфична повърхност на парченцата и по-малкото количество осмотичен разтвор.

От направения регресионен анализ най-висока стойност на скоростния коефициент на нискотемпературно конвективно термопомпено сушене  $K=0,0646 \text{ min}^{-1}$  се отчита при температура на предварително осмотично

сушене 60°C, еквивалентен диаметър 5,6mm и количество червено цвекло в разтвора 35%.

Най-ниска стойност на скоростния коефициент на нискотемпературно конвективно термопомпено сушене  $K=0,0145 \text{ min}^{-1}$  се отчита при температура на предварително осмотично сушене 70°C, еквивалентен диаметър 25,98mm и количество червено цвекло в разтвора 20%.

## 6. Заключение

Времето на нискотемпературно сушене при раличните варианти се изменя от 115 до 390 минути. При всички получени криви се отчита само втори период на сушене в резултат на осмотичната обработка.

Установено е наличие на втора критична точка при всички варианти на експеримента, което е характерно за тази част от кривите при капилярно-порестите колоидни тела.

Установени са два подпериода: подпериод на равномерно намаляване на скоростта и подпериод на неравномерно намаляване на скоростта.

Най-голямо влияние върху скоростният коефициент на нискотемпературно конвективно термопомпено сушене оказват: квадратичния и линейния ефект на еквивалентния диаметър ( $D$ , mm), квадратичния ефект на количеството на червено цвекло ( $C_{BR}$ ,%) и квадратичния ефект на температурата на осмотичния разтвор.

Най-висока стойност на скоростния коефициент на нискотемпературно конвективно термопомпено сушене  $K=0,0646 \text{ min}^{-1}$  се отчита при температура на предварително осмотично сушене 60°C, еквивалентен диаметър 5,6mm и количество червено цвекло в разтвора 35%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ангелов, А., - "Ръководство по инженерния експеримент.", НТС, Ст. Загора, 1986
2. Божанов, Б., И. Вучков, "Статистически методи за моделиране и оптимизиране на многофакторни обекти" ДИ "ТЕХНИКА", София 1983
3. Дичев, С., Ангелов, Н. и др. "Пилотна инсталация за нискотемпературна климатична сушилна" Научни трудове – ВИХВП том XLIV, Св. 3, стр.156-160, Пловдив, 2000
4. Ламбрев, Ат., "Основи на инженерния експеримент при изследване на машини и апарати за хранително-вкусовата промишленост", Пловдив, 1994г.
5. Пенев, Н., Петрова, Т., Технология на сушените плодове и зеленчуци, Академично издателство на УХТ-Пловдив, Пловдив 2013
6. Ditchev, St., Ch.Christov, N. Penov and V. Roichev, (2006) Kinetics investigation on a

combined osmotic and low temperature heat pump method of grape dryin, 3 Central European Congress on Food, 22-24 May 2006, Sofia, Bulgaria, Сборник доклади (P46).

7. Dermesonlouoglou, E., Chalkia, A., Taoukis, P. Application of osmotic dehydration to improve the quality of dried goji berry Journal of Food Engineering Volume 232, September 2018, Pages 36-43

8. El-Aouar, A., Azoubel, P., Jr, J., Murr, F. (2006). Influence of the osmotic agents on the osmotic dehydration of papaya. Journal of Food Engineering, 75 (2), pp. 267-274.

9. Krokida, M., Philippopoulos, C. Rehydration of dehydrated foods. Drying Technology, 23 (4) (2005), pp. 799-830

10. Lenart A.,: Water desorption from apples and carrot during osmo-convection drying. Ann. Warsaw Agricult. Univ. -SGGW, Food Technol. and Nutr. 19. pp.35-41, 1991

11. Lewicki P.P., Lenart A, Energy consumption during osmo-convection drying of fruits and vegetables. Drying of solids. (ed. A.S. Mujumdar), Intern. Sci. Publ. and Oxford & IBH Publishing Co. PVT. LTD., New York, pp.354-367, 1991

12. Lenart A., Lewicki P.P., Osmotic dehydration of fruits and vegetables. In Handbook of Industrial Drying (ed. A.S. Mujumdar ). Marcel Dekker, Inc. New York. Vol.1, pp. 691-713, 1995

13. Manzini A., Torreggiani D., Has the osmo-dehydration of fruit a future? Da Technologie Alimentari, 3, pp.64-69, 1990

14. Park, K., Bin, A., Brod, F. (2002). Drying of pear d'Anjou and without osmotic dehydration. Journal of Food Engineering, 56, pp. 97-103.

15. Sharma, P., Varma, A. Thermal stability of cellulose and their nanoparticles: Effect of incremental increases in carboxyl and aldehyde groups Carbohydrate Polym., 114 (2014), pp.339-343,

16. Torreggiani, D. Osmotic dehydration in fruits and vegetable processing Food Research International, 26 (1993), pp. 59-68

# ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ВЛАГАНЕ НА СУШЕНИ ИЛИ ЗАМРАЗЕНИ ДРОГИ В МЕД И ПАСТИЛИ

АЛБЕНА ПЪРЖАНОВА<sup>1</sup>, СТЕФАНИ ЦАНЕВА<sup>2</sup>, ВЕЛИЧКА ЯНАКИЕВА<sup>2</sup>,  
ЕЛЕОНОРА СТАМЕНОВА<sup>1</sup>, ИВЕЛИНА ВАСИЛЕВА<sup>3</sup>, СНЕЖАНА ИВАНОВА<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Институт по консервиране и качество на храните, отдел Хранителни технологии,  
бул. Васил Априлов 154, Пловдив 4000, България

<sup>2</sup>Университет по хранителни технологии, катедра Микробиология, Технологичен  
факултет, бул. Марица 26, Пловдив 4000, България

<sup>3</sup>Университет по хранителни технологии, катедра Органична химия и неорганична  
химия, Технологичен факултет, бул. Марица 26, Пловдив 4000, България

<sup>4</sup>Университет по хранителни технологии, катедра Кетъринг и Хранене, Стопански  
факултет, бул. Марица 26, Пловдив 4000, България  
E-mail<sup>1</sup>: albenadsp@abv.bg, E-mail<sup>2</sup>: snejana.1958@abv.bg

**Резюме:** Подбрани са 3 различни български растения: свежи цветове на езичестолистна паламида (*Cirsium ligulare* Boiss.) и цветоносни стъбла от калиерова мащерка (*Thymus callieri* Borbás ex Velen) и жълт кантарион (*Hypericum perforatum* L.), които са събирани в периода на техния цъфтеж (май-септември). Осъществена е предварителна обработка и двукратни екстракции с вода, чрез класически метод. Определена е антимикробната активност и минимална инхибираща концентрация на получените водни екстракти спрямо сапрофитни и патогенни микроорганизми. Разработена е рецептура и технологична схема на ароматизиран мед с трите вида билки, както и на билкови пастили. Осъществен е сензорен анализ на двата артикула – мед и пастили.

**Ключови думи:** езичестолистна паламида, жълт кантарион, мащерка, сушени и замразени дроги, билкови пастили, обогатен мед.

## POSSIBILITIES FOR USING DRIED OR FROZEN DRUGS IN HONEY AND PASTILES

ALBENA PARZHANOVA<sup>1</sup>, STEFANI TSANEVA<sup>2</sup>, VELICHKA YANAKIEVA<sup>2</sup>,  
IVELINA VASILEVA<sup>3</sup>, ELEONORA STAMENOVA<sup>1</sup>, SNEZHANA IVANOVA<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Institute of Food Preservation and Quality-Plovdiv, Food Technology Department,  
154 Vasil Aprilov Blvd., Plovdiv4000, Bulgaria,

<sup>2</sup>University of Food Technologies, Department of Microbiology, Faculty of Technology  
26 Maritza Bul., 4000, Plovdiv, Bulgaria

<sup>3</sup>University of Food Technologies, Faculty of Technology Department of Organic  
Chemistry and Inorganic Chemistry,  
26 Maritza Bul., 4000, Plovdiv, Bulgaria

<sup>4</sup>University of Food Technologies, Economic faculty Department of Catering and Nutrition,  
26 Maritza Bul., 4000, Plovdiv, Bulgaria  
E-mail1: albenadsp@abv.bg, E-mail 2: snejana.1958@abv.bg

**Abstract:** Three different Bulgarian plants from the Dospat region were selected: fresh flowers (*Cirsium ligulare* Boiss), flowering stems – flower stalks (*St. John's wort* – *Hypericum perforatum* L. and thyme – *Thymus callieri* Borbás ex Velen), which were collected in the period of their flowering (May-September). Double extractions with water were performed using the classical method. The antimicrobial activity and the minimum inhibitory concentration of the obtained aqueous extracts against saprophytic and pathogenic microorganisms were determined. A recipe and technological scheme of flavored honey with the three types of herbs, as well as herbal pastilles have been developed. Sensory analysis of the two items - enriched honey and pastilles - was performed.

**Key words:** lingual bonito, St. John's wort, thyme, dried and frozen drugs, herbal pastilles, enriched honey.

## 1. Въведение

Растенията са основен източник за получаване на естествени ароматични продукти. Научни разработки представят неоспорими доказателства, че храненето влияе върху здравословното състояние на човека. Това до голяма степен се дължи на биологично активните вещества, които се намират в растенията [1]. Повишената консумация на растителни храни, в това число и билки, се свързва с редуциране на риска от оксидативен стрес и дегенеративни заболявания [2, 3, 4].

През последните два века много растения, техните етерични масла и екстракти имат потенциални приложения в медицината, фармацевтичната, козметичната и хранителната индустрия. Хранителната технология и индустрия непрекъснато търсят възможности за намаляване вредното въздействие от преработката и прекомерната употреба на синтетични добавки в храните [5].

Билките се възприемат като много важен елемент за производството на храни, различни видове чай и напитки. В последните години се отделя значително внимание на лечебни, ароматични и овкусяващи растения с антиоксидантни и антимикробни свойства. Многобройни изследователи проявяват интерес освен към биологично активни компоненти, изолирани от растенията, но и към тяхното влияние върху елиминирането на патогенни и сапрофитни микроорганизми [6].

България е сред страните с най-голям процент на лечебни растения, спрямо общия брой растителни видове. Около 770 вида, или 19 % от всички видове растения у нас, са лечебни. При много видове се използват повече части на растението. Растителни продукти като зърно, плодове и зеленчуци, са основни елементи при храненето на хората и много видове растения се култивират от хилядолетия с тази цел [7]. Освен като храна, растенията се използват от хората като източник на ценни влакна и продукти, както и на лекарствени средства, преди да стане възможно синтетичното им получаване [8].

*Лечебни са растенията*, които съдържат лековити (биологично активни) вещества и могат да бъдат използвани за получаване на билки.

*Билки* са цели лечебни растения или отделни морфологични части от тях (стръкове, цветове, плодове или семена).

*Растителните дроги* представляват части от висши растения: надземни (листа, цветове, плодове, семена, стръкове, кори) и подземни (корени, коренища, грудки) органи,

които съдържат редица БАВ (алкалоиди, гликозиди, танини, етерични масла, витамини, полизахариди).

В продължение на векове билките, наричани още лечебни растения или дроги, в свежо или изсушено състояние, са предназначени за лечение на болести, за профилактика в медицината, ветеринарно-медицинската практика и производство на лекарства, хранителни, козметични и технически цели [9].

В България се срещат много растителни видове, които са уникални по своята природа и не се срещат никъде другаде по света. На територията на Община Доспат се срещат 332 растителни вида. Откритите от колектива на Zahariev [10] лечебни растения принадлежат към 75 семейства. Типични и традиционни за Западните Родопи и община Доспат са билките – мащерка, риган, жълт кантарион, глухарче, подбел, езичестолистна паламида, живовляк, иглика, бял и тревист бърз, коприва, малина, къпина, боровинка, шипка, смрадлика, глог, хвойна. Сред растителните лекарствени продукти има такива, при които са установени дългогодишни традиции на употреба. Съгласно законодателството на Европейския съюз [11], като традиционни растителни лекарствени продукти се класифицират онези растителни лекарствени продукти, които се използват от най-малко 30 години, от които поне 15 години в рамките на ЕС, предназначени са да бъдат използвани без наблюдение от медицинско лице [12].

От най-дълбока древност хората са използвали естествената сила на меда и лековитите растения.

*Меда* е полезен със своите целебни ефекти, което се дължи на отделните му съставки и тяхното комплексно лечебно действие [13]. Билките и медът са едни от най-полезните блага на природата, които можем да консумираме за здраве и красота. Ако двете се съчетаят това е ефективен начин да се удвои полезното им действие.

*Билковите пастили*, представляващи твърди бонбони с билки и мед, намират приложение за намаляване на болката и дразненето в гърлото и дрезгавостта, а от друга страна имат успокояващ ефект и противовъзпалително и имуностимулиращо действие [14]. Благоприятстват процеса на оздравяване при проблеми с гърлото.

## 2. Материали и методи

**2.1. Растителни дроги.** Подбрани са 3 различни български растения: свежи цветове на **езичестолистна паламида** (*Cirsium ligulare* Boiss.) и цветоносни стъбла от **калиерова мащерка** (*Thymus callieri* Borbás ex Velen) и **жълт кантарион** (*Hypericum perforatum* L.), които са събирани в региона на град Доспат, намиращ се в Западни Родопи, България по време на периода на техния цъфтеж (май-септември).

Непосредствено след събиране дрогите са инспектирани за премахване на нежелани примеси. Една част от предварително обработените растения са изсушени на сянка в проветриви помещения при 22 – 25 °С. Така изсушените части от всяко растение се наситняват или смилат до получаване на ситно смляна субстанция, опаковат се и се етикетират. Друга част от сортираните и наситнени свежи растителни суровини са поставени в полиетиленови пликове и замразени в хладилен шкаф при температура –18 °С до времето за анализ. Създават се условия за правилното им съхранение (температура, влага, светлина), виж схема 1.



Схема 1. Етапи на обработка и анализи

## 2.2. Тест-микроорганизми за водни екстракти тип отвара

При определяне на антимикробната активност на водни екстракти като тест – микроорганизми са използвани:

**2.2.1. Сапрофитни микроорганизми:** *Bacillus cereus* ATCC 11778, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Saccharomyces cerevisiae*, *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus niger* ATCC 1015, *Aspergillus flavus*, *Fusarium moniliforme* ATCC 38932.

**2.2.2. Патогенни микроорганизми:** *Escherichia coli* ATCC 8739, *Salmonella enteritidis*, *Klebsiella* sp., *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Candida albicans* NBIMCC 74 и *Listeria monocytogenes* ATCC 8632.

Патогенните и сапрофитни микроорганизми са част от колекцията на катедра „Микробиология” към УХТ, Пловдив и се използват като индикаторни микроорганизми за изследване на антимикробна активност.

Щамовете се развиват, както следва: *Saccharomyces cerevisiae*, куртивиран при 30°C на Malt extract agar, *Bacillus cereus* ATCC 11778, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus niger* ATCC 1015, *Aspergillus flavus*, *Fusarium moniliforme* ATCC 38932 са култивирани при 30°C на LBG-agar, а *Escherichia coli* ATCC 8739, *Salmonella enteritidis*, *Klebsiella* sp., *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Candida albicans* NBIMCC 74 и *Listeria monocytogenes* ATCC 8632 – при 37°C на LBG-agar.

## 2.3. Хранителни среди и разтвори за микробиологичен анализ на водни екстракти тип отвара

**2.3.1. LBG (Luria-Bertani glucose) agar medium.** Състав (g/L): триптон – 10,0; дрождев екстракт – 5,0; глюкоза – 10,0; NaCl – 10,0; agar – 15,0. pH на средата се коригира до 7,5 с 1N NaOH. Стерилизация – 20 min при 121°C.

**2.3.2. Malt extract agar (МЕА).** Приготвя се като към филтрувана неохмелена пивна мъст (6 – 8° по Балинг) се добавят 2 – 2,5% agar. pH на средата се коригира до 7,1 – 7,2. Стерилизация – 20 min при 121°C.

**2.3.3. Физиологичен разтвор (0,5%).** Състав (g/L): NaCl – 5,0; дестилирана вода – 1L. Стерилизация – 20 min при 121°C.

## 2.4. Конвенционална двустепенна екстракция за получаване на водни екстракти тип отвара (декокт)

За получаване на екстракти тип отвара (декокт) се спазва хидромодул 1:20 за суха и 1:30 за замразена растителна маса. В нашият случай от суровината се претеглят 15 g (20 g) и се прехвърлят в колба, която съдържа 300 cm<sup>3</sup>

екстрагент – вода ( $V_1, \text{cm}^3$ ), нагрети до 60 – 65 °С. Температурата се поддържа 1 h, след което сместа се оставя да престои една вечер при стайна температура. Филтрува се през капроново платно. Остатъкът се връща в колбата и се залива с 200  $\text{cm}^3$  от съответния екстрагент ( $V_2, \text{cm}^3$ ). Втората екстракция продължава 1 час, при същата температура (60 – 65 °С). Филтрува се. Двата филтрата се обединяват и хомогенизират добре. Отчита се общият обем ( $V, \text{cm}^3$ ), който е смес от двата филтрата. Водният филтрат се запазва за анализи и приложение, а остатъкът след последното филтруване се суши в сушилня при 30 °С. Отчита се масата му.

### 2.5. Определяне на антимикробна активност на водни екстракти спрямо сапрофитни и патогенни микроорганизми

Антимикробната активност на водни екстракти е определена по агар-дифузионен метод чрез ямки, а минимална инхибираща концентрация (MIC) по метода на серийните разреждания [15].

**2.6. Органолептичен анализ.** Осъществен е органолептичен анализ на водни екстракти тип отвара, както на сушена, така и на замразена билка, на ароматизиран мед и билкови пастили. На получените отвари е извършена органолептична оценка, като е използвана 5 балова система за окачествяване. Пробите са предоставени за органолептична оценка на дегустатори, като всеки попълва дегустационна карта. На получените отвари и медена настойка са оценени пет показателя – цвят (зрение), мирис (обоняние) и аромат, вкус и остатъчен вкус/послевкус (устна кухня). Тези свойства са от решаващо значение за цялостното възприемане и одобрение на водните и медените екстракти.

### 3. Резултати и обсъждане

За общото съдържание на минерални вещества в продуктите обикновено се съди по тяхното пепелно съдържание. Повишеното пепелно съдържание може да свидетелства за замърсяване на продуктите или на суровините, от които са получени, с пръст, пясък и др.

Определено е пепелното съдържание на трите растителни суровини. С най-голямо пепелно съдържание се отличава лечебното растение езичестолистна паламида –  $6,04 \pm 0,29$  %, следвано от мащерката –  $5,75 \pm 0,14$  %. С най-малко пепелно съдържание е билката жълт кантарион с  $4,01 \pm 0,03$  %.

Данните от извършената органолептична оценка на водни екстракти са поместени в Таблица 1.

От представените данни е видно, че дегустаторите са оценили с максимален брой точки воден екстракт тип отвара, получен от сушена мащерка (5,0), следван от същия получен от замразена.

Висока оценка получава показателят цвят на отварите от жълт кантарион. Поради появата на горчив остатъчен вкус и при двата вида водни екстракти получени от жълт кантарион, той е оценен с най-ниски стойности.

Харесван е цвета, мириса и вкуса на сушена езичестолистна паламида. При замразяването на тази билка тя губи своите ароматно-вкусови качества.

От поместените данни в таблица 1 и графиките отразяващи сензорен профил на водни екстракти (отвара) се вижда ясна тенденция за по-добро сензорно възприятие на отвари получени от сушени билки, спрямо същите замразени билки.

**Таблица 1.** Данни на качествените показатели от проведения органолептичен анализ

Показатели	СУШЕНА		
	Мащерка	Жълт кантарион	Езичестолистна паламида
Цвят	$5,0 \pm 0,0$	$5,0 \pm 0,0$	$4,5 \pm 0,7$
Мирис	$5,0 \pm 0,0$	$4,0 \pm 1,4$	$4,0 \pm 0,0$
Аромат	$5,0 \pm 0,0$	$3,0 \pm 1,4$	$3,5 \pm 0,7$
Вкус	$5,0 \pm 0,0$	$2,5 \pm 1,1$	$4,5 \pm 0,7$
Послевкус	$5,0 \pm 0,0$	$1,5 \pm 0,7$	$4,0 \pm 1,4$
<b>Обща оценка</b>	<b><math>5,0 \pm 0,0</math></b>	<b><math>3,2 \pm 0,6</math></b>	<b><math>4,1 \pm 0,4</math></b>
Показатели	ЗАМРАЗЕНА		
Цвят	Мащерка	Жълт кантарион	Езичестолистна паламида
Цвят	$4,0 \pm 0,3$	$3,5 \pm 0,8$	$3,5 \pm 0,5$
Мирис	$3,5 \pm 0,3$	$2,5 \pm 0,4$	$3,5 \pm 0,5$
Аромат	$4,0 \pm 0,3$	$2,0 \pm 0,3$	$2,5 \pm 0,3$
Вкус	$3,5 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,9$	$3,0 \pm 0,8$
Послевкус	$3,5 \pm 0,1$	$1,5 \pm 1,2$	$2,5 \pm 1,1$
<b>Обща оценка</b>	<b><math>3,7 \pm 0,3</math></b>	<b><math>2,3 \pm 0,8</math></b>	<b><math>3,0 \pm 0,5</math></b>

Въз основа на горе изложеното следващите наши изследвания, целящи анализ на инхибиращата активност на водни екстракти върху растежа на сапрофитни и патогенни микроорганизми, причинители на микробна развала и на хранителни токсикоинфекции и интоксикации е проведена само на сушени дроги – мащерка, жълт кантарион и езичестолистна паламида.

Таблица 2. Концентрации на патогенните тест-микроорганизми

Патогенен тест-микроорганизъм	C, cfu/cm <sup>3</sup>
<i>Salmonella enteritidis</i>	2,0. 10 <sup>8</sup>
<i>Klebsiella</i> sp.	2,7. 10 <sup>8</sup>
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	1,0. 10 <sup>12</sup>
<i>Candida albicans</i> NBIMCC 74	2,0. 10 <sup>10</sup>
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 8632	4,6. 10 <sup>9</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	4,0. 10 <sup>8</sup>
Сапрофитен тест-микроорганизъм	C, cfu/cm <sup>3</sup>
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	1,0.10 <sup>9</sup>
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 11778	6,5.10 <sup>8</sup>
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	2,8.10 <sup>7</sup>
<i>Aspergillus niger</i> ATCC 1015	4,0.10 <sup>8</sup>
<i>Aspergillus flavus</i>	4,0.10 <sup>8</sup>
<i>Penicillium</i> sp.	6,0.10 <sup>8</sup>
<i>Rhizopus</i> sp.	1,2.10 <sup>7</sup>
<i>Fusarium moniliforme</i> ATCC 38932	1,2.10 <sup>7</sup>



Фиг. 1. Сензорен профил на водни екстракти тип отвара на СУШЕНИ и ЗАМРАЗЕНИ билки

В серия от опити е изследвана инхибиращата активност на водни екстракти на машерка, жълт кантарион и езичестолистна паламида върху растежа на сапрофитни и патогенни микроорганизми, причинители на микробна развала и на хранителни токсикоинфекции и интоксикации, като е определена зоната на инхибиране (IZ) и минималната инхибираща концентрация (MIC).

Концентрацията на сапрофитните и патогенни микроорганизми е около 10<sup>7</sup>cfu/cm<sup>3</sup>, Таблица 2.

Резултатите от определянето на антимикробния ефект на водни екстракти на трите дроги са отразени на Таблица 4.

При определяне на влиянието на екстрактите спрямо сапрофитни микроорганизми – спорообразуващи бактерии, дрожди и плесенни гъби се наблюдават сходства и различия между отделните екстракти. Трите екстракта от машерка, жълт кантарион и езичестолистна паламида не потискат спорообразуващите видове *Bacillus subtilis* ATCC 6633 и *Bacillus cereus* ATCC 11778 и дрождите *Saccharomyces cerevisiae*.

Опитните данни сочат, че водните екстракти от машерка и езичестолистна паламида потискат растежа и развитието на плесенните гъби *Aspergillus niger* ATCC 1015, *Aspergillus flavus*, *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp., *Fusarium moniliforme* ATCC 38932, като най-висока инхибираща активност е определена при екстракта от машерка със зони на инхибиране между 8 до 14 mm и минимална инхибираща концентрация (MIC) е 60 ppm, следван от екстракта от езичестолистна паламида, където зоните на инхибиране са между 8 до 13 mm и MIC е от 60 до 600 ppm. Най-ниска е антимикробната активност на екстракта от жълт кантарион, като MIC е от 60 до 600 ppm, спрямо плесенните гъби *Aspergillus niger* ATCC 1015 и *Penicillium* sp. Данните сочат, че водните екстракти от трите дроги проявяват ниска антимикробна активност спрямо патогенни микроорганизми. Инхибираща активност е установена само срещу грам-положителните *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Грам-положителните бактерии са по-чувствителни към изследваните екстракти (зони на инхибиране между 10 до 13 mm), като MIC е 600 ppm. Изследваните Грам-отрицателни бактерии са по-малко чувствителни и не е установен инхибиращ ефект. Това се дължи на разликата на строежа и състава на клетъчната стена на двете групи бактерии. Наличието на външна мембрана при Грам-отрицателните бактерии затруднява дифузията на екстрактите през мембраната към цитоплазмата на клетката, което ги прави по-устойчиви на действието на изследваните екстракти.



**Таблица 3.** Антимикробна активност и минимална инхибираща концентрация (МИС) на водни екстракти от мащерка, жълт кантарион и езичестолитна паламида срещу сапрофитни микроорганизми

Тест-микроорганизми	Проба					
	МАЩЕРКА		ЖЪЛТ КАНТАРИОН		ЕЗИЧЕСТ. ПАЛАМИДА	
Сапрофитни микроорганизми	IZ, mm	МИС, ppm	IZ, mm	МИС, ppm	IZ, mm	МИС, ppm
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633, 1,0.10 <sup>9</sup> cfu/cm <sup>3</sup>	–	–	–	–	–	–
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 11778, 6,5.10 <sup>8</sup> cfu/cm <sup>3</sup>	–	–	–	–	–	–
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , 2,8.10 <sup>7</sup> cfu/cm <sup>3</sup>	–	–	–	–	–	–
<i>Aspergillus niger</i> ATCC 1015, 4,0.10 <sup>8</sup> cfu/cm <sup>3</sup>	13,0±1,0	<60	12,0±0,0	<600	12,5±0,6	<60
<i>Aspergillus flavus</i> , 4,0.10 <sup>8</sup> cfu/cm <sup>3</sup>	10,0±0,0	60	–	–	11,0±0,0	<600
<i>Penicillium</i> sp., 6,0.10 <sup>8</sup> cfu/cm <sup>3</sup>	10,0±0,0	60	10,0±0,0	60	10,0±0,0	60
<i>Rhizopus</i> sp., 1,2.10 <sup>7</sup> cfu/cm <sup>3</sup>	14,0±0,4	<60	–	–	10,0±2,0	60
<i>Fusarium moniliforme</i> ATCC 38932, 1,2.10 <sup>7</sup> cfu/cm <sup>3</sup>	8,0±0,0	60	–	–	8,0±0,0	600
Патогенни микроорганизми	МАЩЕРКА		ЖЪЛТ КАНТАРИОН		ЕЗИЧЕСТ. ПАЛАМИДА	
	IZ, mm	МИС, ppm	IZ, mm	МИС, ppm	IZ, mm	МИС, ppm
<i>Salmonella enteritidis</i> , 2,0. 10 <sup>8</sup> cfu/cm <sup>3</sup>	–	–	–	–	–	–
<i>Klebsiella</i> sp., 2,7. 10 <sup>8</sup> cfu/cm <sup>3</sup>	–	–	–	–	–	–
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739, 1,0. 10 <sup>12</sup> cfu/cm <sup>3</sup>	–	–	–	–	–	–
<i>Candida albicans</i> NBIMCC 74, 2,0. 10 <sup>10</sup> cfu/cm <sup>3</sup>	–	–	–	–	–	–
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 8632, 4,6. 10 <sup>9</sup> cfu/cm <sup>3</sup>	–	–	–	–	–	–
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923, 4,0. 10 <sup>8</sup> cfu/cm <sup>3</sup>	13,0±1,0	600	10,0±1,0	600	10,0±1,0	600

**Таблица 4.** Данни на качествените показатели от проведения органолептичен анализ

настойка със съотношение дрога : мед = 1:30						
№	Показатели	Контрола	Мащерка	Жълт кантарион	Езичест. паламида	Букет
1	Цвят	4,0 ± 0,8	3,8 ± 0,5	4,3 ± 0,5	4,8 ± 0,5	4,8 ± 0,5
2	Мирис	4,3 ± 1,0	2,8 ± 1,0	3,8 ± 1,0	3,8 ± 0,5	4,5 ± 0,6
3	Аромат	3,5 ± 0,6	4,0 ± 1,4	3,8 ± 1,0	4,5 ± 1,0	5,0 ± 0,0
4	Вкус	4,5 ± 0,6	3,8 ± 1,9	4,0 ± 0,8	4,8 ± 0,5	5,0 ± 0,0
5	Послевкус	3,3 ± 0,5	3,5 ± 1,7	3,5 ± 1,3	4,3 ± 0,5	4,8 ± 0,5
<b>Обща оценка</b>		<b>3,9 ± 0,5</b>	<b>3,6 ± 0,5</b>	<b>3,9 ± 0,3</b>	<b>4,4 ± 0,4</b>	<b>4,8 ± 0,2</b>
настойка със съотношение дрога : мед = 1:20						
1	Цвят	4,0 ± 0,8	4,5 ± 0,6	4,0 ± 0,0	4,0 ± 1,4	4,5 ± 0,6
2	Мирис	4,3 ± 1,0	3,3 ± 1,5	2,8 ± 1,3	4,0 ± 0,8	4,8 ± 0,5
3	Аромат	3,5 ± 0,6	4,0 ± 1,2	3,3 ± 1,3	4,5 ± 1,0	4,8 ± 0,5
4	Вкус	4,5 ± 0,6	3,8 ± 1,5	3,3 ± 1,3	4,8 ± 0,5	4,8 ± 0,5
5	Послевкус	3,3 ± 0,5	3,5 ± 1,3	2,8 ± 1,7	4,0 ± 0,8	4,3 ± 1,0
<b>Обща оценка</b>		<b>3,9 ± 0,5</b>	<b>3,8 ± 0,5</b>	<b>3,2 ± 0,5</b>	<b>4,3 ± 0,4</b>	<b>4,6 ± 0,2</b>

Получените резултати за различната устойчивост на Грам-положителните и Грам-отрицателните бактерии спрямо инхибитори на микробния растеж съвпадат с литературните данни за ароматични продукти от изследваните билки [16,17].

Водните екстракти от мащерка, жълт кантарион и езичестолистна паламида потискат растежа на Грам-положителния *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, причинител на гастроинтестинални заболявания и плесенните гъби *Aspergillus niger* ATCC 1015, *Aspergillus flavus*, *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp., *Fusarium moniliforme* ATCC 38932, причинители на микробна развала.

Разработена е рецептура и технологична схема на ароматизиран мед с трите вида билки.

Ароматизираният мед е приготвен, с трите вида наситнени билки. Наситнените билки се поставят в празен съд и се заливат с меда. Настойката се съхранява 1 месец при 22 – 25°C, след което се филтрува.

Приготвени са два асортимента ароматизиран пчелен мед, които се различават по съотношението билка:мед, което съответно е 1:30 и 1:20. Четирите проби ароматизиран мед – мащерка, езичестолистна паламида, жълт кантарион и букет от трите дроги в съотношение 1:1:1 са сравнени с контролни проби от чист пчелен мед. Моделният рецептурен състав е поместен в таблица 5.

**Таблица 5. Моделен рецептурен състав на ароматизиран пчелен мед**

Суровина	Контрола	Проби	
		1:30	1:20
Мед, пчелен, ml	60	60	60
Мащерка, g	–	2	3
Езич. паламида, g	–	2	3
Жълт кантарион, g	–	2	3
Букет, g (1:1:1)	–	2	3

Проведен е органолептичен анализ на пробите, като количеството на меда е еднакво във всяка от тях, но количеството на билките е различно. От поместените данни в Таблица 5 се вижда ясна тенденция за добро сензорно възприятие на получените ароматизирани медове. Дегустаторите са оценили с най-голям брой точки настойката, получена от букет 1:30 (4,8), следвана от букет 1:20 (4,6).

Висока оценка получава показателят цвят на настойката езичестолистна паламида и букет (4,8). Поради появата на горчив остатъчен вкус при настойката от жълт кантарион 1:20, той

е оценен с най-ниски стойности (2,8). Харесван е цвета, мириса и вкуса на букета.

Получени са билкови пастили, които не са хранителна добавка и не трябва да се използва като заместител на разнообразното хранене. Продуктът може да бъде предназначен за хранителната промишленост, лечение, диагностика и профилактика.

На схема 2 е предложена технологична последователност, която представлява комбинация за влагане на билкови водни екстракти на мащерка, жълт кантарион и езичестолистна паламида, лимонов сок и ароматизиран пчелен мед Букет.



**Схема 2. Технологична схема за влагане на водни екстракти и ароматизиран пчелен мед в билкови пастили**

Моделният рецептурен състав на билкови пастили е поместен в таблица 6.

**Таблица 6. Моделен рецептурен състав на билкови пастили**

Суровина	Контрола	Проби
Вода, питейна, %	30	–
Екстракт, воден, %	–	30
Мед, пчелен букет, %	65	65
Лимонов сок, %	15	15

Проведен е органолептичен анализ на пробите билкови пастили. От трите вида билкови пастили, максимално висока оценка ( $5,00 \pm 0,1$ ) получават билкови пастили с вложен воден екстракт от мащерка, следвани от пастили с воден екстракт от езичестолистна паламида –  $4,70 \pm 0,2$ .

### Литература

1. Tresserra-Rimbau, A., Rimm E., Medina-Remón, A., Martínez-González, M., DeLa Torre, R., Corella, D., Salas-Salvadó, J., Gómez-Gracia, E., Lapetra, J., Arós, F., Fiol, M., Ros, E., Serra-Majem, L., Pintó X., Saez, G., Basora, J., Sorl, J., Martínez, J., Vinyoles, E., Ruiz-utiérrez, V., Estruch, R., Lamuela-Raventós, R., (2014). Inverse association between habitual polyphenol intake and incidence of cardiovascular events in the PREDIMED study, *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 24, 6, 639–647.
2. Liu, H., (2004). Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action, *J Nutr*, 134:3479–85
3. Liu, H., J. Finley, (2005). Potential cell culture models for antioxidant research, *J Agric Food Chem*, 53:4311–4.
4. Liguori, I., G. Russo, F. Curcio, G. Bulli, L. Aran, D. Della-Morte, G. Gargiulo, G. Testa, F. Cacciatore, D. Bonaduce, P. Abete, (2018). Oxidative stress, aging, and diseases. *Clin Interv Aging*. 2018; 13: 757–772. Published online:doi: 10.2147/CIA.S158513.
5. Йонкова, Г., М. Кечев, Е. Арабска, А.Ганчева,(2011). Качество и безопасност на храните – ветеринарномедицински изисквания при употреба на лекарства, пестициди, тежки метали и афлатоксини. Академично издателство при Център за евроинтеграция и култура, Висше училище по агробизнес и развитие на регионите, Блаком – Пловдив.
6. Nair, D. N., S. Padmavathy, (2014). Impact of Endophytic Microorganisms on Plants, Environment and Humans. *The Scientific World Journal*. ArticleID250693. <https://doi.org/10.1155/2014/250693>.
7. Янкулов, Йо., (2010). Основни ароматни растения, Еъовче, 228, ISBN 789549373769.
8. Encyclopedia Britannica, (2009), by Encyclopedia Britannica, Editorial.
9. Киселова-Кънева, Й., (2013). Биологични ефекти на оксидативния стрес и билките като средство за противодействие, Издателство: Антида.
10. Zahariev, D., L. Taneva, K. Racheva, (2017). Medicinal plants on the territory of the Municipality of Dospat, *Journal of BioScience and Biotechnology*, 6(1):59–71.
11. Directive, 2004/24/EC of the European Parliament and of the Council, *Official Journal of the European Union*, L 136/85.
12. MEMO/11/71, (2011). QandA: Registration of Traditional Herbal Medicinal Products, Brussels.
13. Martinotti, S., E. Ranzato, (2018). Honey, wound repair and regenerative medicine. *Journal of functional biomaterials*, 9(2), 34.
14. Mishra, K., K. Tasneem, V. Jain, S. C. Mahajan, (2017). Formulation and evaluation of herbal lozenges. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 7(7), 87-90.
15. Jirovetz, L., G. Buchbauer, Z. Denkova, A. Slavchev, A. Stoyanova, E. Schmidt, (2006). Chemical composition, antimicrobial activities and odor descriptions of various *Salvia* sp. and *Thuja* sp. essential oils. *Ernahrung / Nutrition*, 30, 152-159.
16. Randrianarivelo, R., Sarter, S., Odoux, E., Brat, P., Lebrun, M., Romestand, B., . & Danthu, P. (2009). Composition and antimicrobial activity of essential oils of *Cinnamosma fragrans*. *Food Chemistry*, 114(2), 680-684.
17. Teneva D., Z. Denkova, B. Goranov, R. Denkova, G. Kostov, T. Atanasova, P. Merdzhanov. (2016). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils from black pepper cumin, coriander and cardamom against some pathogenic microorganisms. *Acta Universitatis Cabiniensis Series E: Food Technology*. 39, Vol. XX, no. 2, 39 – 52.

# THERMODYNAMIC STUDY OF THE COPIGMENTATION EFFECT OF CYANIDIN 3- GALACTOSIDE WITH CAFFEIC ACID

IVALINA PETROVA

*Department of Mathematics, Physics and Chemistry, Technical University Sofia, Branch  
Plovdiv, 4002 Plovdiv, Bulgaria  
E-mail: [ivalinapetrova.com@abv.bg](mailto:ivalinapetrova.com@abv.bg)*

**Abstract:** *The effect of temperature on the stability of anthocyanins from aronia as pigment and caffeic acid as copigment was evaluated. Different temperatures and copigment concentrations were used for the investigation pigment:copigment interaction. Equilibrium constant of copigmentation process was determined. Thermodynamic parameters  $\Delta G$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta S$  were calculated. At high temperatures, around 80 °C destruction was observed and after that at 20 °C, restoration of the complex was observed again according the calculations. This is conformation for reversibility of copigmentation process.*

**Key words:** *caffeic acid, anthocyanins, thermodynamic parameters*

# ТЕРМОДИНАМИЧНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА КОПИГМЕНТАЦИОННИЯ ЕФЕКТ НА ЦИАНИДИН 3-ГАЛАКТОЗИД С КАФЕЕНА КИСЕЛИНА

ИВАЛИНА ПЕТРОВА

*Катедра Математика, Физика и Химия, Технически университет София, Филиал  
Пловдив, 4002 Пловдив, България  
E-mail: [ivalinapetrova.com@abv.bg](mailto:ivalinapetrova.com@abv.bg)*

**Резюме** *Оценява се ефектът на температурата върху стабилността на антоцианите от арония, като пигмент и кафеената киселина, като копигмент. За изследването на взаимодействието пигмент:копигмент са използвани различни температури и концентрации на копигмент. Определена е равновесна константа на копигментационния процес. Изчислени са термодинамични параметри  $\Delta G$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta S$ . При високи температури се наблюдава разрушаване около 80 °C, а след това при 20 °C отново се наблюдава възстановяване на комплекса според изчисленията. Това е доказателство за обратимост на процеса на копигментация.*

**Ключови думи:** *кафеена киселина, антоциани, термодинамични параметри*

## 2. Introduction

The changes in red wine colour on aging are still a challenge. From recent work involving model experiments, it was concluded that high quality red wine storage conditions (long period of time, permanent contact with wood, low pH values, low temperature and aqueous environment), were all in favour of good molecular associations between the wine anthocyanins and the aromatic planar colourless molecules present in such a medium. The

factors which affect anthocyanin non-covalent interactions will be reviewed. They include pigment and copigment concentrations and structures, pH, solvent and temperature. The complex of a pigment with one of its copigments may be the starting point of a covalent linkage between the molecules (Brouillard, 1994).

The thermal degradation of anthocyanin pigments of black raspberries as influenced by pH,

oxygen, sugars and their degradation products were studied. The degradation of the major anthocyanin component (cyanidin-3-diglucoside), the total isolated pigments and the pigment in the natural berry juice was retarded as the pH decreased. Under the same conditions, cyanidin was much more unstable than any of the anthocyanin containing systems. In all cases studied, replacement of the oxygen atmosphere with nitrogen enhanced pigment stability. The rate constants for the thermal degradation of cyanidin-3-diglucoside at various pH levels under oxygen and nitrogen were determined. The sugars studied accelerated pigment destruction to the same extent. Sugar degradation products were more effective than sugars in accelerating anthocyanin breakdown (Daravingas, 1968)

The effect of copigmentation of chlorogenic acid with anthocyanins in strawberry and chokeberry juices was investigated. It was found that chlorogenic acid, at concentrations greater than that of anthocyanins, enhanced the colour intensity of these juices. The maximum copigmentation effect in both juices was observed at pH 3.4. In the investigated range of the copigment:pigment ratio, i.e. 1:1 to 50:1, absorbance increased ( $\Delta A$ ) linearly with copigment content, chlorogenic acid was greater in chokeberry than in strawberry juices. In solutions of purified pigments of these fruits, smaller copigmentation effects were observed than in juices under the same conditions, which indicates the participation of natural copigments present in fruits in the copigmentation process (Wilska-Jeszka, 1996).

Caffeic copigmentation of anthocyanins from Cabernet Sauvignon grape extracts in model system and yoghurt model system was investigated, as well as the influence of copigmentation on the stability of these pigments. In the model system, the dependence of anthocyanin stability on added caffeic acid was evaluated at temperatures ( $4 \pm 1^\circ\text{C}$  and  $29 \pm 3^\circ\text{C}$ ) and in the presence or absence of light, at two pH values: 3.0 and 4.0. In the yoghurt model system, the stability of the anthocyanins was evaluated at  $4 \pm 1^\circ\text{C}$  in the dark. The addition of caffeic acid (1:1 w/v) significantly increased ( $p < 0.05$ ) the stability of anthocyanins in both model and yoghurt systems (Gris, 2007). Petrova et al. (2018) studied the effect of temperature on the stability of the copigmentation complex of strawberry anthocyanin extract as pigment and caffeic acid as copigment. The system was studied with a high concentration of caffeic acid 1:20 to 1:100 molar ratio. Different temperatures and copigment concentrations were used for the investigated pigment:copigment interaction and kinetic parameters such as activation energy ( $E_a$ ),  $z$  – factor and degradation rates ( $k$ ) were calculated.

According to the calculated results, at high temperatures ( $50^\circ\text{C}$ ) destruction of the complex was observed. Decreasing the temperature in the range of  $20\text{--}30^\circ\text{C}$  did not lead to restoration of the complex, indicating irreversibility of the copigmentation process. The effect of copigmentation with phenolic acids i.e., tannic, gallic, ferulic and caffeic acids that have various pigment:copigment molar ratios (1:10; 1:50; 1:100) on *Berberis crataegina* anthocyanins at  $90^\circ\text{C}$  was found. Copigmentation increased the stability of anthocyanins. The increase in pigment:copigment ratios resulted differently on each phenolic acid compound, as the molar ratio increases in gallic acid copigmented samples, the anthocyanin degradation reduces, but conversely it increases in all the other acids used (Sari, 2015). The process of copigmentation of the anthocyanin molecule malvidin 3, 5-diglucoside with two organic monocarboxylic phenolic acids, caffeic and ferulic acids, was studied via their absorption electronic spectra. The dependence of the copigmentation process on the pH of the medium, molecular concentration, and temperature was established. The process of copigmentation was observed at two pH values: 2.50 and 3.65. The stoichiometric ratio was 1:1 at both pH values. The copigmentation was characterized by approximately equal values of the equilibrium constant,  $K$ , within each of the pH values (Marcovic, 2000).

The food industry is looking for alternatives to synthetic colorants. Anthocyanins (ACNs) are suitable replacements due to their color characteristics and potential health benefits. The application of sauco (*Sambucus peruviana*, SP) as a potential source of ACN-based colorants was evaluated and compared to elderberry (*Sambucus nigra*, SN) and an extract from purple carrots (PC). Color and pigment stability were evaluated using a model beverage system during eight weeks of storage. Copigmentation with chlorogenic acid (CGA) and ferulic acid (FA) were also evaluated (Pangestu, 2020).

Neutral solution of isolated anthocyanins were unstable and quickly decolorized by reactions. Thus anthocyanins in living cells may have mechanisms for resistance to maintain colour stability. Copigmentation is the main colour-stabilizing mechanism. The copigmentation of Siah Sardasht grape anthocyanin were investigated with five copigment, tannic acid, coumaric acid, ferulic acid, benzoic acid and caffeic acid. In this research, the dependence of the copigmentation process on the pH, copigment concentration and temperature were established. Also the effects of UV irradiation on colour stability and inhibiting effects of copigmentation against degradation influence of

UV irradiation on anthocyanin were evaluated. Copigmentation of anthocyanin resulting in increase in both hyperchromic effects and bathochromic shifts (Abyari, 2006).

The colour and stability properties of jambolan anthocyanins, both natural and copigmented forms, were investigated in beverage model as well as their radical scavenging ability. Natural anthocyanins of jambolan revealed low colour intensity due to glycosylation structure of the anthocyanins as diglucoside.

The intermolecular copigmentation of anthocyanins with sinapic acid, caffeic acid, ferulic acid, and rosemary polyphenolic extract could enhance the colour intensity, which was observed through spectrometric parameters, such as hyperchromic effect (DAvis-max) and bathochromic shift (Dkvis-max). In addition of sinapic acid, caffeic acid, and rosemary polyphenolics also increased the stability of the anthocyanin colour during exposure to white fluorescent light and storage at refrigeration and room temperatures, whereas on high thermal treatments, this phenomenon was not observed (Sari, 2012).

Thermal degradation and color changes of purified strawberry anthocyanins in model solutions were studied upon heating at 85°C by HPLC-DAD analyses and CIELCh measurements, respectively. The anthocyanin half-life values increased significantly due to the addition of rose (*Rosa damascena* Mill.) petal extracts enriched in natural copigments. Correspondingly, the color stability increased as the total color difference values were smaller for anthocyanins upon copigment addition, especially after extended heating. Furthermore, the stabilizing effect of rose petal polyphenols was compared with that of well-known copigments such as isolated kaempferol, quercetin, and sinapic acid (Shikov, 2008). Anthocyanins are a natural source of pigments in plants and their processed food products have become attractive and excellent candidates to replace the synthetic colourants due to their characteristic intense colours and associated health benefits. The intermolecular copigmentation between anthocyanins and other colourless compounds was reported to be an important way to enhance and stabilise the colour intensity of aqueous solutions. In the work they report the equilibrium constant, stoichiometric ratio and the thermodynamic parameters ( $\Delta G^\circ$ ,  $\Delta H^\circ$  and  $\Delta S^\circ$ ) related to the intermolecular copigmentation reactions of the anthocyanin malvidin 3-O-glucoside with one hydroxycinnamic acid (p-coumaric acid) and two O-methylated hydroxybenzoic acids (vanillic and syringic acid) (Malaj, 2013).

Although phenolic copigments are rarely colored, they can still influence color expression in Pigments such as anthocyanins, carotenoids, betalains, and chlorophylls were used to color foods. There are challenges related to color losses during food processing, storage, and commercialization due to a low stability of natural pigments compared to synthetic colorants. This review summarizes the most recent studies and patents aimed at enhancing anthocyanin stability in food systems. The stabilizing methods include additions of copigment compounds, such as polymers, phenolic compounds, and metals (Cortez, 2016). Anthocyanins show low-stability when exposed to different food processing conditions. Copigmentation is one of the main reactions contributing to the in vivo color responsible to the stability of anthocyanins. In the aim of holding the red color, copigmentation effect of organic acids (caffeic, ferulic, gallic and tannic acids) combined with anthocyanins in crude Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) grape skin extract at pH values (1.0, 2.0, 3.0, 3.3, 3.5, 3.7, 4.0, 4.5) was evaluated in this research (Gauche, 2010).

The purpose of this study is to investigated pigment:copigment interactions between aronia as pigment and caffeic acid as copigment to determined stability of system at different temperatures using equilibrium constant and other thermodynamic parameters.

## **2. Materials and methods**

### **2.1. Chemicals**

Aronia anthocyanins were extracted and purified as described by Shikov et al. (2013). The copigment caffeic acid was from Sigma – Aldrich, 98 % (Germany). The reagents used for the McIlvaine buffer pH 3.4 citric acid monohydrate and disodium hydrogen phosphate dodecahydrate, were from Merck (Darmstadt, Germany). The adsorbent resin AmberliteXAD 16N resin was purchased from Sigma Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA). All other reagents and solvents used were of analytical grade.

### **2.2. Spectrophotometric measurements.**

Temperature-dependent spectral changes were followed by recording the absorption spectra of model solutions from 400 to 700 nm with Halo RB-10 spectrophotometer (Dynamica Scientific, United Kingdom), using 1 cm path length cuvettes. Before measurements, samples were thermostated on thermostatic shaker water bath (NUVE, Turkey) for 10 min at 20°C, 40°C, 60°C and 80°C, respectively during heating and then for 10 min at 60°C, 40°C, and 20°C during cooling. Spectrophotometric measurements were used for calculation of copigmentation effect, calculation of thermodynamic parameters.

### 2.3. Modelling of thermodynamic parameters.

Thermodynamic parameters were calculated according to Petrova et al., (2017). After spectrophotometer measurements the equilibrium constant was calculated by the equation:

$$\ln[(A - A_0)/A_0] = \ln[K] + n \times \ln[C] \quad (1)$$

where: A and A<sub>0</sub> are the absorption maximum values of the anthocyanin solution with and without co-pigment; C is the molar co-pigment concentration; K is the equilibrium constant and n is the stoichiometric ratio of the reaction. The dependence of  $\ln[(A - A_0)/A_0]$  on the copigment concentration,  $\ln[(A - A_0)/A_0] = f(\ln[C])$ , is a straight line with a slope and intercept equal to n and  $\ln[K]$ .

Gibbs free energy was calculated using the equation:

$$\Delta G = -RT \ln K_p \quad (2)$$

where: R is the universal gas constant (R = 8.314 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>), T is the absolute temperature (K), K is the equilibrium constant.

The enthalpy was calculated by applying the Vant-Hoff equation:

$$\frac{d \ln K}{d(1/T)} = \frac{-\Delta H}{R} \quad (3)$$

where:  $\Delta H$  is enthalpy for the copigmentation reaction (kJ.mol<sup>-1</sup>).

Once the Gibbs free energy and the enthalpy were obtained, the entropy can be determined by using the following classic thermodynamic equation:

$$\Delta S = \frac{(\Delta H - \Delta G)}{T} \quad (4)$$

where:  $\Delta S$  is entropy for the copigmentation reaction (kJ.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>).

### 3. Results and discussion.

In this study the model solutions prepared with stoichiometry quantity anthocyanin and variations of copigment change between 1:1 to 1:50 high concentration.

The equilibrium constant and calculated thermodynamic parameters are presented in Table 1.

**Table 1.** Equilibrium constant and thermodynamic parameters

t, °C	K	$\Delta G$ [kJ.mol <sup>-1</sup> ]	$\Delta H$ [kJ.mol <sup>-1</sup> ]	$\Delta S$ [kJ.mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ]
20	5011.9	-21.10	-26.51	-0.02
40	1737.8	-19.41	-2664	-0.02

	60	980.8	-18.49	-26.3	-0.03
	80	16.9	-7.84	-22.78	-0.04
Cooling	60	216.6	-14.44	-25.07	-0.03
	40	2030.6	-19.81	-26.82	-0.02
	20	3903.9	-20.48	-26.24	-0.01

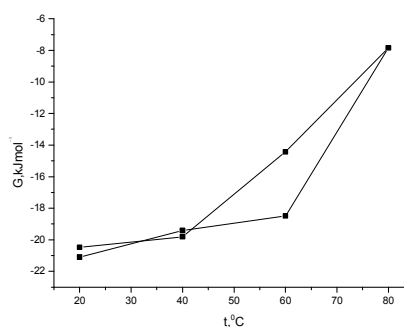
The equilibrium constant exhibited different values at two provide experiments. First the equilibrium constant decrease values with increase of temperature (Table 1). The smaller value is at 80°C. After that, with decrease of temperature again the constant increase values and at 20°C after cooling the constant is 3903,91 M<sup>-1</sup> (Table 1) compared with value at the same temperature 20°C at heating 5011.87 M<sup>-1</sup>. At this temperature the constant showed the highest value. In the same temperature the Gibbs energy exhibited maximal value - 21.10 kJ mol<sup>-1</sup>.

This result show, that the system was the most stable at 20°C. With increase of temperature more to 80°C stability decrease and interactions between pigment:copigment couple decompose.

At 80°C the Gibbs energy is equal to - 7,84 kJ.mol<sup>-1</sup>. After heating to 80°C and following cooling to 20°C the Gibbs energy restore their value and equal to - 20.48 kJ.mol<sup>-1</sup>.

The enthalpy and entropy changes of the process were negative at all temperatures at heating and cooling. It can be concluded that such a temperature dependence is a consequence of the exothermic copigmentation process,  $\Delta H < 0$ . The negative value of the entropy,  $\Delta S$  indicates that the couple formation depending on order/disorder of the system.

The graphical view between  $\Delta G$  [kJ.mol<sup>-1</sup>] and t°C are presented in Figure 1.



**Fig. 1.** Temperature dependence of Gibbs free energy for the copigmentation interaction between cyaniding 3- galactoside and caffeic acid with concentration between 1:1 to 1:50 at heating and at cooling.

### 4. Conclusion

The thermal stability of isolated aronia anthocyanins was examined in model solutions, with high concentrations caffeic acid as a copigment at different temperatures at heating and at cooling. In the temperature range 20-80°C at heating was confirm that the system was the most stable at 20°C. With increasing temperature to 80 °C and following decreasing to 20°C, pigment:copigment complex was destroyed and restored again. Calculations of Gibbs free energies at all temperatures confirm the experimental results. Based on the experimental and calculated results of this work, further studies would be necessary for the determination of appropriate concentrations of copigmentation process.

## REFERENCES

1. R. Brouillard, O. Dangles, "Anthocyanin molecular interactions: the first step in the formation of new pigments during wine aging", *Food Chemistry*, 51(4), 1994, pp. 365-371.
2. G. Daravingas, R. F. Cain, "Thermal Degradation of Black Raspberry Anthocyanin Pigments in Model Systems", *Food Science*, 1968, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.tb01338>.
3. J. Wilska-Jeszka, A. Korzuchowska, "Anthocyanins and chlorogenic acid copigmentation- Influence on the colour of strawberry and chokeberry juices", *Lebensm Unters Forch*, 203, 1996, pp. 38-42.
4. E. F. Gris, E. A. Ferreira, L. D. Falcão, M. T. Bordignon-Luiz, "Caffeic acid copigmentation of anthocyanins from Cabernet Sauvignon grape extracts in model systems" *Food Chemistry*, 100(3), 2007, pp. 1289-1296.
5. I. Petrova, V. Gandova, P. Denev, K. Mihalev, V. Shikov, "Kinetic parameters of the copigmentation effect of caffeic acid and strawberry anthocyanins", *Bulgarian Chemical Communications*, 50, 2018, pp. 184-189.
6. F. Sari, "The copigmentation effect of different phenolic acids on *Berberis crataegina* anthocyanins", *Journal of Food Processing and Preservation*, 2015, 10.1111/jfpp.12619.
7. J. M. D. Marcovic, N. A. Petranovic, J. M. Baranac, J. M. "A spectrophotometric study of the copigmentation of malvin with caffeic and ferulic acids", *J. Agric. Chem.*, 48, 2000, pp. 5530-5536.
8. P. Pangestu, G. Miyagusuku-Cruzado and M. Giusti, "Copigmentation with Chlorogenic and Ferulic Acid Affected Color and Anthocyanin Stability in Model Beverages Colored with *Sambucus peruviana*, *Sambucus nigra*, and *Daucus carota* during Storage", *Foods*, 2020, pp.
9. M. Abyari, R. Heidari, R. Jamei, "The Effects of Heating, UV Irradiation and pH on Stability of Siahe Sardasht Grape Anthocyanin-copigment Complex" , *Journal of Biological Sciences*, 6(4), 2006, pp. 638-645.
10. P. Sari, C. Wijaya, D. Sajuthi, U. Supratman, "Colour properties, stability, and free radical scavenging activity of jambolan (*Syzygium cumini*) fruit anthocyanins in a beverage model system: Natural and copigmented anthocyanins", *Food Chemistry*, 132(4), 2012, pp. 1908-1914.
11. V. Shikov, D. Kammerer, K. Mihalev, P. Mollov, R. Carle, "Heat stability of strawberry anthocyanins in model solutions containing natural copigments extracted from rose (*Rosa damascena* Mill.) petals", *J. Agric Food Chem.*, 56 (18), 2008, pp. 8521-8526.
12. N. Malaj, B. De Simone, A. Quartarolo, N. Russo, "Spectrophotometric study of the copigmentation of malvidin 3-O-glucoside with p-coumaric, vanillic and syringic acids", *Food Chemistry* 141, 2013, pp.3614-3620.
13. B. Zhang, X. Qing, W. Bo, Y. Ning-Ning, L. Jian-Ming, N. Xiao, S. Shun-Yu Han, "Copigmentation evidence of phenolic compound: The effect of caffeic and rosmarinic acids addition on the chromatic quality and phenolic composition of Cabernet Sauvignon red wine from the Hexi Corridor region (China)", *Journal of Food Composition and Analysis*, 102, 2021, 104037.
14. M. Kopjar, V. Piližota, "Copigmentation effect of phenolic compounds on red currant juice anthocyanins during storage", *Croat. J. Food Sci. Technol.*, 1(2), 2009, pp.16-20.
15. R. Cortez, D. Luna-Vital, D. Margulis, E. Gonzalez de Mejia, "Natural Pigments: Stabilization Methods of Anthocyanins for Food Applications", *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 2016, <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12244>.



16. C. Gauche, E. da Silva, M. Marilde, T. Bordignon-Luiz, "Effect of pH on the copigmentation of anthocyanins from Cabernet Sauvignon grape extracts with organic acids", 2010, <https://10.1590/S0103-90162010000100006>.
17. V. Shikov, D. Kammerer, K. Mihalev, P. Mollov, R. Carle," Heat stability of strawberry anthocyanins in model solutions containing natural copigments extracted from rose (*Rosa damascena* Mill.) petals", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(18), 2013, pp. 8521-8526.
18. I. Petrova, V. Shikov, V. Gandova, K. Mihalev, D. Dimitrov, "Spectrophotometric and thermodynamic study on the copigmentation interaction between strawberry anthocyanins and quercetin in model systems", *Bulgarian Chemical Communications*, 49(1), 2017, pp. 115-120.

# ПРОУЧВАНЕ ОБЩАТА ПРОЯВА НА КАЧЕСТВО НА ГРЪЦКИ ТЮТЮНИ, ПРОИЗВЕДЕНИ В МАКЕДОНСКА ТЮТЮНЕВА ОБЛАСТ

ВИОЛЕТА НИКОЛОВА<sup>1</sup>, НИКОЛАЙ НИКОЛОВ<sup>2</sup>, СИЛВИЯ ПЕЕВА<sup>3</sup>

*Институт по тютюна и тютюневите изделия - Марково,  
Селскостопанска академия  
E-mail: nikolova.v.tttsi@abv.bg<sup>1</sup>, E-mail: nikolay.ni.tttsi@abv.bg<sup>2</sup>,  
E-mail: silviqpeeva8407\_1982@abv.bg<sup>3</sup>*

**Резюме:** Проучена е общата проява на качество на ориенталски тютюни от екотип „Басма” и „Катерини” от реколта 2020 година, произведени в четири района на Македонска тютюнева област. Обектите са анализирани по основни показатели от химичния състав на тютюна и тютюневия дим, експертна и дегустационна оценка. Направена е комплексна оценка и градиране на тютюните на база характеристични показатели за типа. При сравнение на тютюните от екотип „Басма”, произведени в двата района на Македонска тютюнева област се констатира по-добра комплексна оценка на качеството за тези от Благоевград. С по-добра обща проява на качеството за тютюните от екотип „Катерини”, на база определения качествен индекс, са произведените в района на Дупница, следвани от тези от Петрич и на края - от Гоце Делчев.

**Ключови думи:** ориенталски тютюни, химичен състав на тютюна, химичен състав на тютюневия дим, експертна оценка, дегустационна оценка, качествен индекс

## STUDY OF THE GENERAL PERFORMANCE OF THE QUALITY OF GREEK TOBACCO PRODUCED IN THE MACEDONIAN TOBACCO AREA

VIOLETA NIKOLOVA<sup>1</sup>, NIKOLAY NIKOLOV<sup>2</sup>, SILVIA PEEVA<sup>3</sup>

*Tobacco and Tobacco Products Institute, Markovo  
Bulgarian Agricultural Academy  
E-mail: nikolova.v.tttsi@abv.bg<sup>1</sup>, E-mail: nikolay.ni.tttsi@abv.bg<sup>2</sup>,  
E-mail: silviqpeeva8407\_1982@abv.bg<sup>3</sup>*

**Abstract:** The general performance of the quality of oriental tobacco from the ecotype "Basma" and "Katerini" from the harvest of 2020, produced in four regions of the Macedonian tobacco area, was studied. The samples were analyzed according to the main indicators of the chemical composition of tobacco and tobacco smoke, expert and smoking assessment. A complex assessment and grading of the tobaccos were made on the basis of characteristic indicators for the type. A comparison of the tobaccos from the ecotype "Basma", produced in the two regions of the Macedonian tobacco area, shows a better comprehensive quality assessment for these from Blagoevgrad. With better general performance of the quality for the tobaccos of ecotype "Katerini", based on the defined quality index, are these produced in the region of Dupnitsa, followed by these from Petrich and at the end - from Gotse Delchev.

**Key words:** oriental tobacco, chemical composition of tobacco, chemical composition of tobacco smoke, expert assessment, smoking assessment, quality index.

## 1. Въведение

Културният тютюн (*Nicotiana tabacum L.*) е предназначен основно за производство на тютюневи изделия, независимо от широката гама от възможности за алтернативно приложение в различни области на стопанския живот [1, 2]. Предпочитанията на потребителите към определен вид тютюн или тютюнев продукт се определят основно от сензорните свойства (като аромат и вкус), разкрити при тютюнопушенето [3]. Въпреки използването на добавки в състава на хартиите и прилагането на аромати или на соуси в смесите, основният източник на вкус и аромат, възприемани от пушача, остава самият тютюн [4]. Ориенталските тютюни са ценени и консумирани в цял свят именно заради отличните си ароматни качества. Техният аромат и качествени характеристики силно зависят от сорта и от почвено-климатичните условия в района на производство [5, 6, 7, 8]. Концепцията за определяне на качеството на тези тютюни е доста сложна, включваща технологични характеристики (сензорни, физични, химически), както и различни аспекти на пазарното търсене. Следователно качеството на тютюна е субективно проявление, което варира в зависимост от вида на произвеждания продукт и предпочитанията на потребителя [9]. Ориенталските тютюни са силно адаптивни, но демонстрират своите уникални характеристики в традиционните райони на отглеждане. В допълнение към техните присъщи характеристики, те могат да показват голямо разнообразие от свойства, произтичащи от разликите в условията на околната среда и приложените технологии за производство и обработка [4]. През последните години производството на ориенталски тютюн в България е устойчиво доминирано от екотип „Крумовеград“ (приблизително 80% от годишното производство), придружено от продължаващо търсене, съответно производство, на гръцките екотипове „Басма“ и „Катерини“. Ето защо целта на настоящото изследване е да се проучи нивото на качество на гръцките тютюни, произведени в Македонска тютюнева област. Изследването е част от поредица от технологичен мониторинг на нивата на качество и пазарното търсене на ориенталските тютюни, произведени в различни региони на България [10]. Резултатите от него могат да бъдат от практическо значение за всички страни, участващи в тютюневия сектор.

## 2. Материали и методи

Обект на изследване са гръцки тютюни от екотип „Басма“ и „Катерини“, реколта 2020 година, произведени в четири района на Македонска тютюнева област. Районите, респ. подрайоните и микрорайоните, от които са взети тютюните от съответния екотип са, както следва:

- **Екотип „Басма“ (райони: Гоце Делчев и Благоевград):**
  - Район Гоце Делчев (подрайон Балкан/микрорайон Рибново);
  - Район Благоевград (подрайон Яка/микрорайон Церово).
- **Екотип „Катерини“ (райони: Гоце Делчев, Дупница и Петрич):**
  - Район Гоце Делчев (подрайон Яка/микрорайон Лъжница);
  - Район Дупница (подрайон Рилско корито/микрорайон Рила);
  - Район Петрич (подрайон Поле/микрорайон Петрич).

Материалът за изследване е взет във вид на низи от различни тютюнопроизводители в съответните микрорайони на производство. Пробите са формирани на база материал от горни беритби (Ш майка, ковалама и уч), т. е. най-качествения и характерен материал за ориенталските тютюни. За получаване на еднотипни представителни проби за изследване са отделени дефектните листа и материалът от трите беритби е смесен в равни съотношения.

Тютюневите проби са анализирани по следните показатели:

- **Химичен състав на тютюна.** Приложен е анализ в непрекъснат поток с автоанализатор Техникон АА II за определяне на основните химични характеристики (%): общи алкалоиди (като никотин) - [11]; редуциращи захари - [12]; общ азот - [13]; минерален състав (пепел) - [14]; хлор (като хлориди), % - [15]. Изчислено е отношението редуциращи захари/никотин (РЗ/Н) - като индекс, характеризиращ вкусовия баланс на тютюневия дим.
- **Химичен състав на тютюневия дим.** Съдържанията на никотин (mg/cig) и катран (mg/cig) в тютюневия дим са изчислени чрез установени регресионни зависимости между състава на тютюна и дима [16]. Резултатите се отнасят за цигара с филтър с дължина 21 mm, дение на филтъра  $u=3/35000$ , при обща дължина на цигарата 84 mm и  $d=7,9$  mm.
- **Експертна оценка.** Извърши се от петчленна експертна комисия при съответно кодиране на пробите. Приложи се методът на „директно

сравнение”, като задачата на експертите се изразява в комплексна оценка на външните признаци характеризиращи качеството. Статистическата обработка за оценка достоверност на получените резултати е проведена в зависимост от броя на сравняваните тютюни. При сравнение на две проби оценката за достоверност е извършена чрез критерия Критично число на отношение (КЧО). При сравнение на повече от две - съгласуваността в оценките на експертите е определена чрез критерия на Конкордация на Кендал, а неговата значимост чрез критерия на Фишер. За гранична стойност на коефициента се приема  $W=0.50$ , т.е. мненията на експертите се считат за съгласувани ако  $W>0.50$ . Коефициентът  $W$  се счита за достоверно различен от нула, когато  $F_{\phi}>F_{\tau}$  за  $S=95\%$  [17]. Този резултат показва, че експертите оценяват пробите по еднакъв начин и че различията между пробите са достоверно различни (действително съществуват).

- **Дегустационна оценка.** Извърши се от петчленен експертен панел при съответно кодиране на пробите по метод на „директно сравнение”. Статистическата обработка за оценка достоверност на получените резултати е проведена по същия начин, както при експертната оценка [17].

- **Комплексна оценка** - включва основните показатели, определящи качеството (химичен състав на тютюна - характеристични показатели за типа; състав на тютюневия дим; експертна и дегустационна оценка). Всяка проба се ранжира на база стойността на съответния показател в зависимост от неговото положително или

отрицателно значение за качеството. При положително значение за качеството, пробата с най-висока стойност на показателя получава ранг единица, а останалите проби се подреждат по низходящ ред, а при отрицателно значение - обратно. Предварително за тези показатели е определен „коефициент на значимост” (тежест) от експертната комисия. Крайната оценка е формирана чрез изчисляване на „качествен индекс”, комплексно характеризиращ качеството на съответната проба. По-ниската стойност на качествения индекс съответства на по-високо качество, т. е. най-добра е пробата с най-ниска стойност и т. н.

### 3. Резултати и обсъждане

#### *Химичен състав на тютюна и дима.*

Резултатите за определените химични показатели на проучваните тютюни са представени в таблица 1.

*Екотип „Басма”* (райони Гоце Делчев и Благоевград). При сравнение на тютюните от двата района се констатира по-високо съдържание на никотин, общ азот и пепел, и по-ниско на редуциращи захари и катран при тези от Благоевград. Сравнително по-балансирано е и отношението РЗ/Н при същата проба. Между двете проби не се констатира разлика по отношение съдържанието на хлор. Никотинът в дима при двете проби се променя аналогично, както никотина в тютюна. Следователно изводите за никотина в тютюна са валидни и за никотина в дима.

**Таблица 1.** Химични показатели на изследваните тютюни от реколта 2020 година

Район	Подрайон	Микро-район	ПОКАЗАТЕЛИ							
			Състав на тютюна, %						Състав на дима, mg/cig	
			Никотин	Ред. захари	РЗ/Н	Общ азот	Пепел	Хлор	Никотин	Катран
Екотип „Басма”										
Г. Делчев	Балкан	Рибново	0,99	22,70	22,93	2,16	9,46	0,28	0,85	24,12
Благоевград	Яка	Церово	2,12	10,90	5,14	3,08	12,91	0,29	1,97	18,28
Екотип „Катерини”										
Г. Делчев	Яка	Лъжница	1,30	24,20	18,62	1,49	13,95	0,30	1,12	20,19
Дупница	Рил. корито	Рила	1,22	23,30	19,10	1,61	8,77	0,51	1,05	22,14
Петрич	Поле	Петрич	0,86	16,60	19,30	1,70	10,11	0,56	0,75	18,78

Екотип „Катерини” (райони Гоце Делчев, Дупница и Петрич). Пробата от района на Гоце Делчев (микрорайон Лъжница) се характеризира с най-високо съдържание на никотин, редуциращи захари и пепел, и с най-ниско на общ азот и хлор. Тютюнците от района на Петрич са с най-ниско съдържание на никотин и редуциращи захари, с най-високо на общ азот и хлор, и с междинна стойност по отношение на минералния състав. Стойностите на отношението РЗ/Н и при трите сравнявани

проби са по-високи от оптималните. По отношение на катрана варирането е в сравнително тесен диапазон - от 18,78 mg/cig при тютюна от Петрич до 22,14 mg/cig при този от Дупница.

#### Експертна оценка

Резултатите за експертната оценка на изследваните тютюни от екотип „Басма” са представени в таблица 2, респ. за екотип „Катерини” - в таблица 3.

**Таблица 2.** Експертна оценка на тютюни от екотип „Басма”, произведени в райони Гоце Делчев и Благоевград

Райони (Подрайон/Микрорайон)	Гоце Делчев (Балкан/ Рибново)	Благоевград (Яка/ Церово)
Експерт - i		
1	+	-
2	+	-
3	+	-
4	+	-
5	+	-
Критично число на отношение	2,24	
<b>Градиране</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

При сравнение на тютюнците от екотип „Басма”, произведени в двата района са установени статистически достоверни разлики

(КЧО=2,24), като с по-добра експертна оценка са тези от Гоце Делчев.

**Таблица 3.** Експертна оценка на тютюни от екотип „Катерини”, произведени в районите на Петрич, Гоце Делчев и Дупница

Райони (Подрайон/Микрорайон)	Петрич (Поле/ Петрич)	Гоце Делчев (Яка/ Лъжница)	Дупница (Рилско корито/ Рила)
Експерт - i			
1	1	3	2
2	2	3	1
3	1	3	2
4	1	3	2
5	2	3	1
$\sum X_{ij}$	7	15	8
<b>Градиране</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

При сравнение по външни качествени признаци на тютюнците от екотип „Катерини” (табл. 3) се констатира най-добра оценка за пробата от района на Петрич, следвана от тази

от Дупница и на края - от Гоце Делчев, при доказана достоверност на оценката ( $W=0,76$ ;  $f_1=1,60$ ;  $f_2=6,40$ ;  $F_t=5,32 < F_\phi=12,67$ ).

**Таблица 4.** Дегустационна оценка на тютюни от екотип „Басма”, произведени в райони Гоце Делчев и Благоевград

Райони (Подрайон/Микрорайон)	Гоце Делчев (Балкан/ Рибново)	Благоевград (Яка/ Церово)
Дегустатор - i		
1	-	+
2	-	+
3	+	-
4	-	+
5	+	-
Критично число на отношение	0,45	
<b>Градиране</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>

### Дегустационна оценка

Резултатите от проведената дегустационна оценка на изследваните тютюни от екотип „Басма” са представени в таблица 4, респ. за екотип „Катерини” - в таблица 5.

Резултатите от дегустационната оценка на изследваните тютюни от екотип „Басма”

(табл. 4) показват липса на достоверна разлика ( $K\chi O=0,45$ ) по пушателни свойства между сравняваните тютюни от този екотип, произведени в районите на Гоце Делчев и Благоевград.

**Таблица 5.** Дегустационна оценка на тютюни от екотип „Катерини”, произведени в районите на Петрич, Гоце Делчев и Дупница

Райони (Подрайон/Микрорайон)	Петрич (Поле/ Петрич)	Гоце Делчев (Яка/ Лъжница)	Дупница (Рилско корито/ Рила)
Дегустатор - i			
1	2	3	1
2	3	2	1
3	2	3	1
4	2	3	1
5	2	3	1
$\sum X_{ij}$	11	14	5
<b>Градиране</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

Данните (табл. 5) от проведената дегустационна оценка на тютюните от екотип „Катерини”, произведени в трите района на Македонска тютюнева област показват значими (достоверни) различия между тях ( $W=0,84$ ;  $f_1=1,60$ ;  $f_2=6,40$ ;  $F_i=5,32 < F_\phi=12,67$ ). С най-добра оценка е пробата от района на Дупница, следвана от тази от Петрич и на края - от Гоце Делчев.

### Комплексна оценка

Подходът при ранжиране на данните за химичния състав на тютюните от реколта е както следва: никотинът е градиран по неговите абсолютни стойности, т.е. най-високата стойност има ранг единица и т. н. Редуциращите захари са градираны спрямо приетия за оптимален интервал 10-16 %, като увеличението или обратно намалението градира тютюна в по-ниска степен (по-нисък ранг). Същият подход е

приет за оценка (ранжиране) на отношението редуциращи захари/никотин - оптимален интервал от 6-10, и градирането е, както при редуциращите захари. По отношение на катрана ранжирането е извършено по неговите минимални стойности, т.е. най-ниската стойност има ранг единица. Получените резултати от експертната и дегустационната оценка на пробите са приложени директно. Изчисленият качествен индекс може да се разглежда като комплексен показател за качеството на тютюна, тъй като е резултат от проявата на решаващите качествени елементи за ориенталските тютюни и тяхното относително значение за цялостното формиране на качеството.

В таблица 6 е представена комплексната оценка на изследваните тютюни от екотип „Басма”, произведени в районите на Гоце Делчев и Благоевград.

**Таблица 6.** Комплексна оценка на тютюни от екотип „Басма”, произведени в райони Гоце Делчев и Благоевград

Район (Подрайон)	Ранжиране на тютюните		Коефициент на значимост	Качествен индекс	
	Гоце Делчев (Балкан)	Благоевград (Яка)		Гоце Делчев (Балкан)	Благоевград (Яка)
Показатели					
Никотин, %	2	1	0,20	0,40	0,20
Ред. захари, %	2	1	0,12	0,24	0,12
Ред. захари/никотин	2	1	0,18	0,36	0,18
Катран, mg/cig	2	1	0,10	0,20	0,10
Експертна оценка	1	2	0,15	0,15	0,30
Дегустационна оценка	1,5	1,5	0,25	0,38	0,38
				1,73	1,28
				<b>2</b>	<b>1</b>

При сравнение на тютюните от екотип „Басма”, произведени в двата района на Македонска тютюнева област (табл. 6), се

констатира по-добра комплексна оценка на качеството за тези от Благоевград.

**Таблица 7. Комплексна оценка на тютюни от екотип „Катерини”, произведени в районите на Петрич, Гоце Делчев и Дупница**

Район (Подрайон)	Ранжиране на тютюните			Коефициент на значимост	Качествен индекс		
	Петрич (Поле)	Г. Делчев (Яка)	Дупница (Рилско корито)		Петрич (Поле)	Г. Делчев (Яка)	Дупница (Рилско корито)
Показатели							
Никотин, %	3	1	2	0,20	0,60	0,20	0,40
Ред. захари, %	1	3	2	0,12	0,12	0,36	0,24
Ред. захари/никотин	3	1	2	0,18	0,54	0,18	0,36
Катран, mg/cig	1	2	3	0,10	0,10	0,20	0,30
Експертна оценка	1	3	2	0,15	0,15	0,45	0,30
Дегустационна оценка	2	3	1	0,25	0,50	0,75	0,25
					2,01	2,14	1,85
					<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

Получените резултати за тютюните от екотип „Катерини” (табл. 7) показват, че с по-добра комплексна проява на качеството е пробата от района на Дупница, следвана от тази от Петрич и на края - от Гоце Делчев.

#### 4. Заключение

Проучването на гръцките тютюни от двата екотипа, произведени в районите на Македонска тютюнева област показва по-балансиран химичен състав за тютюните от екотип „Басма” от района на Благоевград и липса на съществена диференциация по химични показатели между произведените в трите района тютюни от екотип „Катерини”. С най-добра експертна оценка за екотип „Катерини” е пробата от района на Петрич, респ. за екотип „Басма” тази от Гоце Делчев. С най-добра дегустационна оценка за екотип „Катерини” е пробата от района на Дупница, докато между тютюните от екотип „Басма”, произведени в районите на Гоце Делчев и Благоевград не може да бъде направена съществена диференциация по пушателни качества. Установява се по-добра комплексна проява на качеството за тютюните от екотип „Басма”, произведени в района на Благоевград. С по-добра обща проява на качеството за тютюните от екотип „Катерини”, на база определения качествен индекс, са произведените в района на Дупница, следвани от тези от Петрич и на края - от Гоце Делчев.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Popova, V., Ivanova, T., Stoyanova, A., Nikolova, V., Hristeva, T., Zheljazkov, V. GC-MS composition and olfactory profile of concretes from the flowers of four *Nicotiana* species, v. 25 (11), 2617, 2020.
2. Banoži'c, M., Banjari, I., Jakovljevi'c, M., Šubari'c, D., Tomas, S., Babi'c, J., Joki'c, S. Optimization of ultrasound-assisted

extraction of some bioactive compounds from tobacco waste, *Molecules*, v. 24 (8), 1611, 2019.

3. Banoži'c, M., Joki'c, S., A'ckar Đ., Blaži'c, M., Šubari'c, D. Carbohydrates - Key players in tobacco aroma formation and quality determination, *Molecules*, v. 25 (7), pp. 1-13, 2020.
4. Kurt, D. Impacts of environmental variations on quality and chemical contents of Oriental tobacco, *Contributions to Tobacco and Nicotine Research*, v. 30 (1), pp. 50-62, 2021.
5. Zhang, Y., Li, T., Zong, H., Wen, H., Song, Y. Analysis on chemical components and flavor substance in oriental tobacco of different producing areas, *Chinese Tobacco Science*, v. 4, pp. 12-16, 2003.
6. Kinay, A. Agronomic and chemical properties of hybrid oriental tobacco (*Nicotiana tabacum*) lines and their stabilities, *Indian Journal of Agricultural Sciences*, v. 90 (5), pp. 874-878, 2020.
7. Kinay, A., Yilmaz, G., Kandemir, N. Yield and quality properties of some oriental tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) hybrids, *Genetika*, v. 52 (2), pp. 735-750, 2020.
8. Tayoub, G., Sulaiman, H., Alorfi, M. Determination of nicotine levels in the leaves of some *Nicotiana tabacum* varieties cultivated in Syria, *Herba Polonica*, v. 61 (4), pp. 23-30, 2015.
9. Tsaballa, A., Sarrou, E., Xanthopoulou, A., Tsaliki, E., Kissoudis, C., Karagiannis, E., Michailidis, M., Martens, S., Sperdouli, E., Hilioti, Z., Fotopoulos, V., Nianiou-Obeidat, I., Tsafaris, A., Madesis, P., Kalivas, A., Ganopoulos, I. Comprehensive approaches reveal key transcripts and metabolites highlighting metabolic diversity among three oriental tobacco varieties, *Industrial Crops and Products*, v. 143, pp. 212-217, 2020

10. Nikolova, V., Nikolov, N., Popova, V., Peeva, S., Drachev, D. Complex technological profiling of market dominating Oriental tobaccos from Krumovgrad region (Bulgaria), IOP Conference Series: Material Science and Engineering, v. 1031 (1), 012095, 2021.
11. ISO 15152:2003 „Tobacco - Determination of the content of total alkaloids as nicotine - Continuous - flow analysis method”.
12. ISO 15154:2003 „Tobacco - Determination of the content of reducing carbohydrates - Continuous - flow analysis method”.
13. БДС 15836-88 „Тютюн и тютюневи изделия. Методи за определяне на общия азот”.
14. ISO 2817:1999 „Tobacco and tobacco products - Determination of silicate residues in soluble in hydrochloric acid”.
15. Analytical Method № G-267-01, Rev. 4, SEAL (Валидиран метод по SEAL).
16. Gueorgiev, S., Popova, V. Developing a system for prognosis of tar and nicotine in cigarette smoke, Biotechnology & Biotechnological Equipment, v. 1, pp. 61-65, 1999.
17. Боровиков, В., Боровиков, И. STATISTICA - Статистический анализ и обработка данных в среде Windows, 2 издание - М.: Филинь, стр. 608, 1998.



# ВЛИЯНИЕ НА МАСАТА НА RYO ТЮТЮНИТЕ ВЪРХУ СЪДЪРЖАНИЕТО НА ЕМИСИИ В ДИМА

СИЛВИЯ ПЕЕВА<sup>1</sup>, НИКОЛАЙ НИКОЛОВ<sup>2</sup>, ВИОЛЕТА НИКОЛОВА<sup>3</sup>

*Институт по тютюна и тютюневите изделия – Марково, Селскостопанска академия*

*E-mail: silviqpeeva8407\_1982@abv.bg<sup>1</sup>, E-mail: nikolay.ni.ttsi@abv.bg<sup>2</sup>,*

*E-mail: nikolova.v.ttsi@abv.bg<sup>3</sup>*

**Резюме:** *Изследвано е влиянието на масата на RYO тютюни, разпространявани на българския пазар, върху съдържанието на емисии в дима. Проучването е проведено с пет различни марки RYO тютюни, закупени от търговската мрежа. Изработиха се ръчно свити лабораторни цигари от всеки тютюнев бленд (А - Е) с едни и същи параметри на дизайна, но с разлика в масата в 3 варианта: II.1 вариант - с маса 0,65g; II.2 вариант - с маса 0,62g; II.3 вариант - с маса 0,58g. Определиха се основни показатели от химичния състав на тютюневия дим (никотин, катран и въглероден монооксид). Констатира се по-съществена разлика между пробите от Варианти II.1 и II.3 (с изкл. съдържанието на никотин и катран при проба II.3Е). Установи се, че намалението на масата на един и същ тютюнев бленд с 0,03 g не оказва съществено влияние върху емисиите в дима, т.е. отчетените стойности са много близки или несъществено по-ниски. Изключение от тази тенденция се наблюдава по отношение на катрана при проба С и на никотина и катрана при проба Е, при които са констатирани по-високи стойности. Намалението на масата на един и същ тютюнев бленд с 0,07g води до редуциране на емисиите в дима с над 10 %, с изкл. на никотина при проба D и никотина и катрана при проба Е, при които отчетените стойности са много близки. Като цяло, данните и при трите варианта ръчно свити цигари показват по-високи съдържания на никотин, катран и СО в дима в сравнение с нормативно определените граници за тези показатели при конвенционалните цигари.*

**Ключови думи:** *тютюни за ръчно свиване на цигари, маса на RYO тютюните, показатели от химичния състав на тютюневия дим, никотин, катран, въглероден монооксид*

## INFLUENCE OF RYO TOBACCO'S MASS ON THE SMOKE EMISSIONS CONTENT

SILVIA PEEVA<sup>1</sup>, NIKOLAY NIKOLOV<sup>2</sup>, VIOLETA NIKOLOVA<sup>3</sup>

*Tobacco and Tobacco Products Institute, Markovo, Bulgarian Agricultural Academy*

*E-mail: silviqpeeva8407\_1982@abv.bg<sup>1</sup>, E-mail: nikolay.ni.ttsi@abv.bg<sup>2</sup>,*

*E-mail: nikolova.v.ttsi@abv.bg<sup>3</sup>*

**Abstract:** *The influence of the mass of RYO tobacco, distributed on the Bulgarian market, on the content of smoke emissions was studied. The study was conducted with five different brands of RYO tobacco, all purchased from the retail stores. Hand-rolled laboratory cigarettes were made from each of the tobacco blends (A - E) with the same design parameters, but with a difference in mass in three variants: II.1 variant - with a mass of 0.65 g; II.2 variant - with a mass of 0.62 g; II.3 variant - with a mass of 0.58 g. The main indicators of the chemical composition of tobacco smoke (nicotine, tar and carbon monoxide) were determined. A more significant difference was found between the samples of Variants II.1 and II.3 (excluding the nicotine and tar content in sample II.3E). It was found that reducing the mass of the same tobacco blend by 0.03 g did not have a significant effect on smoke emissions, i.e. the reported values are very close or insignificantly lower. Exceptions to this trend are observed for tar in sample C and for nicotine and tar in sample E, where higher values were found. The reduction of the mass of the same tobacco blend by 0.07 g leads to a reduction of smoke emissions by more than*

10%, excluding of nicotine in sample D and nicotine and tar in sample E, for which the readings values are very close. In general, the data for all three hand-rolled cigarettes show higher levels of nicotine, tar and CO in smoke compared to the normative limits for these indicators for conventional cigarettes.

**Key words:** roll-your-own (RYO) tobacco, mass of the RYO tobacco, indicators of the chemical composition of tobacco smoke, nicotine, tar, carbon monoxide

## 1. Въведение

Промяната в навиците на консумация на тютюн в последните години и значителното увеличение на употребата на тютюни за ръчно свиване (RYO) на цигари е главно поради по-ниската цена, погрешното убеждение, че те са по-малко вредни, а така също и защото е по-лесно да се контролира количеството тютюн чрез свиване на по-тънки цигари [1, 2, 3, 4]. От проведено проучване в 18 европейски държави, сред които и България е потвърдено, че масата на RYO цигарите е значително по-ниска от тази на фабрично произведените - със средна стойност 0,75 g [5]. По литературни данни, масата на RYO цигарите варира от 0,40 g до 0,80 g на къс [6, 7]. Тъй като пушачите могат да променят масата на цигарата, те могат да противодействат на повишаването на цените като коригират потреблението си спрямо промените в дохода [6]. RYO тютюневите смеси (блендовете) са фино нарязани тютюни, които се купуват от консуматорите заедно с хартии и филтри за ръчно свиване на цигари [8]. Повишената консумация е довела до увеличаване разнообразието на използваните спомагателни материали, което допълнително усложнява контрола на този вид изделие за пушене [9]. В тази връзка е посочено, че изследванията върху вредностите в дима, спомагателните материали и техните възможности при модифициране на тютюневия дим, както и дизайна са в основата при защита здравето на хората. Изложеното е в съответствие с приоритетите на Световната здравна организация за насочване на научните изследвания към изделия за пушене, различни от фабрично произведените цигари, които са покрили значителен пазарен дял и потребление, но за които все още няма законодателно обезпечено регулиране, на база международни стандарти за максимално допустимо съдържание на вредни вещества и емисии в дима, при прилагане на съществуващите или разработване на нови методи [10].

**Цел:** Изследване влиянието на масата на RYO тютюни, разпространявани на българския пазар, върху съдържанието на емисии в дима.

## 2. Материали и методи

За целта на изследването се закупиха от търговската мрежа пет марки RYO тютюневи блендове, условно означени като проби А, В, С, D и Е.

Изработиха се три варианта ръчно свити лабораторни цигари от всеки тютюнев бленд (А-Е) с едни и същи параметри на дизайна: цигарена хартия с дължина - 70 mm и въздухопропускливост - 50,40 CU; филтър със съпротивление на всмукване - 46,31 mm WG, диаметър - 8 mm и дължина - 15 mm:

- Вариант II.1 - с маса на тютюневия бленд 0,65 g;
- Вариант II.2 - с маса на тютюневия бленд 0,62 g;
- Вариант II.3 - с маса на тютюневия бленд - 0,58 g.

Лабораторните цигари се подложиха на последващо анализиране чрез определяне на основни показатели от химичния състав на тютюневия дим чрез пропушване с автоматична линейна машина за пушене Filtrona 302:

- Никотин, mg/cig - [11];
- Катран, mg/cig - [12, 13, 14];
- Въглероден монооксид (CO), mg/cig - [15].

Измерванията са направени на две паралелни проби и са представени средните стойности.

## 3. Резултати и обсъждане

### Химичен състав на дима

Получените резултати за съдържанията на основните показатели от химичния състав на дима на проучваните RYO тютюневи блендове при трите варианта (№ II.1÷ II.3) лабораторно изработени цигари са представени в таблица 1.

Данните за RYO тютюните при Вариант II.1 (ръчно свити цигари със спомагателни материали с едни и същи физични параметри и маса на тютюневия бленд - 0,65 g) показват най-високо съдържание на никотин в дима при проба II.1A (1,76 mg/cig), а най-ниско - при проба II.1D (1,28 mg/cig). Останалите три проби имат междинни стойности, като между проби II.1C и II.1E не се констатира разлика по отношение на този показател.

**Таблица 1. Никотин, катран и СО в дима на RYO тютюневи блендове при изследваните варианти цигари**

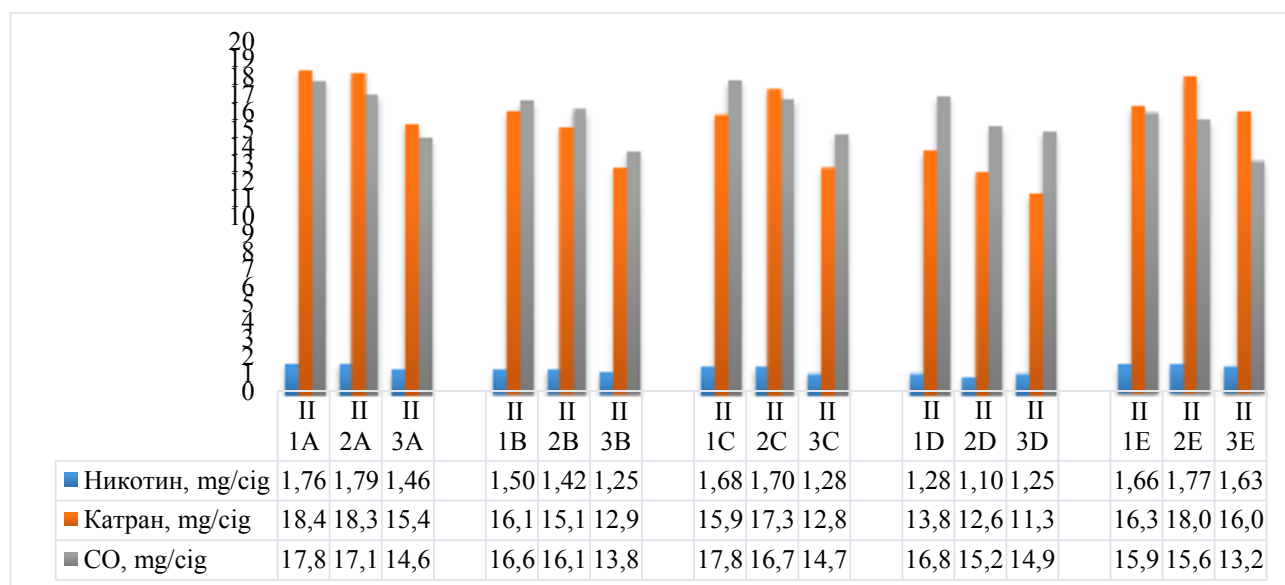
Варианти	Вариант П.1					Вариант П.2					Вариант П.3				
	П.1А	П.1В	П.1С	П.1D	П.1Е	П.2А	П.2В	П.2С	П.2D	П.2Е	П.3А	П.3В	П.3С	П.3D	П.3Е
Никотин, mg/cig	1,76	1,50	1,68	1,28	1,66	1,79	1,42	1,70	1,10	1,77	1,46	1,25	1,28	1,25	1,63
Катран, mg/cig	18,39	16,10	15,92	13,85	16,34	18,25	15,19	17,31	12,68	18,02	15,35	12,90	12,87	11,37	16,07
СО, mg/cig	17,79	16,65	17,80	16,89	15,99	17,07	16,19	16,77	15,22	15,62	14,55	13,83	14,79	14,95	13,23

Съдържанието на катран в изследваните смеси варира в значителен диапазон - от 13,85 mg/cig (проба П.1D) до 18,39 mg/cig (проба П.1А). С много близки, несъществено различаващи се стойности по отношение на катрана са проби П.1С, П.1В и П.1Е. Съдържанието на СО се изменя в сравнително тесен диапазон - от 15,99 mg/cig (проба П.1Е) до 17,80 mg/cig (проби П.1А и П.1С). Между проби П.1В и П.1D не се установяват съществени различия по отношение на този показател.

Видно от таблицата, при сравнение на RYO тютюните от Вариант П.2 (ръчно свити цигари, с маса на тютюневия бленд 0,62 g) се констатира най-ниско никотиново съдържание в дима при проба П.2D (1,10 mg/cig), следвана от проба П.2В и най-високо при проби П.2А, П.2Е и П.2С, при липса на съществена разлика между последните. Съдържанието на катран се изменя в значителен диапазон - от 12,68 mg/cig (проба П.2D) до 18,25 mg/cig (проба П.2А). Останалите проби имат междинни стойности, като проби П.2С и П.2Е се различават несъществено. С най-високо съдържание на СО е проба П.2А (17,07 mg/cig), респ. с най-ниско - проба П.2D (15,22 mg/cig).

Получените резултати за показателите в дима на RYO тютюните от Вариант П.3 (ръчно свити цигари, с маса на тютюневия бленд 0,58 g) показват най-ниско съдържание на никотин - 1,25 mg/cig при проби П.3В и П.3D (без разлика между тях), с много близко до ниското - при П.3С и най-високо - при П.3Е (1,63 mg/cig). Проба П.3Е е и с най-високо съдържание на катран (16,07 mg/cig), следвана от П.3А, а с най-ниско - П.3D (11,37 mg/cig). Проби П.3В и П.3С са с една и съща стойност по този показател. По отношение съдържанието на СО между пробите не се констатира съществени различия, като то е най-ниско е при проба П.3Е (13,23 mg/cig), а най-високо при П.3D (14,95 mg/cig).

Като цяло, данните и при трите варианта ръчно свити цигари показват повишени съдържания на никотин, катран и СО в дима в сравнение с нормативно определените граници за тези показатели при конвенционалните цигари. Установената тенденция е докладвана и в други литературни източници [9, 16, 17].



**Фиг. 1. Емисии в дима на лабораторно изработените цигари с различна маса на една и съща RYO тютюнева смес**

На фиг. 1 са представени данните за емисиите в дима на лабораторно изработените цигари с различна маса на една и съща RYO тютюнева смес.

Видно от данните, намалението на масата на един и същ тютюнев бленд с 0,03 g не оказва съществено влияние върху емисиите в дима, т.е. отчетените стойности са много близки или несъществено по-ниски. Изключение от тази тенденция се наблюдава при проба С по отношение на катрана и проба Е - на никотина и катрана, при които са констатирани по-високи стойности. Вероятно тук са оказали влияние други фактори, които не са обект на това проучване. Намалението на масата на един и същ тютюнев бленд с 0,07g води до редуциране на емисиите в дима с над 10 %, с изключение на никотина при проба D и никотина и катрана при проба Е, при които отчетените стойности са много близки. Намалението на емисиите в дима на проучваните RYO тютюни е както следва:

- Бленд А - намалението на никотина е с 17 %, на катрана с 16,5 % и на СО с 18,2 %;
- Бленд В - намалението на никотина е с 16,67 %, на катрана с 19,88 % и на СО с 16,94 %;
- Бленд С - намалението на никотина е с 21,81 %, на катрана с 19,16 % и на СО с 16,91 %;
- Бленд D - намалението на никотина е с 2,34 %, на катрана с 17,91 % и на СО с 11,49 %;
- Бленд Е - намалението на никотина е с 1,81 %, на катрана с 1,65 % и на СО с 17,26 %.

#### 4. Заключение

На база на получените резултати могат да бъдат направени следните изводи:

- Констатира се по-съществена разлика между пробите от Варианти II.1 и II.3 (с изключение съдържанието на никотин и катран при проба II.3E).
- Установи се, че намалението на масата на един и същ тютюнев бленд с 0,03 g не оказва съществено влияние върху емисиите в дима, т.е. отчетените стойности са много близки или несъществено по-ниски. Изключение от тази тенденция се наблюдава по отношение на катрана при проба С и на никотина и катрана при проба Е, при които са констатирани по-високи стойности.
- Намалението на масата на един и същ тютюнев бленд с 0,07g води до редуциране на емисиите в дима с над 10 %, с изключение на никотина при проба D и никотина и катрана при проба Е, при които отчетените стойности са много близки.

- Констатирани са по-високи съдържания на никотин, катран и СО в дима в сравнение с нормативно определените граници за тези показатели при конвенционалните цигари и при трите варианта ръчно свити лабораторни цигари.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Agaku, I., Alpert, H. Trends in annual sales and current use of cigarettes, cigars, roll-your-own tobacco, pipes, and smokeless tobacco among US adults, 2002 - 2012, *Tobacco Control*, v. 25 (4), pp. 451-457, 2016.
2. Benjakul, S., Termsirikulchai, L., Hsia, J., Kenggapanich, M., Puckcharern, H., Touchchai, C., Lohtongmongkol, A., Andes, L., Asma, S. Current manufacture cigarette smoking and roll-your-own cigarette smoking in Thailand: findings from the 2009 global adult tobacco survey, *BMC Public Health*, v. 13, pp. 277-283, 2013.
3. Branston, R., McNeill, A., Gilmore, A., Hiscock, R., Partos, T. Keeping smoking affordable in higher tax environments via smoking thinner roll-your own cigarettes: Findings from the International tobacco control four country survey 2006-15, *Drug and Dependence*, v. 193, pp. 110-116, 2018.
4. Brown, A., Nagelhout, G., Putte, B., Willemsen, M., Mons, U., Guignard, R., Thompson, M. Trends and socioeconomic differences in roll-your-own tobacco use: findings from the ITC Europe surveys, *Tobacco Control*, v. 24 (3), pp. iii11-iii16, 2015.
5. Granda-Orive, J., Jimenez-Ruiz, C. Some thoughts on hand-rolled cigarette, *Archivos de Bronconeumologia*, v. 47 (9), pp. 425-426, 2011.
6. Gallus, S., Lugo, A., Ghislandi, S., La Vecchia, C., Gilmore, A. Roll-your-own cigarettes in Europe: use, weight and implications for fiscal policies, *European Journal of Cancer Prevention*, v. 23 (3), pp. 186-192, 2014.
7. Young, D., Yong, H., Borland, R., Shahab, L., Hammond, D., Cummings, K., Wilson, N. Trends in roll-your-own smoking: findings from the ITC four-country survey (2002-2008), *Journal of Environmental and Public Health*, v. 2012, article ID: 406283, 2012.
8. Jacksonp S., Shahab, L., Garnett, C., Brown, J. Trends in and correlates of use of roll-your-own cigarettes: A population

- study in England 2008-2017. *Nicotine & Tobacco research*, v. 22 (6), pp. 942-949, 2020.
9. Киркова, С., Србиноска, М., Георгиева, А., Радожичич, В., Дуланчич, Н. Съвременни аспекти на тютюнопушенето, Научни трудове на СУБ - Пловдив, т. XVIII, серия Б, „Естествени и хуманитарни науки”, 2018, стр. 120-123.
  10. Intorp, M., Purkis, S., Wagstaff, W. Determination of carbonyl compounds in cigarette mainstream smoke. Collaborative study and recommended method, *Beitrdge Tabakforschung International*, v. 25 (2), pp. 361-374, 2010.
  11. ISO 10315:2000 „Cigarettes - Determination of nicotine in smoke condensates - Gas - chromatographic method”.
  12. ISO 4387:2000 „Cigarettes - Determination of total and nicotine - free dry particulate matter using a routine analytical smoking machine”.
  13. ISO 10362-2:1994 „Cigarettes - Determination of water in smoke condensates - Part 2: Karl Fischer method”.
  14. ISO 3308:2000 „Routine analytical cigarette - smoking machine - Definitions and standard conditions”.
  15. ISO 8454:2007 „Cigarettes - Determination of carbon monoxide in the vapour phase of cigarette smoke - NDIR method”.
  16. Castaño, T., Gimenez, C., Campo, M., Valle, M., Carlos-Roca, A. Fine-cut tobacco: a priority for public health and consumer advocacy, *Gaceta Sanitaria*, v. 26 (3), pp. 267-269, 2012.
  17. Marcilla, A., Beltran, M., Gomez-Siurana, A., Berenguer, D., Martinez-Castellanos, I. Comparison between the mainstream smoke of eleven RYO tobacco brands and the reference tobacco 3R4F, *Toxicology Reports*, v. 1, pp. 122-136, 2014.

# ВЪЗМОЖНИ ПЪТИЩА ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ В ТРАНСПОРТА

АСЕН АСЕНОВ

Русенски университет „Ангел Кънчев“;  
E-mail [asasenov@uni-ruse.bg](mailto:asasenov@uni-ruse.bg), tel. +359 888 870 035

**Резюме:** В работата е направен анализ на основните акценти в европейската и националната политика на Р. България относно на енергийната ефективност в транспорта. Анализирани са състоянието на енергийното потребление в страната и проблемите пред транспортните средства, които са основно при сухопътния и водния транспорт, свързани с инфраструктурни ограничения. Установено е, че в последните 20 години енергийното потребление от транспорта е нараснало със 66,5% и в момента е с най-голям дял от 34%, като изпреварва индустрията, която има дял 28%. Също така за разглеждани подходящи съществуващи и нови решения за прилагане в Р. България. В резултат са предложени възможни пътища за подобряване на енергийната ефективност при сухопътния и водния транспорт, които включват ползване на нови превозни средства, хидротехнически съоръжения, водни електроцентрали и пътна инфраструктура съобразена с розата на ветровете.

**Ключови думи:** енергийна ефективност, транспорт, електроцентрала, транспорта политика

## POSSIBLE WAYS TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY IN THE TRANSPORT

ASEN ASENOV

University of Ruse “Angel Kanchev”  
E-mail: [asasenov@uni-ruse.bg](mailto:asasenov@uni-ruse.bg), tel. +359 888 870 035

**Abstract:** The paper analyses the main highlights in the European and national policy of the Republic of Bulgaria on energy efficiency in transport. The state of energy consumption in the country and the problems facing the means of transport, which are mainly inland and water transport, related to infrastructure constraints, are analysed. It has been found that in the last 20 years, energy consumption from transport has increased by 66.5% and currently has the largest share of 34%, ahead of the industry, which has a share of 28%. Appropriate existing and new solutions for implementation in the Republic of Bulgaria have also been taken under consideration. As a result, possible ways to improve energy efficiency in land and water transport have been proposed, which include the use of new vehicles, hydraulic facilities, hydropower plants and road infrastructure in line with the wind rose.

**Key words:** energy efficiency, transport, electrical power plant, transport policy

### 1. Въведение

Форматът Навлизането на автомобилите в ежедневието на хората в края на 20 и началото на 21 век доведе до зависимост между човека и автомобила, [1]. Тази зависимост свързана с пътуване до работното място, до магазините, училище, пътуване до различни населени места и други притегателни обекти, както и за развлечения започна явно да се забелязва в развитите държави когато започнаха да нарастват

сериозно цените на горивата и да се ограничават техните доставки. В резултат на тази зависимост хората започнаха да се вълнуват от това какви са възможностите за подобряване на енергийната ефективност в транспорта и какви са алтернативите, с които могат да заменят автомобила и начина си на живот. Една такава възможност е ползването на обществен пътнически транспорт. В [2] е направен анализ, при който е предложена схема за повишаване ефективността на автобусните линии. Като е

определено, че пътниците избират индивидуалните за тях оптимални маршрути, докато за транспортната компания е важно да се избират оптималните маршрути за превоз на всички пътници, за да може да се намалят общите разходи и разходите за гориво, които са пропорционални на отделяните парникови газове и вредни емисии, чиято цена на тон с всяка изминала година се повишават. Освен това, във Великобритания е установено, че 20% от източниците, които създават парникови газове имат дял от 60% при всички отделени емисии, което е предпоставка да се потърсят решения, които да повлияят положително върху намаляване на това влияние, [3]. Във връзка с посоченото в настоящата публикация се разглеждат въпросите за повишаването на енергийната ефективност в транспорта.

## 2. Политики за енергийна ефективност в транспорта

Едни от основните документи, отразяващи политиките с ЕС и България са следните:

През 2011 г., излезе Бялата книга за транспорта „Пътна карта за постигането на Единно европейско транспортно пространство – към конкурентоспособна транспортна система с ефективно използване на ресурсите“ с визия до 2050 г., от Европейската комисия, [4]. В нея са предвидени мерки, с които транспорта да стане по-ефективен, чрез използването в по-голяма степен на железопътния, водния и интермодалния транспорт. За целта се предвижда подобряване на транспортната инфраструктура и превозни средства, [5].

Зелената сделка от 2019 г. на Европейската комисия. В нея са заложили норми за намаляване на парниковите газове в ЕС с 55% до 2030г. в сравнение с нивата от 1990 г., [6]. Това намаляване засяга и транспорта, при който е предвидено изграждане на инфраструктура за зареждане на електрически транспортни средства, както и такива работещи на водород. Очакванията са да се използват повече алтернативни източници на енергия, като вятърните и соларните централи, [7].

В Р. България през 2017 г. беше приета от Министерски съвет „Интегрираната транспортна стратегия в периода до 2030 г., [8]. В нея е поставена Стратегическа цел 1 „Повишаване на ефективността и конкурентоспособността на транспортния сектор“. Постигането на тази цел е свързано със следните стратегически приоритети:

- Ефективно поддържане, модернизация и развитие на транспортната инфраструктура;

- Подобряване на управлението на транспортната система;

- Развитие на интермодален транспорт;

- Подобряване на условията за прилагане на принципите на либерализация на транспортния пазар;

- Намаляване на потреблението на горива и повишаване на енергийната ефективност на транспорта.

За изпълнението на тази стратегическа цел са планирани следните действия, които се открояват сред останалите:

- търсене на финансиране за разработване, изграждане, модернизиране, закупуване на нов парк превозни средства;

- поправки (промени) в нормативната база; повишаване на контрола от страна на държавата в сектора;

- инвестиране в човешки ресурс от професионалисти; изследователска работа, свързана с проучвания;

- разчита се на средства получени от Европейски фондове;

- насърчаване и стимулиране използването на алтернативни горива.

## 3. Енергийна ефективност в транспорта

Енергийната ефективност е прието да се измерва чрез количествен индикатор, който отчита енергийното съдържание на единица брутен вътрешен продукт. Също така се използва и понятието „енергийна интензивност“ която в икономиката се изчислява като изразходваната енергия за дадена година се разделя на създадения брутен вътрешен продукт. От своя страна енергийната интензивност на транспорта отразява консумираната енергия (toe) при създаването на единица транспортна работа (tkm, pkm), [9].

В световен и национален мащаб хората пътуват с автомобилен, железопътен, воден и въздушен транспорт. В резултат на това превозните средства изразходват енергия, получена от течни горива и електричество от националната мрежа на съответната държава. Резултатите, получени от направени изследвания във Великобритания показват, че най-използвани са течните горива, които според вида транспорт, отделят в атмосферата следните емисии, приведени към въглеродния диоксид  $CO_2$ :  $CO_2^{dir}$  – директни емисии на  $CO_2$  от транспорта (включват емисии на отработени газове от автомобили и автобуси. Като за Великобритания средно годишния пробег на лек автомобил е 13 570 km, или 37 km на ден.);  $CO_2^{eq,ind}$  – индиректни (косвени) емисии приведени към

$CO_2$  еквивалент на емисиите получени по веригата по време на производство и доставка на горивото;  $CO_2^{eq,non CO_2}$  - емисии, които не са от  $CO_2$ , но са приведени към тях, [3].

Общото количество на отделените емисии  $CO_{2ek}^{eq,tot}$  е определено по зависимостта

$$CO_{2ek}^{eq,tot} = CO_2^{dir} + CO_2^{eq,ind} + CO_2^{eq,non CO_2}, t, \quad (1)$$

$$CO_2^{eq,ind} = CO_2^{ind} + 23CH_4^{ind} + 296N_2O^{ind}, t, \quad (2)$$

$$CO_2^{eq,non CO_2} = 23CH_4^{dir} + 296N_2O^{dir}, t, \quad (3)$$

$CH_4^{dir}$  и  $CH_4^{ind}$  – директните и индиректни емисии на метан;

$N_2O^{dir}$  и  $N_2O^{ind}$  са директните и индиректни емисии на диазотен оксид.

При определяне на  $CO_2^{eq,non CO_2}$  от въздушния транспорт се използва т.н. множител на въздействие на авиацията (AIM), който има следните стойности: AIM =1 при разстояние на летење под 700 km; при разстояние на полета над 700 km, AIM =1,5 при ниско AIM =3 при средно и AIM =4 при високо замърсяване. Приема се че най-често AIM =3. В този случай

$$CO_2^{eq,non CO_2} = (AIM - 1)CO_2^{dir}, t. \quad (4)$$

След направените уточнения за количествата на отделените емисии от всеки вид транспорт във Великобритания за наблюдаваната извадка са определени следните средни количества  $CO_{2ek}^{eq,tot}$  на пътувал човек в g/km: воден транспорт (ферибот) - 430 g/km; въздушен самолет с AIM =3 и полет над 700 km – 360 g/km с интервал на изменение (180-450 g/km); таксиметров превоз – 195 g/km; лек автомобил - 175 g/km с интервал на изменение (135-245 g/km); мотоциклет - 110 g/km с интервал на изменение (80-180 g/km); железопътен транспорт (електрически влак основно) - 60 g/km с интервал на изменение (30-65 g/km); обществен превоз (градски и междуселищен автобус) - 50 g/km с интервал на изменение (25-135 g/km), [3]. В случая авторите показват, че най-малко отделени общо парникови газове има от автобусния и жп транспорт около 60 g/km, а най-много от въздушния и водния при превози с фериботи, където емисиите достигат 360 g/km и 430 g/km за превозен човек.

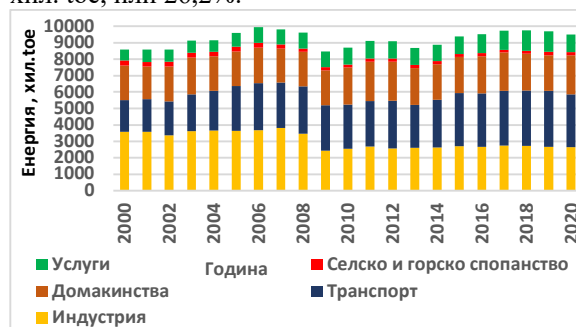
Методиката за оценка на емисиите отделяни в атмосферата чрез еквивалент на  $CO_2$  е приета и в Р. България, понеже страната е приела ангажиментите в Рамковата Конвенция на ООН по изменение на климата (РКОНИК), [10]. При нея привеждането към  $CO_2$  става на база енергията на привежданите газове, което е пряко

свързано с реалното количество изразходвано гориво и се използва също при оценка на енергийната ефективност. Затова връзката между консумацията на гориво и количеството на отделените емисии следва да бъде разглеждана едновременно.

Също така влиянието на вредните емисии и праховите частици върху здравето на хората е оценено във времеви интервали на опита на Германия, [11]. Единият интервал е в краткосрочен план, а втория в дългосрочен с период над 15-20 г. Получените резултати от направените изследвания и анализ на влиянието на емисиите върху човека показват, че има ефект на натрупване на вредни емисии в организма, който след това води до рак и тежки сърдечни и белодробни заболявания.

### 3.1. Енергийно потребление в България

Енергийното потребление в България за периода 2000 -2020 г. показва, че общата консумация на енергия е нараснала от 8 594,7 хил. тое на 9 512,7 хил. тое, което е с 1 283,8 хил. тое, или 10,7%, въпреки използването на нови икономични технологии и намаляващия брой на населението на страната, фиг.1, [12]. Другият сектор, който чувствително е увеличил потреблението са услугите. От 658,4 хил. тое, те са се увеличили на 1 079,9 хил. тое, което е с 64%. При домакинствата нарастването не е голямо. То е с 13,3%, което е от 2 101,6 хил. тое до 2 382,2 хил. тое. Сериозно намаление има сектор селско и горско стопанство от 313,7 хил. тое на 188,9 хил. тое, което е почти 40%. Въпреки това от всички сектори най-голямо намаление има индустрията, която е била един от водещите сектори в страната. При нея намалението е от 3 589,5 хил. тое на 2 646,4 хил. тое, което е с 943,1 хил. тое, или 26,2%.

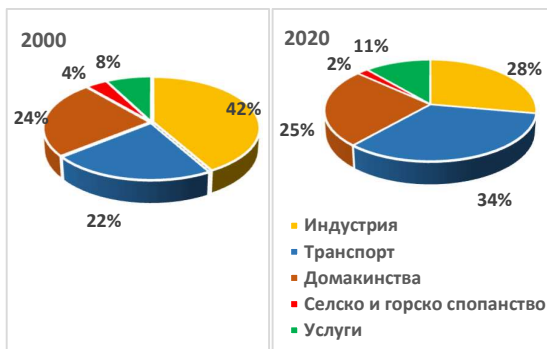


Фиг.1. Енергийно потребление в България

При сравняване на дяловете на всеки един сектор в България свързан с енергийно потребление, се установява, че дялът на индустрията от 42% през 2000 г. е намалял на 28% през 2020 г, което е с 33,3%, фиг.2. В същото време енергийното потребление нараства в



транспорта от 22% дял през 2000 г. на 34% през 2020 г., което е повече от 50%. Това показва, че има пренасочване на редица дейности от индустрията към транспорта и услугите.



Фиг.2. Дял на енергийно потребление в България по сектори

### 3.2. Нисковъглеродно потребление и производство на енергия в света.

В световен мащаб, според lowcarbonpower за 2021 г. [13], страните с най-голямо потребление на нисковъглеродна енергия са Китай с 2 507,8 TWh, и САЩ – 1665,6 TWh, следвани от Бразилия, Канада, Франция, Русия, Индия, Германия, Япония, Южна Корея и т.н.

В същото време, ако се разгледа производството на нисковъглеродна енергия свързано с потреблението в самите държави, се оказва, че тези държави, които потребяват най-много нисковъглеродна енергия не са тези, които задоволяват най-много своите потребности от такава. На първите места са Исландия, Централноафриканската република, Бутан, Парагвай със 100% производство на нисковъглеродна енергия. България се намира на 57 място с 55,1% от които 35,2% от атомната централа; 10,2% от водата; 3,0% от вятъра; 3,1% от слънцето и 3,6% от биогорива, [13]. Останалата енергия се получава от въглеродни източници като въглища и природен газ.

След България се нареждат САЩ с 39,2% и Русия с 39,0%, като средната стойност за света е 38,3%. Това показва, че има много да се работи по декарбонизацията като цяло.

### 4. Решения за повишаване на енергийната ефективност в транспорта

Понеже сухопътния и водния транспорт са най-ползваните в страната и проблемите основни са между тях, затова пътищата, които ще бъдат разглеждани за повишаване на енергийната ефективност ще бъдат само за тези видове транспорт.

#### *Автомобилен транспорт.*

При автомобилния транспорт за повишаване на енергийната ефективност и намаляване на разходите като цяло включват следните решения, [14]:

- използване на обществен транспорт;
- споделено пътуване;
- работа от дома, провеждане на срещи и събития от разстояние за да не се пътува;
- интелигентно управление и организация на движението в градовете, при която се осигурява минимален престой и задръжки на автомобилите по кръстовищата;
- магистрални пътища, които позволяват висока скорост на автомобилите, като на товарните автомобили и автобусите се осигурява движение с максимално разрешената им скорост, при което успяват да изминат на смяна минимум 700 km;
- използване на нови икономични автомобили.

Приложението на нови автомобили в различните държави е представено в Табл.1, [15]. Резултатите показват, че първите държави в класацията Белгия, Дания, Австрия, които са подобни по територия и население на България имат 20-23% автомобилен парк на възраст до 2 години, 18-24% автомобили на възраст между 2 и 5 години, 26-29% автомобили на възраст от 5 до 10 години и останалите около 30% са автомобили над 10 години. При останалите държави се наблюдава тенденцията процентът на автомобили над 10 години да не е повече от 40-50%. Изключение правят Полша, Литва и Латвия, при които има над 70%. В изследването, данни за България няма, въпреки че според изследването на „Асоциацията на автомобилните производители и техните оторизирани представители в България“ (ААП), към 05.01.2022 г. възрастта на пътните превозни средства в България, които са 3 786 931 е следната: от нула до 5 години – 4,7%; от 6-10 години – 6,9% и над 10 години останалите 88,4%.

**Железопътен транспорт.** При жп транспорта се преминава към изцяло електрически локомотиви и изграждане на линии за ново поколение високоскоростни влакове, за които Европейската комисия предлага минимална скорост 160km/h до 2040 г. При пътническите превози тези скорости достигат 250 km/h и повече. В Сърбия например работят по жп линията Ниш-Белград, по която пътнически влак ще може да развие 200 km/h, фиг.3. По този начин пътуването между големите и отдалечени градове се съкращава времето за пътуване. Това от своя страна е един от важните индикатори за хората да предпочетат този вид

транспорт. По задълбочен анализ на жп транспорта е направен в [9].



Фиг.3. Общ вид на сръбския високоскоростен влак

Таблица 1. Възраст на автомобилите по държави за 2012 г., [6]

Държава	Дял на автомобилите по възраст в %			
	<2 години	2-5 години	5-10 години	>10 години
Белгия	23,8	24,2	27	25
Дания	23,1	18,1	26,2	32,6
Австрия	20,1	19	29,4	31,5
Ирландия	18,7	24,7	37	19,6
Швеция	16,2	18,1	25,3	40,5
Люксембург	13,7	36,9	30,2	19,2
Великобритания	13,5	22,1	27,4	37
Германия	13,3	20,4	29,8	36,5
Нидерландия	13,1	16,7	29,4	40,8
Франция	12,7	21,3	33,6	32,5
Чехия	12,1	11,5	22,2	54,2
Испания	10,5	15,4	31,3	42,8
Италия	8,6	23,7	23,3	44,4
Словения	8,3	17,1	32,8	41,8
Финландия	7,8	11,9	25,6	54,7
Хърватия	7,1	14,5	27,2	51,1
Малта	6,3	12	22,5	59,2
Естония	5,8	7,8	22,9	63,6
Португалия	5,7	14,8	22,8	56,7
Кипър	5,3	13,9	35	45,9
Полша	4	5,8	19,2	71
Румъния	3,3	12,1	31,2	53,4
Литва	3	5	20,4	71,7
Унгария	2,9	7,9	34	55,2
Латвия	1	3,6	9,7	85,7

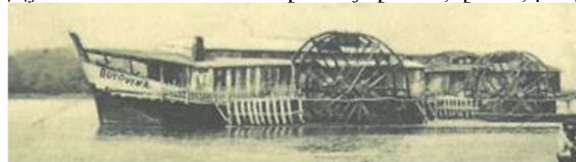
**Воден транспорт.** Анализ на предвидените решения за повишаване на енергийната ефективност във водния транспорт е представен в [16]. Там са разгледани мерките свързани с корабите, пристанищата, плавателния път (маршрутите) и свързаната с пристанищата

инфраструктура. Една от тенденциите е използване на големи кораби за големи количества товари, пример за което са контейнеровозите при морския транспорт, с предложение корабите да се движат с по-ниска скорост. В анализа не е отделено достатъчно внимание на осигуряването на целогодишно плаване на корабите по вътрешните водни пътища. В случая една от възможностите за реализиране на такова плаване по реките са хидротехническите комплекси (шлюзовете). По канала Рейн-Майн-Дунав, единствено в българо-румънския участък, такива съоръжения липсват и затова през месеците на ниски води на реката плаването е ограничено или забранено.

В [5] е посочено, че в българския участък всяка година има дни през които корабоплаването по река Дунав е забранено или ограничено, поради ниско под 2,5 m ниво на реката. Тук следва да се отчете и приноса на вътрешния воден транспорт при участието му в мултиmodalните и интерmodalни превози, при които се повишава енергийната ефективност.

Решения за проблемите с корабоплаването по река Дунав са известни и едно от тях е чрез постоянство на хидротехнически комплекси, които да осигурят ниво на реката от 2,5 m целогодишно, както и да реализират сухопътни връзки за жп и автомобилен транспорт между България и Румъния в участъците Никопол – Турну Мъгуреле и Силистра-Кълараш, [17]. За по-голяма ефективност е предвидено и изграждането на водни електрически централи, които да бъдат ползвани като източници на зелена енергия. Водните централи е предвидено да бъдат две една за Румъния и една за България, всяка с мощност 400 MW.

Освен това решение може да бъдат приложени и други решения за производство на зелена енергия, ползвайки опита на мелничарите от началото на миналия век, когато върху понтонни мелници, задвижвани от водата в река Дунав са мелели жито край Тутракан, фиг.4, [18].

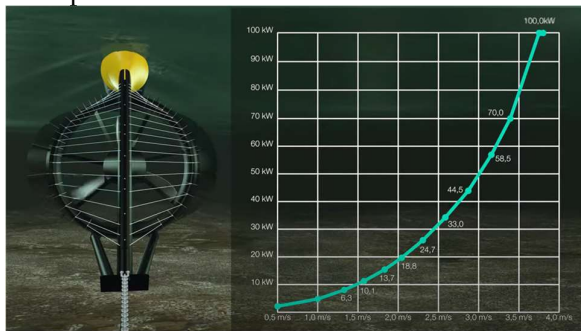


Фиг.4. Водна мелница от 1936 г., край град Тутракан, [18]

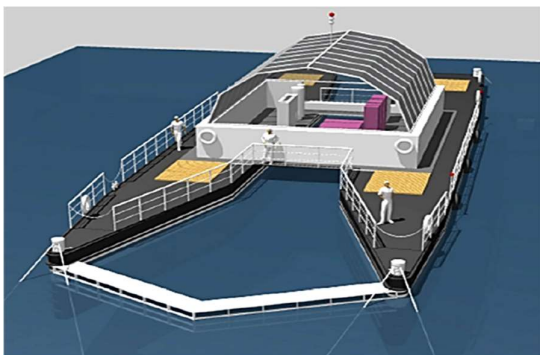
Такова съоръжение е закотвянето на понтонни водни централи край брега на река Дунав в участъците със силно течение, непречещи на корабоплаването и рибните пасажии. Такива разработки са представени от

австрийската компания Aqua Libre GmbH, [19]. Това са хидрокинетични турбини Strom-Boje, фиг.5, които могат да произвеждат чиста енергия от водата до 100 kW, като използват течението на река със скорост 3,6 m/s, [19]. Аналогично решение е представено и от български изобретатели, фиг.9 със заявка за изобретение №110063, регистрирано 31.10.2012г., [20].

Понтонната водна централа от фиг.6 насочва потока на водата към средата на плавателното съоръжение, където се увеличава силата на водата и по този начин се задвижва турбина, свързана с генератор за производство на електричество.



Фиг.5. Хидрокинетична турбина Strom-Boje с мощност 100kW, [19]



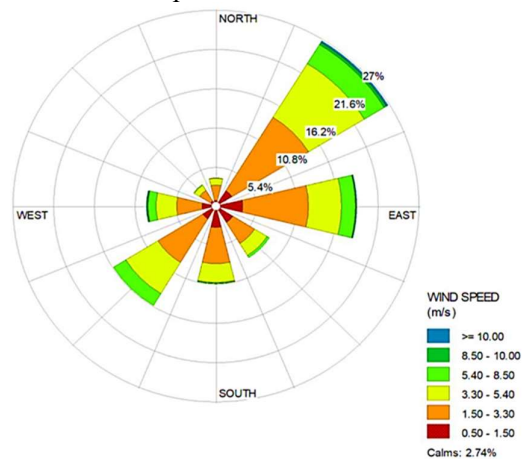
Фиг.6. Общ вид на понтонна водноелектрическа централа, [20]

## 5. Влияние на вятъра върху решенията за енергийна ефективност и екологичност

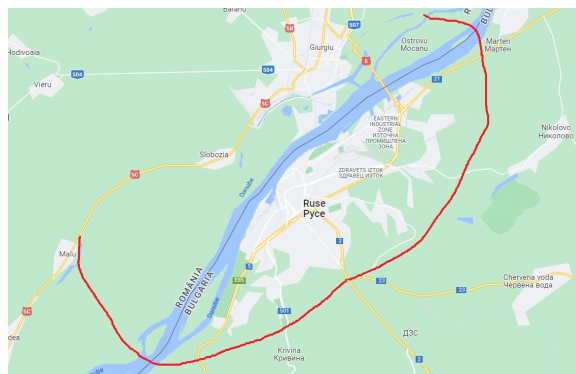
За да се оцени правилно ситуацията в населените места и се вземат правилни решения следва да се оцени влиянието на вятъра върху отделяните емисии от транспорта, индустрията и битата. Когато вятърът е насочен към населеното място и насочва отделените от процесите на горене емисии от транспорта и индустрията към хората, тогава се налага да се вземат допълнителни мерки свързани с изразходване на енергия за отстраняване на тези замърсители или за тяхното неутрализиране. Всичко това води до намаляване на енергийната ефективност. Затова на примера на град Русе ще бъде разгледана розата на ветровете, фиг.7. На нея се вижда, че за

2018 г. преобладават в 43% ветрове със скорост от 1,5 до 3.3 m/s, в 26.9% от 3.3 m/s до 5,4 m/s и в 23.2% скоростта на вятъра е била ниска или е имало безветрие - от нула под 1,5 m/s. Редки са били случаите в които скоростта на вятъра да е била над 5,4 m/s, [21].

Освен скоростта на вятъра, която влияе върху разсейването на вредните частици отделени във въздуха, влияние оказва и посоката на вятъра. В случая за 2018 г. най-често е имало в 27% от случаите североизточен и в 18% от случаите източен вятър. След това с повторяемост от 16% са югозападните ветрове и с 9% южните, фиг.7. Западни и северозападни ветрове почти не е имало или ако е имало техният процент е малък. Това означава, че предприятията и промишлените зони следва да бъдат разположени там където вятърът не духа в посока на града, а именно в северозападната страна на града. В противен случай, ако се разположат в източната и североизточната то те следва да бъдат далече от града, така че вятърът да не донася до града отделените емисии.



Фиг.7. Годишна роза на ветровете в град Русе за 2018 г., [21]



Фиг.8. Маршрути за транзитния поток с отчитане посоката на вятъра, [22]

Аналогична е ситуацията и с транспортната инфраструктура и транспортните

потоци от автомобили. Те би следвало да следват същата логика. Мостът над река Дунав при град Русе следва да бъде на запад от града или далеч на североизток преди град Мартен (червената линия на картата), фиг.8.

По този начин ще се намали броят на автомобилите преминаващи през град Русе по булевард България, при което ще намалее натоварването на му, шумът и замърсяването с отделените емисии от транзитните автомобилни потоци.

## 6. Заключение

Направен е анализ на енергийното потребление в Р. България за периода от 2000 г. до 2020 г. при което е установено, че сектора на транспорта измества сектора на индустрията и през 2020 г. има най-голям дял 34%. Това се дължи на промени, които насочват дейности от индустрията към сферата на транспорта, в резултат на което транспортните средства в страната нарастват и променят живота на хората. Освен че нараства дялът на транспорта, нараства и като цяло енергийното потребление в страната, което достига 9 512,7 хил. тое, което е с над 10% спрямо 2000 г.

Предложени са пътища за намаляване на енергийната консумация и повишаване на енергийната ефективност, чрез опита на развитите държави и чрез местни предложения. Те са свързани с въвеждане на следните мерки:

- ползване на нови икономични и екологични превозни средства, при което да се цели постигане на 60-70% автомобилен парк в страната на възраст до 10 години;

- използване на водни електрически централи с хидрокинетични турбини, ползващи силата на течението на река Дунав на получаване на зелена енергия;

- изграждане на хидротехнически комплекси с електрически централи, които да позволяват сухопътна връзка между България и Румъния за автомобилния и жп транспорт и осигуряване на условия за развитие на интермодалния и мултимодалния транспорт с участието на водния, целогодишно по река Дунав;

- съобразяване с розата на ветровете при определяне на пътища за транзитни автомобилни и жп превози край градовете в частност град Русе, като по този начин ще бъдат намалени и отделените емисии от двигателите и шума от превозните средства в населените райони от сухопътния транспорт.

## 7. Благодарности

Докладът е подкрепен от българското Министерство на образованието и науката по Национална научна програма Е+: Нисковъглеродна енергия за транспорта и бита, споразумение за безвъзмездна финансова помощ D01-214/2018 и Национална пътна карта за научноизследователска инфраструктура (2017-2023).

## 8. Литература

1. Chatterjee K., Lyons G. Transport Lessons from the Fuel Tax Protests of 2000.1<sup>st</sup> edition. Routledge, London, UK, 2017, pp. 364, eISBN: 9781315235660
2. Fielbaum, A., Jara-Diaz, S., Gschwender, A. Beyond the Mohring effect: Scale economies induced by transit lines structures design. *Economics of Transportation*, 22, 100163, 2020, doi:10.1016/j.ecotra.2020.100163
3. Brand C., Preston J. M. '60-20 emission' The unequal distribution of greenhouse gas emissions from personal, non-business travel in the UK. *Transport Policy* 17 (1), 2010, P. 9–19, DOI: 10.1016/j.tranpol.2009.09.001
4. European Commission. White paper. Roadmap to a single European transport area - towards a competitive and resource efficient transport system, Brussels, Belgium, 2011
5. Pencheva V., Asenov A., Sladkovski A., Georgiev I., Beloev I., Ivanov K. The Danube River, Multimodality and Intermodality“ chapter from monography „Modelling of the Interaction of the Different Vehicles and Various Transport Modes“. Springer Nature Switzerland AG, 2019, T1 Standard Book ID: 471987 1 En Book, Chapter No.: 6 Pages 56, pp.233-288. ISBN: 978-3-030-11511-1
6. European Commission The European Green Deal. COM(2019) 640 final, Brussels, Belgium, 2019
7. Стоянов И. Оценка на възможностите за използване на потенциала на слънчева енергия в региона на град Русе за производство на електрическа енергия. Международна научна конференция УНИТЕХ2014. Университетско издателство "Васил Априлов" Габрово, 2014, стр.110-114, ISBN:1313-230X
8. Министерския съвет. Интегрираната транспортна стратегия в периода до 2030 г., одобрена с Решение № 336/23.06.2017 г. София, 2017, <https://www.mtict.government.bg/sites/default>

- [ult/files/integrated\\_transport\\_strategy\\_2030\\_bg.pdf](#)
9. Николова Х., Минков Т. Енергийна ефективност на транспорта в България – Анализ и оценка на ключови показатели, 2013, стр.97-140, [file:///C:/Seminari/29-03-2022%20Ministry/Statii/Research%20Papers\\_vol2\\_2014\\_No3\\_H%20Nikolova,%20T%20Minkov.pdf](file:///C:/Seminari/29-03-2022%20Ministry/Statii/Research%20Papers_vol2_2014_No3_H%20Nikolova,%20T%20Minkov.pdf)
  10. Executive Environment Agency. National Inventory Report 2021. Greenhouse Gas Emissions in Bulgaria 1988-2019. Sofia, Bulgaria, 2021, pp.519, [http://eea.government.bg/bg/dokladi/dokumenti/BG\\_NIR\\_2021.pdf](http://eea.government.bg/bg/dokladi/dokumenti/BG_NIR_2021.pdf)
  11. Беккер У., Лебедев В.М., Шотт Н. Екология транспорта. ТУ Дрезден, 2001, ISSN: 1438-3268
  12. Национален статистически институт. Национален статистически годишник 2020. София, България, 2021
  13. Lowcarbonpower. World energy productions for 2021. On 26.03.2022 available at: <https://lowcarbonpower.org/ranking-TWh>
  14. Pencheva V. The Potential of the Shared Vehicle Model for Sustainable Mobility in Cities. Scientific works of the University of Ruse, Volume 59, series 4.2. Sustainable and intelligent transport systems, technologies and logistics. Academic Publishing House of the University of Ruse, 2020, pp.84-93, ISBN: 2603-4123
  15. Admaite D., Jost G., Stipdonk H., Ward H. How safe are new cars sold in the EU? An analysis of the market penetration of Euro NCAP-rated cars. PIN Flash Report 30. European Transport Safety Council, Brussels, Belgium, 2016, P. 56, [www.etsc.eu/pin](http://www.etsc.eu/pin)
  16. Ангелов Н., Кателиева Е. Енергийна ефективност във водния транспорт, 2010, стр.10, [http://www.bsecluster.org/wp-content/uploads/2017/04/Doklad\\_Angelov.pdf](http://www.bsecluster.org/wp-content/uploads/2017/04/Doklad_Angelov.pdf)
  17. Попов Д., Евстатиев Г. Никопол – Турну Мъгуреле. Текущо състояние и предварителни проектни характеристики. Свеко Енергопроект (Sweco Energoprojekt), 2021, pp.19
  18. Водна мелница от 1936 г., край град Тутракан. Исторически музей Тутракан. Налична към 04.04.2022 на: <http://www.museumtutrakan.com/?cid=8&item=184>
  19. Страница на хидрокинетичната турбина Strom-Воје, на австрийската компания Aqua Libre GmbH. Налична към 04.04.2022 на: <https://www.stromboje.at/en/stromboje-en.html>
  20. Станков Х., Ваташки Р., Гочев М. Понтонна водноелектрическа централа. зобретение заявка № 110063 от 31.10.2012, заявен 20.02.2008г., защитено до 20.02.2028. Патентно ведомство на Република България.София, 2012
  21. Община Русе. Доклад за качеството на атмосферния въздух. Русе, 2019, стр. 252
  22. Sait of the Googlemaps. <https://www.google.si/maps/place/Ruse>

# АНАЛИЗ НА НАДЕЖНОСТТА НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ПРЕВОЗНИ СРЕДСТВА В УСЛОВИЯТА НА ГРАДСКИ ПЪТНИЧЕСКИ ТРАНСПОРТ

МИХАИЛ МИЛЧЕВ

*Русенски университет „Ангел Кънчев“*  
mmilchev@uni-ruse.bg

**Резюме:** В доклада е анализирана надеждността електрически превозни средства експлоатирани в градския пътнически транспорт на гр. Русе. Автопарка от електрически превозни средства се състои от тролейбуси и електробуси, на различна възраст от различни производители. Направен е анализ на отказите настъпващи както в самите превозни средства, така и в контактната мрежа. Посочени са мерки за намаляване на отказите на превозните средства и контактната мрежа.

**Ключови думи:** градски пътнически транспорт, поддържане, електрически превозни средства, тролейбуси, поддържане

## ANALYSIS OF THE RELIABILITY OF ELECTRIC VEHICLES USED BY URBAN PASSENGER TRANSPORT

MIHAIL MILCHEV

*University of Ruse “Angel Kanchev”*  
mmilchev@uni-ruse.bg

**Abstract:** The report analyzes the reliability of electric vehicles operated in the urban passenger transport of Ruse. The fleet of electric vehicles consists of trolleybuses and electric buses of different ages from different manufacturers. An analysis of the failures occurring both in the vehicles themselves and in the electric network has been made. Measures to reduce vehicle and electric network failures are specified.

**Key words:** urban passenger transport, maintenance, electric vehicles, trolleybuses, reliability, maintenance

### 1. Въведение

Общественият градски пътнически транспорт задоволява транспортните нужди на населението. За да се постигне високо качество на услугата е необходимо той да функционира гладко, т.е. разписанията да се изпълняват точно и навреме, превозните средства да са безопасни, чисти и да имат определена надеждност [1]. Това се постига с провеждането на добра профилактика, за което обикновено отговаря отделно звено в превозача.

Използваните в общественият градски пътнически транспорт превозни средства могат да се класифицират по множество признаци като основен признак за класификация е каква инфраструктура се използва за придвижването им. Така те се делят на релсови или автомобилни.

В България релсов градски пътнически транспорт се експлоатира единствено в столицата на страната – София.

Автомобилните електрически превозни средства имат множество еднакви системи с традиционните автобуси задвижвани с двигател с вътрешно горене (ДВГ), чието поддържане не се различава особено [2, 3]. Такива са окачването, кормилната, спирачната системи, отделни агрегати от трансмисията. Разликата идва от двигателя който задвижва електрическите превозни средства – електрическият двигател. Той е значително по-компактен спрямо ДВГ със същите показатели, като има разлика в работния диапазон в който се постигат максималната мощност и въртящ момент, както и липса на

отработени газове поради което те не отделят вредни емисии (CO<sub>2</sub>, CO, HC и шум) [4, 5].

Автомобилните електрически превозни средства се разделят на три вида според източника им на електричество:

- тролейбуси – при тях захранването им с електричество се осъществява посредством контактна електрическа мрежа [6];

- батерийни - при тях захранването им с електричество се осъществява посредством складираното в батерии на борда електричество [7];

- водородни - при тях захранването им с електричество се осъществява посредством генерирането на електричество посредством окисляването на водород в горивна клетка [8, 9, 10].

В настоящият доклад ще бъдат разгледани предизвикателствата които среща фирмата за общественият градски пътнически транспорт оперираща на територията на гр. Русе с електрически превозни средства.

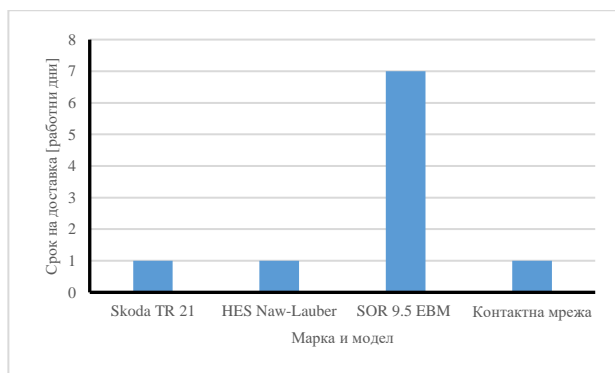
## 2. Анализ на надеждността на електрически превозни средства

Град Русе заема площ от 127,124 km<sup>2</sup> и около 140 000 жители [11]. Общественият градски пътнически транспорт в гр. Русе е организиран в 17 автобусни линии и 7 тролейбусни линии [12]. От 2021г. част от автобусните и тролейбусни линии се обслужват от батерийни електрически автобуси SOR 9.5 EBM (20 бр.) наричани още електробуси.

Експлоатираните тролейбуси са закупени втора употреба като автопарка е съставен основно от две марки SKODA SR21 (12 бр.), произведени през 2000-та година и HES Naw-Lauber (25 бр.), произведени през 1989г.

Поддържането на толкова разнороден като марки и начин на задвижване автопарк създава трудности при поддържането му най-вече с диагностични средства, резервни части и консумативи. Експлоатирането на всеки един от посочените автомобили има множество общи системи и агрегати, но също така се срещат разлики в отделните екземпляри, което създава предизвикателства при поддържането им.

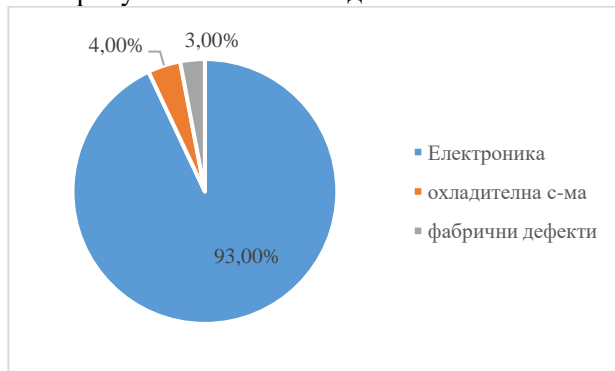
По данни на депото поддържащо подвижният състав [13], сроковете за доставка на резервни части зависи от повредената система, марката, модела и вида на транспортното. Срока за доставка на резервни части по трансмисията, окачването, спирачната система и на различните превозни средства са показани на фигурата. Също така на фигурата е показан и срока на доставка на стандартните резервни части за контактната мрежа на тролейбусите.



Фиг. 1. Срок на доставка на основни резервни части

От графиката се вижда, че средното време за осигуряването с резервни части е в рамките на един работен ден. Изключение са електробусите SOR, които са в гаранционен срок и частите за тях се осигуряват от производителя като процеса на одобрение и доставка е в рамките на 7 дена.

Разпределението на настъпилите 11-те повреди за 8 месеца които са отчетени при електробусите са както следва



Фиг. 2. Разпределение на отказите при електробусите SOR

Въпреки че са нови електробусите получават много малко повреди в следствие на натоварването от условията им на експлоатация. Отказите са свързани предимно с повреди в електронните блокове управляващи отделните системи в електробуса са предимно дефектни електронни елементи в тях. Това са в 93 % от повредите. Електробусите са снабдени с охлаждаща система на батериите за по-добро контролиране на състоянието им. Повредите осезателни в нея отчитат грешно температурата на батериите, което довежда до неправилна работа на охлаждащата система, което е втората най-често срещана повреда (4%). Фабричните дефекти в този тип превозни средства са свързани с неправилно затегнати връзки довели до теч на хидравлично масло от кормилната система, охлаждаща течност от системата за охлаждане на батериите и от пневматичната

система. В този случай ремонта е свързан с затягането на свързките до заводските спецификации. Средното време за отстраняване на повредите при този вид превозни средства варира от един час до 7 дена, заради нуждата от доставка на резервни части по гаранционните условия. След отстраняването на фабричните дефекти и подмяна на повредените осезатели не се наблюдава повторното появяване на същия отказ, което говори за високо качество на конструкцията на електробуса. В отделни бройки електробуси се наблюдават и от трита вида повреди настъпили едновременно.

Поддържането на тролейбусите се разделя на две:

- поддържане на подвижния състав;
- поддържане на контактната мрежа.

Поради високата възраст на тролейбусите и условията на експлоатацията им води до висок брой на отказите. Техният интензитет е средно по 3 отказа/ден или средно по 63 отказа/месец. Разпределението на тези откази е показано на фигура 3. Най-голям дял имат отказите в задвижването на тролея, а това са проблеми с тяговия електродвигател и повредите в задвижващият мост. Повредите в тях са в резултат на голямата възраст, пробег и натоварването на което са подложени тролейбусите.



**Фиг. 3.** Разпределение на отказите при тролейбусите Skoda и HES

Повредите в електрониката на тролейбуса са в следствие на натоварването и възрастта. Електронни блокове управляват работата на основните системи на тролейбуса и в резултат при повреда в някои от тях тролейбуса се обездвижва до отстраняването на повредата. В тази система най-много време отнема диагностицирането на електронните блокове, поради тяхната сложност, което е основна причина за продължителността на престой в сервиза. Средното време за престой на тролейбусите в сервиза за ремонт е между 4 и 72 часа.

Значителен дял от отказите в спирачната система са в следствие на повреда в компресорите захранващи я със сгъстен въздух. Поради начина на работа на тролея (често спиране и потегляне), отварянето и затварянето на вратите задвижвани също със сгъстен въздух компресорите се амортизират с висока скорост водещо до техния отказ. Друг често срещан отказ е интензивното износване на спирачните накладки.

При експлоатирането на тролейбуси трябва да се вземе под внимание също и контактната мрежа. В случай че в даден участък от нея настъпи отказ, то през съответния участък става невъзможно преминаването на тролейбуси. Контактната мрежа в гр. Русе е с дължина 64 km. За поддържането и отговаря специално звено с необходимата диагностична техника и инструмент. Интензитетът на отказите (авариите) се изменя в зависимост от метеорологичните условия като средно за месец настъпват между 25 и 30 аварии, като по данни от дружеството след проведената през 2015 г. рехабилитация на контактната мрежа броя на авариите е намалел около три пъти. Времето необходимо за отстраняването на авариите варира като средната продължителност е около 15 min. Разпределението на тези аварии по вид е следното



**Фиг. 4.** Разпределение на отказите в контактната мрежа

Най-голям дял имат повредите причинени от грешки на водачите на тролейбусите (46%). Такива грешки са преминаването с по-висока скорост през стрелките, което довежда до откачането на контактите и удрянето им както в стрелките, така и в проводниците. Това довежда или до повреда на самите стрелки, така и до скъсване на захранващите проводници или системите за обтягането им. Върху тези повреди може да се повлияе чрез упражняването на по-добра дисциплина от страна на водачите.

Повредите причинени по външни причини са вторите най-често срещани (29%).



Под външни причини за настъпване на откази в контактната мрежа се разбирате тези, настъпили в следствие на метеорологичните условия, преминаването през града на извън габаритни товари (ИГТ), пътно-транспортни произшествия, вандалски прояви и др. Част от тези причини (тези възникнали в следствие на преминаването на ИГТ) могат да бъдат избегнати изцяло в случай на по-добра комуникация между превозвачите на тези товари, контролните органи на реда и Градски пътнически транспорт Русе.

Как възникват този тип аварии? Градът е разположен на брега на река Дунав, която често се използва за превоз на ИГТ, които се претоварват от пристанищата в града на сухопътен транспорт и преминават през него. Превозвачите на този вид товари е необходимо да се свържат с градския пътнически транспорт и да ги уведомят за размерите на техния товар, като при установена нужда дружеството демонтира предварително част от контактната мрежа за да не бъде тя повредена. Това много рядко се случва, защото се налага превозвача на ИГТ да заплати извършения труд по демонтаж/монтаж на мрежата и пропуснатите ползи на градския транспорт.

Над повредите в следствие на ПТП и вандалски прояви много трудно може да се повлия поради случайния характер на тези събития, а в случая на вандалските прояви много често не може да бъде установен и съответно наказан извършителя. При този тип повреди се наблюдава по-голямо средно време за отстраняването им, поради необходимостта от резервни части, и в случай на липса на такива на склад, времето за отстраняване може да достигне и до 1 ден.

Повредите в следствие на метеорологичните условия са замръзване на стрелки и скъсване на проводници или система им за обтягане в следствие на натрупан лед. Поради тази причина звеното поддържащо мрежата се сдобива със специална апаратура през 2019г. за размразяването и.

Амортизирането на мрежата е третата причина поради която контактната мрежа се поврежда. За намаляването на влиянието и периодично се провеждат така наречените профилактични/планирани ремонти. Те се провеждат периодично по график средната им продължителност е около 1,5 h.

### **3. Технически ограничения**

При експлоатирането на електрически превозни средства в градския транспорт на гр. Русе съществуват редица ограничения свързани

най-вече с маневреността и пробег на превозните средства.

Електробусите имат ограничение в пробег с едно зареждане на батериите, като той зависи от стила на управление, денivelацията, метеорологичните условия и др. Максималният пробег с един заряд на батерията е около 240 km., който не е достатъчен за изминаване на дневния пробег без зареждане. Това изисква монтиране на бързо зарядни станции на крайните спирки, чрез които батерията се до зарежда.

Пробега при тролейте е ограничен от контактната мрежа. Те могат да се движат само когато получават захранване от нея. Друго ограничение което въвежда контактната мрежа е в маневреността на превозните средства. Те могат да маневрират само на 2 m. в ляво и дясно от контактната мрежа, което създава трудности в заобикалянето на препятствия на пътното плато и прави практически невъзможна промяната на маршрута на движение в случай на необходимост.

### **4. Заключение**

Осигуряването с резервни части за подвижният състав се изменя от 1 до 7 дена зависи от възрастта на превозните средства и дали е в гаранционни условия.

Надеждността на експлоатираните нови електробуси е много висока. Не се наблюдава повторното появяване на едни и същи повреди, което говори за високо качество на конструкцията на електробуса. Повредите са свързани предимно с дефектни електронни компоненти и пропуски в качеството на сглобяване на превозните средства.

При тролейбусите най-натоварената система е задвижването, поради което то отказва най-често. Отежняващ ситуацията фактор е и високата възраст на тролейбусите.

Най-честата причина за повреда в контактната мрежа е невнимателното управление от страна на водачите на тролейте. Върху това може да се повлияе чрез различни способи включващи технически мерки, допълнителни курсове или различни санкции.

Повредите в контактната мрежа от извън габаритни товари могат да бъдат избегнати изцяло чрез по-добра комуникация между превозвачите на тези товари, контролните органи на реда и Градски пътнически транспорт Русе.

Подновяването на автопарка от тролей би довело до намаляването на отказите. Това обаче е свързано с много голяма инвестиция, която е трудно осъществима.

Докладът отразява резултатите от работата по проект №2022-ФТ-01, финансиран от Фонд научни изследвания на Русенския университет.

The report reflects the results of the work on project №2022-FT-01, funded by the Research Fund of the University of Ruse.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. НАРЕДБА № 2 ОТ 15 МАРТ 2002 Г. ЗА УСЛОВИЯТА И РЕДА ЗА УТВЪРЖДАВАНЕ НА ТРАНСПОРТНИ СХЕМИ И ЗА ОСЪЩЕСТВЯВАНЕ НА ОБЩЕСТВЕНИ ПРЕВОЗИ НА ПЪТНИЦИ С АВТОБУСИ (ЗАГЛ. ИЗМ. - ДВ, БР. 44 ОТ 2011 Г.). - <https://www.lex.bg/laws/ldoc/-548912640>
2. Moataz Mahmoud, Ryan Garnett, Mark Ferguson, Pavlos Kanaroglou, Electric buses: A review of alternative powertrains, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 62, 2016, Pages 673-684, ISSN 1364-0321,.
3. Dimitar Grozev, Study of the reliability of specialized fire rescue equipment Proceedings of university of ruse - 2020, volume 59, ISBN: 1311-3321
4. Reinhart Kühne, Electric buses – An energy efficient urban transportation means, Energy, Volume 35, Issue 12, 2010, Pages 4510-4513, ISSN 0360-5442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.09.055>.2015\_Index of Economic Freedom. Online: <http://www.heritage.org/index/>
5. Zhiming Gao, Zhenhong Lin, Tim J. LaClair, Changzheng Liu, Jan-Mou Li, Alicia K. Birky, Jacob Ward, Battery capacity and recharging needs for electric buses in city transit service, Energy, Volume 122, 2017, Pages 588-600, ISSN 0360-5442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.01.101>.ac
6. M. C. Falvo, R. Lamedica and A. Ruvio, "Energy storage application in trolley-buses lines for a sustainable urban mobility," 2012 Electrical Systems for Aircraft, Railway and Ship Propulsion, 2012, pp. 1-6, doi: 10.1109/ESARS.2012.6387435.
7. Maria Xylia, Sylvain Leduc, Piera Patrizio, Florian Kraxner, Semida Silveira, Locating charging infrastructure for electric buses in Stockholm, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Volume 78, 2017, Pages 183-200, ISSN 0968-090X,
8. Kathryn G. Logan, John D. Nelson, Astley Hastings,
9. Dimitar Grozev, Ivan Beloev, Study of operating modes of hydrogen fuel cell horizon xp 1000, Proceedings of university of ruse - 2020, volume 59, ISBN: 1311-3321
10. Pencheva V., A. Asenov, D. Grozev, I. Beloev, Ts. Georgieva, P. Daskalov, Assessment of the maas system as a tool for shared economy in transport and the application of hydrogen mobility. НК РУ&СУ при РУ "А. Кънчев", Русе. том 58, серия 4, ISBN: 1311-3321.
11. Electric and hydrogen buses: Shifting from conventionally fuelled cars in the UK, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 85, 2020, 102350, ISSN 1361-9209,
12. обща информация за град Русе- <https://obshtinaruse.bg/ustroystvo-na-teritoriyata>
13. обществен транспорт на гр. Русе - <https://transport.obshtinaruse.bg/Schedule/DisplayAllRoutes>
14. данни предоставени от Градски пътнически транспорт - Русе

# ОРГАНИЗАЦИЯ НА РАБОТАТА ВЪВ СРЕДНО ГОЛЯМА ТРАНСПОРТНА ФИРМА

ДИМИТЪР ГРОЗЕВ, ИВАН БЕЛОЕВ

*Русенски университет „Ангел Кънчев“  
dgrozev@uni-ruse.bg, ibeloev@uni-ruse.bg*

**Резюме:** Този доклад представя анализ на дейността на средно голяма транспортна фирма, която разполага с транспортни средства от различен тип и различна екологична норма. От изследването става ясно, че използването на транспортни средства с ниски еко параметри довежда до повишени разходи при извършване на транспортната работа.

**Ключови думи:** транспортна фирма, транспортни средства, екологични норми

## ORGANIZATION OF WORK IN A MEDIUM-SIZED TRANSPORT COMPANY

DIMITAR GROZEV, IVAN BELOEV

*University of Ruse  
dgrozev@uni-ruse.bg, ibeloev@uni-ruse.bg*

**Abstract:** This report presents an analysis of the activity of a medium-sized transport company, which has vehicles of different types and different environmental standards. The study shows that the use of vehicles with low eco parameters leads to increased costs when performing transport work.

**Key words:** transport company, means of transport, environmental standards

### 1. Въведение

Фирмата упражнява транспортна дейност от 2009 година. Тя е лицензирана транспортна фирма за извършване на международен автомобилен превоз на товари със собствен транспорт, доставки на цели и групажни пратки в цяла Европа, включително Русия, карго застраховки, спедиторска дейност, както и извършване на всякаква друга търговска дейност, незабранена със закон в страната и чужбина.

Фирмата притежава следните транспортни средства:

- 4 хенгер с обем 120 m<sup>3</sup>;
- 3 товарни автомобили с обем 90-92 m<sup>3</sup>;
- 2 дрехарки с обем 103 m<sup>3</sup>;
- 4 фургона с обем 92-95 m<sup>3</sup>/13.60 m.
- хладилни буса до 5 евро палетни места, товароносимост до 1500 kg, 12 m<sup>3</sup>, 4,2/1,8/1,75 m;
- 3 платформи за извънгабаритни товари;
- 5 бордови буса, до 7 евро палетни места, товароносимост до 2000 kg, 16 m<sup>3</sup>, 3,8/2,0/2,1 m, падащ борд

Фирмата разполага с офис помещения за логистика и счетоводство, сервизно хале, склад

за резервни части за текущ ремонт и профилактика и собствена сервизна база за извършване на ремонтни дейности по МПС-та.

Управленската структура на фирмата включва управител, който представлява дружеството и ръководи дейността му; двама счетоводители; трима спедитори; по един ръководител транспорт, секретар, началник-гараж и началник-склад; шофьори - 18 души и четирима монтьори.

Основните релации на фирмата са страните от Европейския съюз - Германия, Франция, Белгия, Холандия, Англия, Дания, Испания, Италия, Австрия, Скандинавия, Полша, Литва Латвия, Естония, Чехия, Словакия, Унгария, Румъния, Гърция, както и Сърбия, Турция, Русия, Украйна, Беларус.

Транспортната фирма има опит в обслужването на износа и вноса главно на:

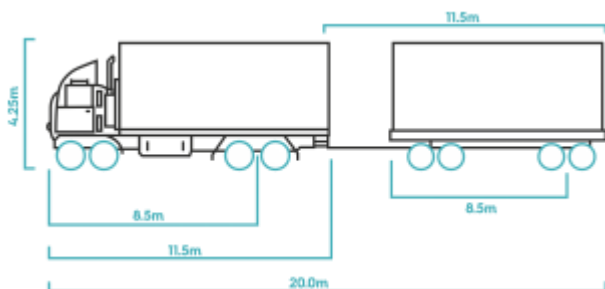
- мебели от България за Европа;
- дървен материал;
- машини и суровини за леката и преработвателната промишленост;
- продукти от леката промишленост – платове, дрехи и други текстилни изделия;
- вино, хранителни продукти, тютюн;

- медикаменти и козметика;
- Услугите, които предлага фирмата са:
- превоз на товари от и за Европа;
- превоз на товари в България;
- превоз на опасни товари;
- превоз на извънгабаритни товари;
- превоз на лични вещи от и за Европа;
- превоз на аграрна техника;
- превоз на торове;
- превоз на цветни и черни метали с гондоли;
- превоз на семена и насипни торове;
- групажни превози;
- хладилни превози;
- транспортна дейност;
- експресни превози с бусове.

С дългогодишния си опит в областта на транспорта, с коректно отношение, фирмата е предпочитан партньор за много водещи фирми в страната и чужбина.

## 2. Материална база на фирмата

Транспортната фирма притежава седем транспортни средства. Хенгерите се използват за по-обемна, но по-лека стока, поради по-големия товарен обем.



Фиг.1. Хенгер с обем 120 m<sup>3</sup>



Фиг.2. Товарен автомобил DAF-XF

Параметрите на товарния автомобил са:

- Дължина l=13,60 m;
- Ширина w=2,45 m;
- Височина h=2,60-2,80 m;

- Обем 90 m<sup>3</sup>.

Това е най-често използвания товарен автомобил, който е подходящ за повечето типове стока, която не изисква температурен режим. Максималното натоварване на автомобила зависи от броя на осите, конструкцията му и разпределението на товара. Състои се от влекач и полуремарке, което се разоборудва, позволявайки странично товарене и често и товарене с кран.

В дейността на фирмата се използват и фургони (фиг.2, фиг.3).



Фиг. 2. Товарен автомобил IVECO ML 120 E 22 P 4x2, използва дизелово гориво, Евро 6

Автомобила е снабден с падащ заден борд.



Фиг. 3. Товарен автомобил MAN, модел TGL

Параметрите на товарния автомобил са:

- Дължина l=13,60 m;
- Ширина w=2,45 m;
- Височина h=2,60-2,80 m.

Разликата между товарния автомобил и фургонът, е че фургонът е с твърди стени, което позволява товарене на стока, която в друг случай има опасност да се размести при превоза. Също така при него се предполага термоизолация, като по този начин се предпазва стоката от навлажняване или кражба. Максималното натоварване обикновено е по-малко, отколкото при бордовите автомобили, защото собственото

тегло на този тип товарни автомобили е по-голямо. Товаренето на фургона става само отзад.

Друг тип автомобил, който използва фирмата е с хладилна товарна част (фиг.4, фиг.5).



**Фиг. 4.** Товарен автомобил марка Ivecо 4x2, дизелово гориво, мощност 150 hp., с дата на първа регистрация 17.03.2015

Този товарен автомобил се използва за превоз на стока в температурен режим. Има хладилен агрегат, който поддържа желаната от клиента температура. Повечето хладилни товарни автомобили имат и термограф, който записва температурата през цялото време на транспорта. Съществуват и двукамерни хладилни товарни автомобили. Всяка камера може да поддържа отделна температура. Това позволява групиране на два вида стоки, при два различни температурни режима. Товаренето на хладилния товарен автомобил става само отзад.



**Фиг.5.** Товарен автомобил DAF LF

### 3. Анализ на дейността

На таблица 1 е представено извлечение по превозни средства и брой курсове по месеци.

Броят курсове зависи от:

- метеорологичните условия през зимният период;
- пиковите месеци на потребление на горива;
- необходимостта от ТО и предвидени и непредвидени ремонти.

**Таблица 1.** Превозни средства и брой курсове по месеци

Автомобил	DAF	Iveco 120	MAN TGL	Iveco	Mercedes	DAF LF
Особености	EURO 6	EURO 5	EURO 4	EURO 5	EURO6	EURO 5
Година на производство	2017	2014	2008	2015	2018	2014
юли 2020 г.	21	8	9	29	19	11
август 2020 г.	14	25	11	25	25	10
септември 2020 г.	17	19	15	19	17	11
октомври 2020г.	17	14	15	10	19	9
ноември 2021 г.	11	13	19	14	20	18
декември 2020 г.	19	20	20	12	22	15
януари 2021 г.	13	11	18	9	27	13
февруари 2021 г.	14	13	17	6	19	18
март 2021 г.	15	22	13	15	25	20
април 2021г.	27	17	19	18	17	11
май 2021 г.	29	18	21	22	19	19
юни 2021 г.	19	15	20	25	35	13
Общо курсове	216	206	197	204	264	168
Средно курсове за месец	18	16,25	16,41	17	22	14

Направено е сравнение на две превозни средства с близки параметри като съществена разлика помежду им е годината на производство и евро нормата за екологичност.

- IVECO 120 EURO 5, дата на първа регистрация - април 2014 г.;
- MAN TGL EURO 4, дата на първа регистрация - декември 2008 г.

В таблици 2 и 3 са показани средните разходи на гориво за двете избрани превозни средства.

**Таблица 2.** Среден разход на гориво за - IVECO 120 EURO 5

	Пробег km	Заредено гориво в l	Среден разход в l/100 km
юли 2020 г.	5312	1852	34,86
август 2020 г.	5010	1562	31,17
септември 2020	4125	1085	26,30
октомври 2020 г	8702	2896	33,26
ноември 2020г.	5896	2012	34,12
декември 2021 г.	10896	3641	33,42
януари 2020 г.	8563	2756	32,18
февруари 2021 г.	4358	1352	31,02
март 2021 г.	4462	1365	30,60
април 2021 г	5639	1965	34,85
май 2021г.	6572	2156	32,81
юни 2021 г.	8776	2962	33,71

Общо изминати км	78311		
Общо заредено гориво		25604	
Среден разход за месец		32,69/100км	

**Таблица 3. Среден разход на гориво за - MAN TGL EURO 4**

	Пробег км	Заредено гориво в л.	Среден разход в л/100км
юли 2020 г.	3565	1663	46,64
август 2020 г.	3456	1565	45,28
септември 2020	6525	3886	59,55
октомври 2020 г	8546	4042	47,29
ноември 2020г.	7536	3746	49,70
декември 2021 г.	9021	5061	56,10
януари 2020 г.	3140	1353	43,08
февруари 2021 г.	4023	2123	52,77
март 2021 г.	5063	2556	50,48
април 2021 г	2556	1366	53,44
май 2021г.	3520	1620	46,02
юни 2021 г.	4963	2356	47,53
Общо изминати км	61914		
Общо заредено гориво		30840	
Среден разход за месец		49,81/100км	

От 2 февруари 2020 г. се преустановява продажбата на винетни стикери за тежкотоварните автомобили с обща технически допустима максимална маса над 3,5 t. Промяната е свързана с въвеждането от 1 март 2020 г. на Тол таксуване за тежкотоварните превозни средства над 3,5 t. (фиг. 6). Така тежкият трафик плаща на база изминатото разстояние при ползването на 3115 km автомагистрала и първокласни пътища. Останалите близо 17 000 km от около 20 000 km републикански пътища се използват безплатно от превозните средства с допустима маса над 3,5 t.

По същата причина от 24 февруари 2020 г. е спряна продажбата на седмични винетни стикери за тежкотоварните превозни средства.

Тол такса се заплаща за преминаване по платената пътна мрежа в Република България от пътни превозни средства над 3.5 t, предназначени за превоз на товари и от пътни превозни средства, предназначени за превоз на пътници с повече от 8 места за сядане без мястото на водача.

Размерът на тол таксата се изчислява на база изминатото разстояние и е различен за различните категории ППС. Изминатото разстояние може да бъде отчетено и тол таксата да бъде платена по един от следните начини: чрез GNSS бордово устройство (БУ); чрез GPS

устройство или чрез закупуване на маршрутна карта (МК).

При използване на маршрутна карта, пътното превозно средство следва да се движи по зададения в МК маршрут. Валидността на маршрутната карта е 24 часа от заявената в нея начална дата. Не е разрешено движение по зададения маршрут преди заявения начален час.

Пътни превозни средства		Платена пътна инфраструктура		
		Цена на тол такса лв./км		
		АМ	I-ви клас	II-ри клас
Товарен автомобил с обща технически допустима максимална маса над 3,5 т – до 12 т включително	ЕВРО VI, EEV	0,06	0,05	0,02
	ЕВРО V	0,07	0,05	0,03
	ЕВРО III и IV	0,08	0,06	0,03
	ЕВРО 0, I, II	0,09	0,08	0,03
Товарен автомобил с обща технически допустима максимална маса над 12 т с 2 – 3 оси	ЕВРО VI, EEV	0,16	0,13	0,09
	ЕВРО V	0,17	0,15	0,11
	ЕВРО III и IV	0,18	0,15	0,11
	ЕВРО 0, I, II	0,20	0,17	0,11
Товарен автомобил с обща технически допустима максимална маса над 12 т с 4 и повече оси	ЕВРО VI, EEV	0,23	0,21	0,15
	ЕВРО V	0,24	0,22	0,15
	ЕВРО III и IV	0,27	0,25	0,16
	ЕВРО 0, I, II	0,32	0,29	0,18
Пътни превозни средства, предназначени за превоз на пътници с обща технически допустима максимална маса над 3,5 т - до 12 т включително	ЕВРО VI, EEV	0,02	0,02	0,01
	ЕВРО V	0,03	0,02	0,01
	ЕВРО III и IV	0,04	0,03	0,02
	ЕВРО 0, I, II	0,05	0,04	0,02
Пътни превозни средства, предназначени за превоз на пътници с обща технически допустима максимална маса над 12 т	ЕВРО VI, EEV	0,03	0,02	0,02
	ЕВРО V	0,04	0,03	0,02
	ЕВРО III и IV	0,05	0,04	0,03
	ЕВРО 0, I, II	0,06	0,05	0,03

**Фиг.6. Тол такси според вида на автомобила**

#### 4. Заключение

Решаваща роля за издигане равнището на качеството на превозите имат организацията и управлението на транспортния процес, които характеризират технологическото равнище на транспортното производство. В съответствие със съвременните научно – технически постижения в автомобилния транспорт е необходимо да се осъществи пълно обновяване на прилаганите у нас технологии, позволяващо в най-кратки срокове да се постигнат параметрите за качеството на напредналите страни.

Кадровият потенциал или т.н. субективен фактор е един от най-съществените производствени фактори за повишаване качеството на транспортната услуга.

От изложената информация за дейността на фирмата може да се направят няколко съществени заключения.

Броят на курсовете, показани в таблица 2, не се влияе от годината на производство на превозното средство. Броят курсове зависи от:

- метеорологичните условия през зимният период;
- пиковите месеци на потребление на горива;
- необходимостта от ТО и предвидени и непредвидени ремонти.

В таблицата е показан средният разход на гориво за двете анализирани превозни средства. Видна е разликата в средният разход.

За IVECO120 EURO 5, разходът е 32,69л/100 км, докато за същият период за MAN TGL EURO 4, разходът е 49,81 л/100 км.

Разликата в средният разход за период от дванадесет месеца на по-новият товарен автомобил (32,69л/100км) сравнен с по-старият (49,81л/100км) е 17,42 л/100 км. Ако превозите бяха извършени с по-новият товарен автомобил фирмата би спестила от гориво.

Разликата в плащане на тол таксите е от голямо значение за фирмата, тъй като цените за минаване ще са на база евро норма . Тол таксите са обвързани с екологичната категория на превозното средство, както и с класа на пътя, за който ще се дължи тол - автомагистрала, първи и частично втори клас. Стойността ще се изчислява на изминат километър като всяко навлизане в тол сегмент ще се приема за пълното му изминаване.

Товарните автомобили с тегло между 3.5 т и 12 т ще плащат една и съща такса за трите категории пътища, но тя ще зависи от емисионния им клас. Тези с най-високите еко класове Евро V, Евро VI или EEV ще плащат по 4 ст. на километър. За тези с емисионен клас Евро III или Евро IV тарифата ще е 5 ст. на километър, а за тези с най-ниската еко категория - клас Евро 0, I или II - 7 ст. на километър.

Като заключение от изложения анализ следва, че фирмата трябва да обнови автопарка си с по нови МПС-та от по горен клас.

Относно годишно обслужването на автопарка, включвайки: гражданска отговорност, каско, преглед, техническо обслужване, персонал, водачи и други разходи нужни за поддържането на малка фирма е голямо и рисковано.

Големите фирми превземат малкия бизнес като свалят навлото на курсовете и превземат пазара.

От икономическа гледна точка, фирмите могат да се подпомагат от кредити и обезпечения, но няма гаранция , че бизнеса няма да фалира или претърпи провал, особено в рискови времена като сегашното по време на световна пандемия от COVID 19.

Докладът отразява резултатите от работата по проект №2022-ФТ-01, финансиран от Фонд научни изследвания на Русенския университет.

The report reflects the results of the work on project №2022-FT-01, funded by the Research Fund of the University of Ruse.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дишлиев А., Учебни записки по теория на масовото обслужване 2011г.
2. Колев Н., М. Милчев, Изследване стойността на дейности по поддържане на ходовата част на автомобила, Русе 2012г.
3. Красимир Е. - Управление на фирмата. - Гримакс - Русе, 2003.
4. Манев С., Л. Сабо, А. Бойкинов. Проучване на пазара от предприятията. - Г. Бакалов, Варна, 1994.
5. Милчев М., Н.Колев, Е. Савев, Comparative study of the reliability of commercial vehicle from different generations, Русе 2012г.
6. Милчев М., Н. Колев, И. Дудушки, Research of model for maintain vehicles, Русе 2012г.
7. Милчев М., Н. Колев, Модел на работа в сервис чрез използването на електронна система за обработка на поръчките, Русе 2012г
8. Сестримски Д., Диагностика на автомобила, София 1989г.
9. Хопкинс К., Питър Джаксън. Как да правим маркетингови проучвания, Делфи- прес, 1990.

# ПОДОБРЯВАНЕ ПОДГОТОВКАТА НА КАНДИДАТИТЕ ЗА ВОДАЧИ НА МПС

АСЕН АСЕНОВ

Русенски университет „Ангел Кънчев“,  
E-mail [asasenov@uni-ruse.bg](mailto:asasenov@uni-ruse.bg), tel. +359 888 870 035

**Резюме:** В работата е направен анализ на особеностите, свързани с подготовката на кандидати за придобиване на правоспособност за управление на моторни превозни средства категория „В“ в Р. България. Направен е преглед и анализ на системите за обучение и изпит на кандидати за водачи в някои европейски страни, като Великобритания и Германия, където се приема, че подготовката е на по-високо ниво, понеже броят на пътно-транспортните произшествия с пострадали и убити на един милион жители е малък. Анализът показва, че при подготовката на кандидатите за водачи на МПС категория „В“, както и на теоретичните изпити пред контролните органи е необходимо да се приложат казуси за решаване, показващи реални ситуации. Във връзка с това е въведено, съгласно последните промени в нашето законодателство, обучение и теоретични изпити, при които да се разглеждат казуси с реални ситуации.

**Ключови думи:** обучение на кандидати за водачи на МПС, теоретичен изпит за кандидати за водачи на МПС, нови водачи, водач с категория „В“

## IMPROVING THE TRAINING OF CANDIDATES FOR DRIVERS OF MOTOR VEHICLES

ASEN ASENOV

University of Ruse “Angel Kanchev”  
E-mail: [asasenov@uni-ruse.bg](mailto:asasenov@uni-ruse.bg), tel. +359 888 870 035

**Abstract:** The paper analyzes the peculiarities related to the preparation of candidates for acquiring the right to drive of motor vehicles category "B" in the Republic of Bulgaria. A review and analysis of driver training and examination systems has been carried out in some European countries, such as the United Kingdom and Germany, where training is considered to be at a higher level, as the number of road accidents with casualties on one million inhabitants is small. The analysis shows that in the preparation of the candidates for drivers of vehicles category "B", as well as in the theoretical exams before the supervisory authorities, it is necessary to apply case studies that solve real situations. In this regard, it is introduced, according to the latest changes in our legislation, training and theoretical exams, which will deal with cases with real situations.

**Key words:** training of candidates for drivers of motor vehicles, theoretical examination for candidates for drivers of motor vehicles, new drivers, driver with category "B"

### 1. Въведение

В Р. България през 2020 г. беше приета, Секторна стратегия за безопасност на движението по пътищата (БДП) (2021 – 2030), [1], понеже броят на пътно-транспортните произшествия (ПТП) и броя на убитите и ранените в страната на 1 млн. жители е все още голям на база средни стойности в Европейския съюз (ЕС), фиг.1, [2]. От фиг.1 става ясно, че Румъния с 96 убити, България с 90 и Полша с 77 са с най-голям брой на убитите при ПТП на 1 млн. жители за 2019 г. В същото време средната

стойност за ЕС е 51 убити. Най-малък е броят на убитите в Швеция – 22. При прегледа на данните за 2020 г. тенденцията във всички страни, които са посочили данни е към намаляване на броя на убитите на 1 млн. жители при ПТП с между 10 и 20%.

В Секторна стратегия за безопасност на движението по пътищата са отчетени дванадесетте цели на Световната здравна организация (СЗО) и новата европейска стратегическа рамка „Следващи стъпки към Визия 0“, където е предвидено към 2050 г. да има



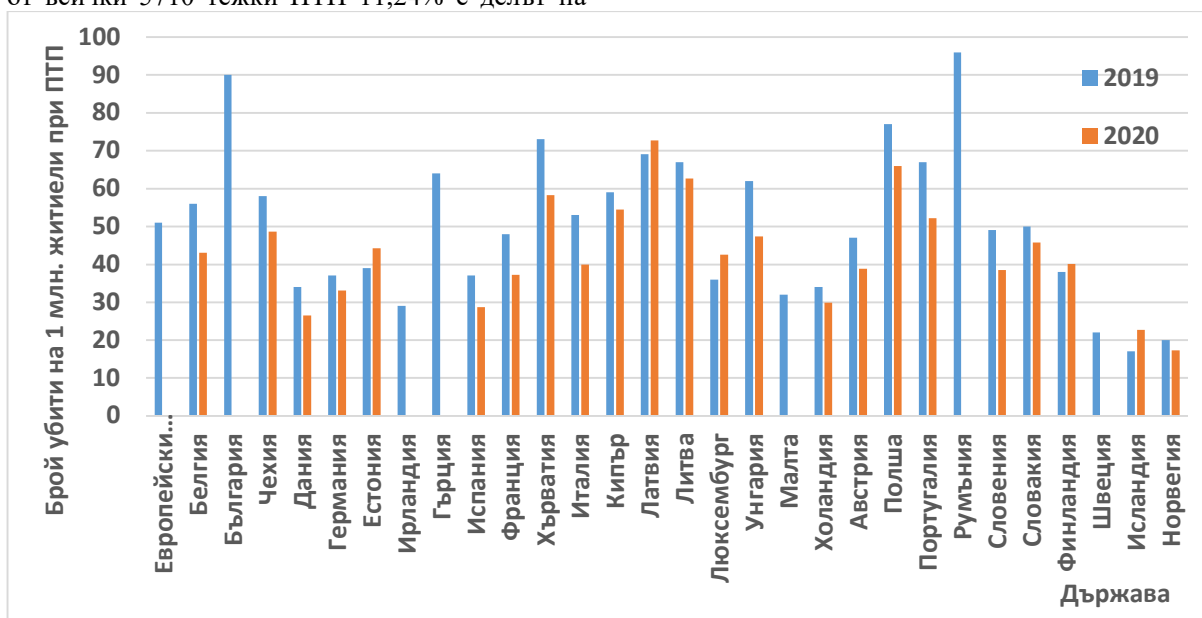
нулева смъртност при ПТП, [3]. В стратегията е представено, че е важно да се обърне внимание на превенция на рисковете за здравето и живота на децата при взаимодействието им с пътната система като участници в движението по пътищата и подготовка на образовани, обучени и информирани водачи, притежаващи квалификация и отговорно поведение за безопасно управление на пътни превози средства (ППС). Също така е отчетено, че в страната е въведено обучение по БДП от първа група в детската градина до дванадесети клас в средните училища, което способства за по-добрата подготовка на гражданите в страната, като идеята е да се премине плавно към обучение на всички граждани през целия живот. Във връзка с това предстои да бъде изпълнена следващата мярка свързана с подобряване на обучението на водачи на моторни превозни средства (МПС) чрез прилагане на разработената концепция за обучение, насочена към създаване на единна система за обучение по БДП в системата на предучилищното и училищното образование и за обучение на кандидатите за водачи на МПС. По този начин се очаква да бъдат намалени ПТП с пострадали и ранени.

В извършен анализ от МВР ГД „Национална полиция“ на тежките пътнотранспортни произшествия, допуснати от водачи, придобили правоспособност за управление на моторни превозни средства от две години е установено, че общо 657 водачи със стаж под 2 години, включващи 507 мъже и 150 жени са участвали в 642 ПТП. Това означава, че от всички 5710 тежки ПТП 11,24% е делът на

новите водачи, които са на средна възраст 21,3 години. Делът на убитите и ранените нови водачи със стаж до 2 години в тези 642 ПТП е съответно 11,24% убити и 12,6% ранени, [4].

## 2. Обучение на кандидатите за водачи на МПС категория „В“

Обучението на кандидатите за водачи на МПС категория „В“ в Р. България се извършва в учебни центрове по програма от Министерството на образованието и науката, [5, 6] трябва да отговаря на изискванията в Наредба № 37 от 2.08.2002 г. за условията и реда за обучение на кандидатите за придобиване на правоспособност за управление на моторно превозно средство и условията и реда за издаване на разрешение за тяхното обучение, [7]. Изпитите на кандидатите за водачи на МПС се извършват съгласно Наредба № 38 от 16.04.2004 г. за условията и реда за провеждането на изпитите на кандидати за придобиване на правоспособност за управление на моторно превозно средство и реда за провеждане на проверочните изпити, [8], според която изпита се състои от две части теоретичен и практически. При теоретичния изпит беше предвидено да се проверяват знанията чрез провеждане на тест със затворени въпроси до 14.04.2022г. След тази дата е предвидено теоретичния изпит да се състои от тестове съдържащи текстови изпитни въпроси, въпроси със стационарни графични изображения и интерактивни видеоклипове. До 14.04.2022 г. може да се отбележи, че този тест не затруднява подготвените кандидати за водачи категория „В“,



Фиг.1. Брой на убитите при ПТП на 1 млн. жители в държави от Европа за 2019 и 2020 г.

понеже тестовете са достъпни непрекъснато и те лесно могат да научат верните отговори, понеже не се налага много да се мисли, предвижда, анализира, а е необходимо основно добра памет. Въпреки това, резултатите от теоретичните изпити при първо явяване например за град Пловдив, според сайта на автоинструктор [9], показват успеваемост средно 74%, която е основно между 57-87% за всичките 50 учебни центрове, понеже въпросите са много, а обучаемите не полагат достатъчно усилия за да ги научат и/или времето им за подготовка не е достатъчно. По-големи трудности изпитваните имат при практическия изпит, където следва да покажат, че умеят да приложат на практика:

- наученото, да управляват според правилата МПС;

- да управляват безопасно МПС;

- да предвиждат събитията, които могат да се случат на пътя;

- да се справят с рискови ситуации.

Резултатите за град Пловдив показват успеваемост от първия път на изпитването на практическия изпит, които са взели теоретичния и по този начин са показали, че имат теоретични знания средно 58%, което е в границите от 41-79%. Това означава, че ако се допусне, че явилите се на теоретичния изпит са тези, които са се явили и на практическия, то тогава успеваемостта на целия изпит за град Пловдив е 43% на всички явили се на изпит кандидати за водачи на МПС. Това показва, че теоретичната подготовка с проверка на знанията само на тест със затворени въпроси не е много ефективна и следва да се вземат по-ефективни мерки, които по реално да отразяват знанията на кандидатите за водачи на МПС. По отношение на практическия изпит, то резултатите показват, че голяма част от изпитваните, независимо че са показали че имат теоретични знания, не успяват да се справят с управлението на МПС категория „В“. Това показва, че е необходима по-продължителна подготовка или нещо друго. Пример за това може да бъде още в първия практически час да бъде определен подходящия за кандидата автомобил, нещо което за сега не се прави и реално е невъзможно да бъде приложено на практика поради особеностите в нормативната уредба и работа на инструкторите в учебните центрове. Ако в началото всеки кандидат за водач на МПС категория „В“ бъде тестван на автомобил с ръчно или автоматично превключване на предавките, или на автомобил от различна марка и модел, с изключение на тези които са си избрали вече, то тогава обучавания и инструктора могат да изберат най-подходящия автомобил за обучаемия и след това да започнат

обучението, при което кандидата ще може с по-малко усилия и по-голямо удоволствие и увереност по-бързо да се научи да управлява автомобила.

По принцип практическия изпит се разглежда като сложен цялостен процес на вземане на решение от изпитващия, в резултат на което да бъде поставена оценка, [10]. Затова към изпитващия са поставени изисквания, които описват един кръгов адаптивен процес, който включва:

1. Планиране и структуриране на състоянието на изпита или наблюдението, въз основа на определени стандарти, където е определен маршрута за изпитване;

2. Систематично наблюдение на поведението на изпитвания кандидат по време на управление на МПС;

3. Оценка на поведението на изпитвания кандидат при различните по сложност пътни ситуации;

4. Разработване на предпочитания на оценки и обосновка, при което да се провери взетото решение, което може да изиска включването на нови ситуации за наблюдение;

5. Окончателно вземане на решение и поставяне на оценка от изпита.

Справянето с тези задачи изискват от изпитващия да притежава и демонстрира компетентност. В резултат на което всички кандидати да бъдат оценени правилно по време на изпита.

### **3. Основни причини за нарушаването на правилата за движение по пътищата и участие в ПТП с нови водачи**

Основните причини, които водят до неспазване на правилата за движение от новите водачи могат да бъдат разделени така:

а) Подражаване на опитните водачи, които нарушават правилата или родителите и влиянието на филми, показвани по телевизията и интернет, в които водачите правят нарушения и избягват наказания;

б) Влияние на компанията в автомобила, върху решенията, които пътуват с водача при управление на МПС;

в) Ниските стойности на глобите за съответните нарушения, в сравнение с размера на наказателните точки, наложени при практическите изпити на кандидатите за водачи на МПС от изпитната комисия с председател член на Изпълнителна агенция „Автомобилна администрация“;

г) Недостатъчната подготовка за управление на МПС при различни климатични, метеорологични и пътни условия, както и

недостатъчно правилни действия или забавени реакции при опасни ситуации;

д) Неразпознаване на опасните ситуации по време на управление на МПС;

е) Успокояването след получаването на свидетелството за управление на МПС, понеже няма пробни периоди за доказване и утвърждаване като водач, пред контролните органи и др., както и последващо надграждане и проверка на знанията;

ж) Недостатъчния контрол и възможност за регистриране и наказване на виновните нарушители на пътя, както от страната, така и от чужбина.

Когато новите водачи получат свидетелство за управление на МПС категория „В“ често в началото управляват автомобил с придружител, който е близко лице на водача. Това може да бъде родител, приятел и т.н. В съвременния забързан начин на живот, родителят или опитният придружител, които могат да дадат напътствия на новия водач често са ангажирани и нямат достатъчно време за това, в резултат на което новият водач остава сам и му се налага сам да се справя с управлението на МПС и сам да трупа опит и да се усъвършенства в средата в която живее. Този начин на обучение е характерен за живота в дивата природа и понякога завършва с фатални последици.

В направено изследване във Великобритания на 2018 мъже водачи на МПС на възраст 18 и 28 години е установено, че най-честата причина за превишаване на разрешената скорост за движение на лек автомобил, което е и най-вероятната причина за ПТП, е влиянието на компанията, която се намира в автомобила. Това е установено, като основна причина, която младите водачи ползват за успокоение или оправдание, след като бъдат заловени от контролните органи или камерите за регистриране на нарушения, [11]. Затова се предлага да се обърне внимание на специфичното за възрастта влияние между връстниците, защото при 28 годишните превишаването на скоростта е в съответствие с възприеманото ниво на превишена скорост на техните приятели и тя е близка до тази на водача. При 18 годишните разликата във възприемането на скоростта и реалната опасност е много голяма и това често води до фатални последици.

Когато се разгледат наказателните точки, които получават кандидатите за водачи по време на практически изпит пред изпитната комисия е определено, като особено тежки нарушения, за които се дават 10 наказателни точки и оценка „НЕ“ на изпитвания, следните ситуации, [7]:

- когато изпитваният не изпълни забраняващ сигнал на светофар или указания на регулировчик;

- когато изпитваният навлезе срещу движението на пътен възел или път с еднопосочно движение;

- когато изпитваният не спре при наличието на пътен знак Б2 „Спри! Пропусни движещите се по пътя с предимство“;

- при намеса на комисията в управлението на моторното превозно средство за предотвратяване на действия на изпитвания, които са опасни за другите участници в движението (разпореждане за конкретно действие или насочване на вниманието);

- когато изпитваният създаде предпоставка за допускане на ПТП;

- когато изпитваният превиши максимално допустимата скорост за движение с повече от 10 km/h.

Освен това практическия изпит се прекратява при повторна намеса на комисията, когато действията на кандидата са опасни за другите участници в движението и при допускане на ПТП.

За тези ситуации се прилагат следните наказания според Закона за движение по пътищата (ЗДП), [12]:

а) според чл. 179 с глоба в размер 150 лв. се наказва този, който не спазва предписанието на пътните знаци, пътната маркировка и другите средства за сигнализиране, правилата за предимство, за разминаване, за изпреварване или за заобикаляне, ако от това е създадена непосредствена опасност за движението, както и този, който не осигури път за безпрепятствено преминаване на превозно средство, сигнализиращо със специален звуков и специален светлинен сигнал, или на съпровождащите от него превозни средства;

б) според чл. 179 с глоба в размер 200 лв. се наказва всеки който поради движение с несъобразена скорост, неспазване на дистанция или нарушение причини пътнотранспортно произшествие, ако деянието не съставлява престъпление;

в) според чл. 182 водач, който превиши разрешената максимална скорост в населено място, и извън населено място, се наказва, както следва:

1. за превишаване с 10 km/h - с глоба 20 лв.;

2. за превишаване от 11 до 20 km/h - с глоба 50 лв.;

3. за превишаване от 21 до 30 km/h - с глоба 100 лв.;

г) според чл. 183. с глоба 20 лв. се наказва водач, който:

2. нарушава правилата за разположение на пътно превозно средство върху платното за движение;

3. не спира на пътен знак "Спри! Пропусни движещите се по пътя с предимство!", неправилно се включва в движението, неправилно се престроява или не спазва предимството на друг участник в движението;

д) според чл. 183 с глоба 30 лв. се наказва водач, който навлиза след знак, забраняващ влизането на съответното пътно превозно средство, или се движи в забранената посока на еднопосочен път;

е) според чл. 183 с глоба 100 лв. се наказва водач, който преминава при сигнал на светофара, който не разрешава преминаването, както и не осигурява предимство, когато преминава през пешеходна пътека.

В случая се открояват два основни момента. Първият според ЗДП, че глобите от нарушенията на водачите спрямо наказанията на кандидатите за водачи на МПС по Наредба 38 са несъпоставими и несъразмерни. Наказанията според ЗДП са относително много малки и това може да бъде сериозна предпоставка новите водачи, както и всички останали водачи да не се съобразяват с правилата за движение по пътищата и да правят нарушения, които често биват оценявани с броя и щетите от ПТП. Вторият момент, който се забелязва е свързан с необходимостта да се обърне внимание на нормативната уредба свързана с разглеждания проблем.

#### **4. Повишаване на подготовката на кандидатите за водачи на МПС с прилагането на интерактивни видеоклипове**

Въведеното в Наредба 38 включване на интерактивни видеоклипове при теоретичния изпит е необходимо за по-добра проверка на подготовката на кандидатите за водачи на МПС, понеже се очаква от кандидатите да покажат дали могат да предвиждат опасностите на пътя и около него.

Рискът от попадане в ПТП е най-висок веднага след това придобиване на свидетелството за правоспособност, когато млади хора управляват самостоятелно за първи път. Проучване в Обединеното кралство установи, че един на всеки пет млади водачи съобщават за сблъсък в първите шест месеца след преминаване на изпитите. Литературно проучване, извършено от SWOV в Нидерландия също установява, че рискът от сблъсък е най-висок непосредствено след преминаване на изпитите. Основната цел на обучението и

изпитите трябва да бъде създаване на водачи, които са в безопасност и не само технически компетентни, до момента, в който им бъде разрешено да управляват без надзор. Това включва създаване на начинаещи водачи с подходящо ниво на когнитивни умения и мотиви, ориентирани към безопасността. Основната цел на обучението не трябва да помага на начинаещите само да преминат изпитите си за придобиване на правоспособност. Въз основа на съществуващите изследвания се налага изводът, че изпитите в момента не могат да разграничат точно онези кандидати, които ще бъдат безопасни от кандидатите, които ще бъдат опасни, след като започнат самостоятелно управление, въпреки че остават основното средство за гарантиране, че новите водачи притежават основните компетенции, [13].

Обучението за управление на МПС изисква много практика преди да се достигне експертно ниво. Водачите непрекъснато правят избор, като например колко бързо управляват, дистанцията им от другите МПС и разположението им върху пътя. Тези избори за безопасност са добре развити при опитните водачи. Начинаещите водачи са склонни да подценяват сложността на пътните ситуации и в същото време надценяват нивото на уменията си. След като водачите се обучат и преминат изпита си, те ще придобият основни знания и умения за управление на превозното средство, но ще липсват опитът на пътя, необходим за изграждане на познанията за различни ситуации при управлението. Проучванията показват, че като цяло възприемането на опасност при обучението има положителен ефект върху безопасността на управление. Повечето проучванията показват, че обучението за възприемане на опасност води до засилени способности за възприемане на опасност, както и намален процент на произшествия в последствие.

Целта на интерактивните видеоклипове е да се оценят възможностите на изпитваните в областите на очакване, забелязване и разпознаване на опасностите. Те измерват готовността и способността на изпитвания да забележи и реагира на случващото се на пътя. В случая е важно кандидатът да може да предвижда и следи действията на другите участници в движението, да предвижда опасностите и да реагира правилно на тези опасности, преди да се наложи да предприемете спешни действия, за да ги избегне. Опитните водачи избягват произшествия, като забелязват и реагират на опасностите възможно най-рано (вместо да продължават да се движат и в следствие да се наложи да спират аварийно или да се отклоняват

рязко, което не винаги е възможно). Затова се очаква по този начин обучаемите да развият умения за възприемане на опасностите. Причините за включването на интерактивните видеоклипове са свързани с:

- както младите, така и новите водачи попадат в пътнотранспортно произшествие и то значително по-често от опитните им колеги;

- възможността да се забележат и реагира на опасностите е една от най-големите разлики между младите и новите, от една страна, и квалифицираните и опитни водачи, от друга;

- чрез специфично обучение за възприемане на опасностите, новите и неопитните водачи могат да увеличат уменията си за възприемане на опасностите.

По същество включеното в теоретичния изпит изпълнява две цели:

- гарантира, че всички кандидати са проучили възприятието за опасност;

- изследванията, според обучението в [14, 15] показват, че елементът на възприятието за опасност от теоретичния изпит е помогнал за намаляване на инцидентите през първата година от управлението на МПС.

Уменията за възприемане на опасностите не са важни само когато се стигне до изпита, те са основна част от ежедневното управление след като водачът вече притежава свидетелство за управление. Затова следва да се има в предвид и ситуацията, при която става реалното развитие на опасностите. Този период от време се разглежда като развиваща се опасност. Развиваща се опасност е ситуация, при която може да се наложи на водача да промени скоростта или посоката си, за да избегне опасността. Развиващата опасност се променят с времето и може да започне като ситуация, която не застрашава, но с течение на времето може да се превърне в ситуация, която изисква от водача да предприеме действия, за да избегне евентуално пътнотранспортно произшествие. Развиващата се опасност може да се появи за период от десет секунди или повече.

Обикновено в изпитните въпроси с интерактивни видеоклипове са показани ситуации от реалното движение, които се случват често, [14, 15]. Водачът, по принцип, очаква останалите водачи да спазват правилата за движение, да се движат по пътя и да не застрашават другите участници в движението.

Развиващата се опасност обикновено се променя по начин, който е предвидим. Някои събития, разбира се, са непредсказуеми и не се очаква водачите да могат да предсказват всички опасности. Повечето опасности обаче са предвидими. Очаква се водачите да следят и да

забелязват признаци за ранно предупреждение, че се развива предсказуема опасност.

По време на видеоклипа се очаква кандидатите да покажат, че са забелязали някакви ранни предупредителни признаци, забелязали са нещо, което може да се превърне в опасност, която може да изискват действие, когато:

- има деца/пешеходци закрити от превозни средства, които е много вероятно да се появят на платното за движение пред автомобила на изпитвания;

- спрял е на спирка автобус и има пътници и пешеходци, които могат за пресекат платното за движение пред или зад автобуса;

- велосипедист, който се движи на платното за движение вдясно до автомобила на изпитвания и при завиване надясно не се вижда в огледалото;

- оценка на страничното разстояние до двуколесните превозни средства при изпреварване, разминаване;

- разположението на товарен автомобил на пътя при завиване надясно;

- преминаване в лентата за насрещно движение, когато трябва да се заобиколи препятствие;

- при движение по път, където разминаването е невъзможно (спрели автомобили от двете страни) – спиране в свободно пространство за пропускане на насрещно движещите се превозни средства;

- опасностите при изпреварване - водач който изпреварва автомобила на изпитвания, но има приближаващ се автомобил в насрещното движение (следва да се осигури възможност изпреварването да завърши);

- при хлъзгав път – да се предвиди, че автомобилът на водача от насрещното движение може да занесе и да навлезе в насрещната лента, срещу автомобила на изпитвания;

- да се оцени правилно скоростта при намалена видимост;

- как да се постъпи правилно (в зависимост от ситуацията), когато изпитвания се движи с допустимата за пътя скорост, но автомобилът зад него го притиска да се премести за да го изпревари и присветва с фаровете;

- когато на кръстовище извън населено място, автомобил прави десен завой и може да навлезе в лентата за насрещно движение, където се движи изпитвания;

- как да се действа при приближаване към задръстване на автомагистрала;

- как да се постъпи, когато изпитвания се движи по автомагистрала и срещу него се появи автомобил в насрещно движение.

Такива видеоклипове е прието да има включени и в теоретичните изпити за кандидатите за придобиване на правоспособност за управление на МПС в Р. България. Могат да бъдат въпроси, които вместо статични изображения на ситуацията, да съдържат интерактивни видеоклипове, които изпитвания може да гледа няколко пъти преди да започне да решава и след това когато е готов или изтекат свободните гледания, които могат да бъдат ограничени до 3 гледания да отбележи в празни квадратчета, както сега се попълват другите отговори на тестовете, кое е вярно.

В Русенския университет има опит с такива видеоклипове, понеже има подготвени по определени теми за изследователски цели и работи в тази насока. Резултати от тях предстои да бъдат обработени, анализирани и публикувани.

### 5. Заключение

Направен е анализ на най-вероятните причини, които влияят на новите водачи да не спазват правилата за движение по пътищата, в резултат на което често участват в пътно-транспортни произшествия с пострадали и убити. Установено е, че най-силно влияние може да оказат пътниците в автомобила, ниските стойности на глобите при нарушение по ЗДП, които са несъразмерни с наказанията налагани на кандидатите за водачи на МПС по Наредба 38 и нивото на подготовка на новите водачи.

За повишаване на подготовката на кандидатите за водачи на МПС категория „В“, на база на опита на някои държави, като Великобритания и Германия, в Р. България от през 2022 г. е предвидено при теоретичните изпити да се включат интерактивни видеоклипове, които да покажат каква е подготовката за разпознаване и реакция при рискови ситуации и развиваща се опасност. В резултат на тези изпити се очаква да се повиши подготовката на новите водачи и намали броят на ПТП с тяхно участие.

### 6. Благодарности

This work shows results of research under Project 2022-FT-01 supported by the fund “Scientific Research” of the University of Ruse.

### 7. Литература

1. Министерство на образованието и науката. Секторна стратегия за безопасност на движението по пътищата (2021 – 2030). София, 2020, стр.46
2. Webpage of Eurostat. [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tran\\_sf\\_roadve/settings\\_1/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tran_sf_roadve/settings_1/table?lang=en)
3. Европейски съюз. Най-добри практики в безопасността на движението по

пътищата. Наръчник за мерки на национално равнище. Люксембург, 2010, стр.66, SBN 978-92-79-15251-1

4. Страница на ДАБД. <https://www.sars.gov.bg/%d0%b0%d0%bd%d0%b0%d0%bb%d0%b8%d0%b7-%d0%bd%d0%b0-%d1%82%d0%b5%d0%b6%d0%ba%d0%b8%d1%82%d0%b5-%d0%bf%d1%8a%d1%82%d0%bd%d0%be%d1%82%d1%80%d0%b0%d0%bd%d1%81%d0%bf%d0%be%d1%80%d1%82%d0%bd%d0%b8-%d0%bf/>
5. Пенчева В., Асенов А. Политики в областта на безопасността на автомобилното движение и обучение на кандидати за водачи на МПС. Русе. Издателски център на Русенски университет „А. Кънчев“. 2019. стр. 260, ISBN 978-954-712-761-6
6. МОН. Учебна документация за обучение на кандидатите за придобиване на правоспособност за управление на моторни превозни средства от категориите АМ, А1, А2, А, В1, В, ВЕ, С1, С1Е, С, СЕ, D1, D1Е, D, DE, Ткт, Ттм утвърдена със Заповед №РД09-1081/24.08.2007 г., изм. и доп. Заповед № РД09-2900/15.11.2019 г.
7. МТС. Наредба № 37 от 2.08.2002 г. за условията и реда за обучение на кандидатите за придобиване на правоспособност за управление на моторно превозно средство и условията и реда за издаване на разрешение за тяхното обучение, обн., ДВ, бр. 82 от 27.08.2002 г., доп., бр. 55 от 12.07.2019 г., в сила от 12.07.2019 г.
8. МТС. Наредба № 38 от 16.04.2004 г. за условията и реда за провеждането на изпитите на кандидати за придобиване на правоспособност за управление на моторно превозно средство и реда за провеждане на проверочните изпити Издадена от министъра на транспорта и съобщенията, обн., ДВ, бр. 42 от 21.05.2004 г., изм. и доп., бр. 30 от 13.04.2021 г., в сила от 14.05.2021 г.
9. Страница на автоинструктор. <http://avtoinstruktor.bg/avtoshkoli/plovdiv>
10. Roads & Maritime. Hazard Perception handbook. 2017, P. 90, ISBN 978-1-921474-11-8
11. Møller M., Haustein S. Peer influence on speeding behaviour among male drivers aged 18 and 28. Accident Analysis and Prevention 64. 2014, p. 92–99

12. МТС. Закон за движението по пътищата. В сила от 01.09.1999 г. изм. ДВ. бр.84 от 8 Октомври 2021г.
13. Biedinger, J., Böhne A. and others. Optimisation of the Practical Driving Test. Methodical foundations and possibilities for further development. TUV,DEKRA, 1st edition, Dresden, Germany. 2008, стр.222
14. European Transport Safety Council. Reducing road deaths among young people (PIN Flash 41), 2021. <https://etsc.eu/reducing-road-deaths-among-young-people-pin-flash-41/>
15. Driver and Vehicles Standards Agency. The Official DVSA Complete Learner Driver Pack (book edition), e-book. UK, 2021

# СЪЗДАВАНЕ НА ЗЕЛЕНА ВЕРИГА ЗА ДОСТАВКА НА ПРАТКИ

ВАЛЕРИ ГАМОЗОВ, ДИМИТЪР ЕСКИДАРОВ

*Русенски университет „Ангел Кънчев”, Русенски университет “Ангел Кънчев”*  
[valerigeorgiev48@gmail.com](mailto:valerigeorgiev48@gmail.com) ; [deskidarov@uni-ruse.bg](mailto:deskidarov@uni-ruse.bg)

**Резюме:** В този доклад е представена зелена логистична верига за доставка на пратки градовете. Тя е създадена с цел намаляване или премахване изцяло на използването на лекотоварни автомобили в централната градска част. По този начин се цели както намаляването на замърсяването в градовете, така и на разходите на фирмата за доставката. Това се постига със заместването на използвания лекотоварен автомобил с електрически велосипед, което намалява разходите за паркинг, гориво и амортизации, а в случай на въведена ниско емисионна зона – таксите за навлизане в нея. Описаната в настоящия доклад логистична верига може да бъде незабавно приложена при определени условия. Предложената верига може да се въведе като междинна мярка докато автопарка се обнови с нови и по-екологични превозни средства.

**Ключови думи:** зелена логистична верига, доставка на пратки, куриерска фирма, зелени зони, нулеви емисии, иновативни методи

## ESTABLISHMENT OF A GREEN CHAIN FOR THE DELIVERY OF SMALL PARCELS

VALERI GAMOZOV, DIMITAR ESKIDAROV

*University of Ruse “Angel Kanchev”, University of Ruse “Angel Kanchev”*  
[valerigeorgiev48@gmail.com](mailto:valerigeorgiev48@gmail.com) ; [deskidarov@uni-ruse.bg](mailto:deskidarov@uni-ruse.bg)

**Abstract:** This report presents a green logistics chain for delivering packages to cities. It was created to reduce or eliminate the use of commercial vans in the central part of the city. This aims to reduce both urban pollution and the company's delivery costs. This is achieved by replacing the used commercial van with an electric bicycle, which reduces the costs of parking, fuel and depreciation of the van, and in the case of a low emission zone - fees for entering it. The logistics chain described in this report can be implemented immediately in certain conditions.

**Key words:** green logistics chain, shipment delivery, courier company, green zones, zero emissions, innovative methods

### 1. Въведение

Съвременните градове имат голям въглероден отпечатък (замърсяване от въглеродни емисии и дисперсни частици) но също така високите нива на шумово замърсяване не бива да бъдат пренебрегнати. [1, 2, 3, 4] За да ограничат тези замърсявания, управляващите органи на градовете започват да въвеждат зелени зони, ограничаващи навлизането на превозни средства не отговарящи на определени екологични стандарти, също така паркирането и престоя на автомобили в централните части на градовете са с ограничено време за престой и паркиране.[5] Много често тези ограничения са съпроводени и с допълнителна финансова тежест за

навлизащите автомобили в централна градска част, което включва различни по големина такси за престой и паркиране в централната част. В допълнение тези централни зони обикновено има и ограничени на брой и вид паркоместа [6], което създава трудности при организирането на доставка на пратки.

Експлоатирането на автопарк от товарни автомобили за осигуряването на съществуващата верига за доставка на пратки също създава трудности, но от друг характер. Автомобилите задвижвани от двигател с вътрешно горене изискват редовното провеждане на множество дейности по поддържането им, като за това са нужни сервиси, резервни части, консумативи, които са



с висока стойност и повишават себестойността на услугата. [7, 8, 9, 10]

Модела на определяне на себестойността на продукта се изразява по средния начин:

$$V = c_f + c_a + c_l + c_m + c_p + r_t + tax + c_{tr} \quad (1)$$

където  $c_f$  са разходите за гориво,  $c_a$  – разходите за амортизация на превозните средства,  $c_l$  – разходи за труд,  $c_m$  – разходите за поддръжка на превозните средства,  $c_p$  – разходи за опаковка на пратките,  $r_t$  – пътни такси,  $tax$  – данъци,  $c_{tr}$  – разходи за лиценз и търговска марка.

Използването на превозни средства отговарящи на висок екологичен стандарт или използването на електрически такъв също не винаги е възможно поради високата им стойност и съществуваща нужда от използване на паркомясто.[11]

Тези ограничения могат да бъдат „заобиколени“ чрез създаване на зелена верига за доставка на пратки.

## 2. Логистична верига на куриерска фирма.

В настоящия доклад е разгледана верига за доставка на пратки от фирма оперираща на територията на гр. Сливен.

Фирмата извършва доставка на пратките както до офисната мрежа на фирмата в града така и до адрес посочен от клиента. Тази дейност се осъществява, двупосочно. Фирмата

извършва приемо-предаване на пратките от адрес посочен от клиента и от някой от офисите в офисната мрежа.

Работещата логистична верига за доставка на пратки на една от водещите куриерска компания има следния вид:

- Начални/Краини звена – в тези звена се предава товара от товародателя на превозвача (логистичната верига) и превозвача предава товара на товарополучателя.

- Събирателни/разпределящи звена – в тях се извършва консолидация на пратките във уедрени товарни единици за по-лесното им превозване и се организират за разпределяне към останалите междинни и крайни звена във веригата.

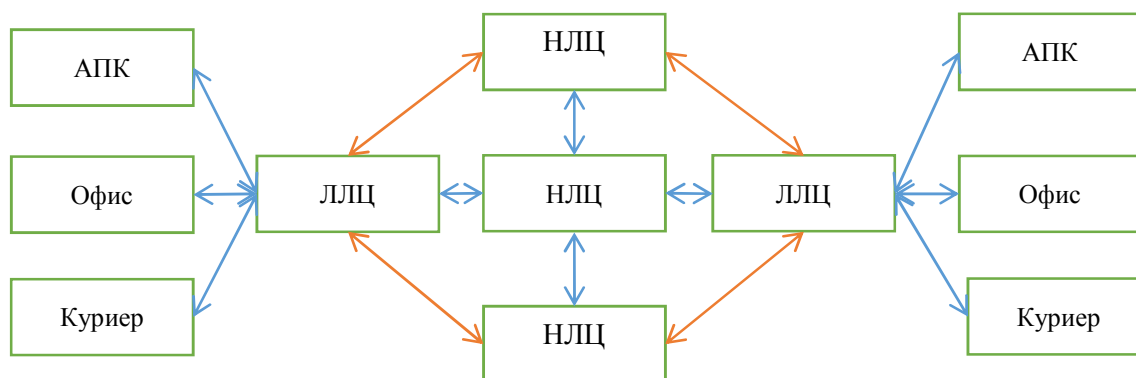
- Транспортно звено – това звено реално осъществява транспорта на товарите между предходните два вида звена.

Логистичната верига на куриерска фирма може да има много на брой начални и крайни звена както и събирателно-разпределящи звена. Тяхното разположение се прави на база определени критерии:

- Събирателни/разпределящи - тяхното местоположение се определя на база броя и големината на обслужващите начални/крайни звена. Тези центрове много често имат йерархична функция.

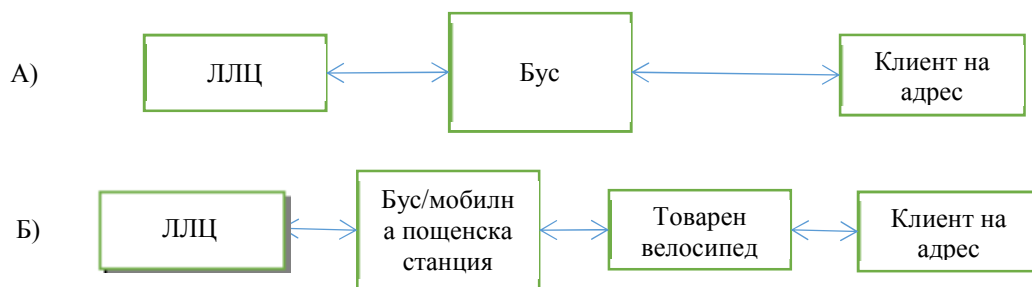
- Начални/крайни звена – тяхното местоположение се определя на база броя на потребителите и други ограничения.

В изследваната куриерска фирма логистичната верига има следния вид от фиг. 1



**Фиг. 1.** Актуална основна логистична верига за доставка на пратки

ЛЛЦ – локален логистичен център, НЛЦ – национален логистичен център, АПК – автоматична пощенска кутия, Офис – офис за работа с клиенти на куриерската фирма, Куриер – лице обслужващо пратки от и до адрес



**Фиг. 2.** Верига за доставка на пратки звено до адрес на клиента  
 А) Актуална верига, Б) Зеленаверига

Сините връзки от фиг. 1 са основни връзки, докато червените се използват при повишен обем от пратки в дадени компании (при повишено изпращане по празници, събития).

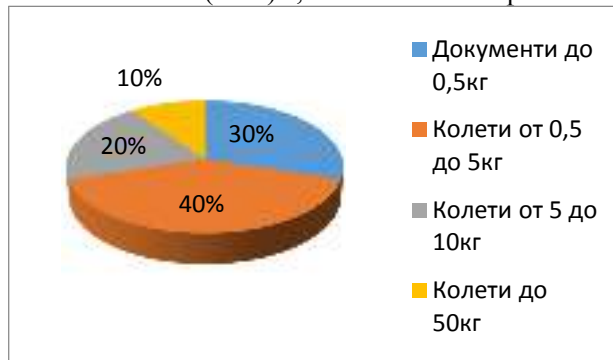
Логистичната верига на куриерската фирма има вида на не централизирана мрежа, подобна на структурата на интернет, тоест възможна е директната комуникация между отделните звена в логистичната верига. Това е направено с цел да се вземат по-бързо управленски решения за пренасочване на товарните потоци, като приоритета при вземане на решенията е, решението да се вземе максимално бързо и то да бъде ефективно. Тази организация дава и голяма гъвкавост и способност на логистичната мрежа да се приспособява много бързо към променящите се условия на работа.

Логистичната верига за доставка на пратки до/от адрес посочен от клиента има вида от фиг.2.

Разликата с основната логистична верига е че куриера разнася пратките ги натоварва от ЛЛЦ. Той ги разнася в определен регион който му е зачислен от фирмата. Съответно по какъв маршрут ще се доставят пратките, се определя от куриера. С какво превозно средство ще се осъществи разнасянето зависи от инфраструктурата в зачислената му зона, количеството, обема и теглото на пратките. В централната градска част на градовете се предпочитат лекотоварни автомобили с малки габаритни размери и висока маневреност поради трудността от намирането на свободни парко места.

Основно пратките доставени в централните райони представляват документи и

малки колети (70%), показано на фиг. 2 в



**Фиг.2** Разпределение на пратките по вид доставяни на адрес на клиента

Както бе описано във въведението използването на тази схема след въвеждането на зелени екологични зони ще затрудни изпълнението на актуалната логистична верига като също ще оскъпи и стойността на транспортната услуга. С цел да се избегне това се предлага тази верига да бъде модифицирана по следният начин. Куриера натоварва пратките за посочената за него зона в лекотоварен автомобил, заедно с велосипед за пренос на товари. Този велосипед трябва да отговаря на следните изисквания:

- да бъде оборудван със заключваща се товарна платформа

- да бъде снабден със устройство заключващо/обездвижващо велосипеда

- товарната платформа да бъде снабдена със сигнално звукова система против кражба и неоторизиран достъп до съдържанието на товарния отсек.

Този велосипед може да бъде снабден и с допълнително електрическо устройство подпомагащо куриера при изкачване на наклони (фиг. 3). Пример и техническа спецификация на специализиран товарен велосипед за доставка на пратки.



Фиг. 3. Общ вид на товарен велосипед

Техническа спецификация на товарен електрически велосипед Urban Arrow Family Performance Plus E-колело товарен велосипед, модел 2022 е дадена в следната таблица

Таблица 1.

Максимална обща маса 250кг	Собствена маса 50кг	Максимално тегло на водача 125кг
Дължина 260см.	Широчина 70см	Височина 110см
Двигател Bosch Performance Line Gen 3, 250W - max. 65Nm	Батерия Bosch Powerpack frame 500Wh	

Въпросният лекотоварен автомобил, ако не отговаря на изискванията на въведената екологична зона, се паркира на нейната граница, като се използва за мобилна пощенска станция, която се използва от куриера при доставката на пратките. В случай, че лекотоварния автомобил е с електрическо задвижване, той може да влезе в екологичната зона и да паркира на подходящо място в нея.

В случай, че броят на пратките е твърде голям е възможно куриера да извърши доставките на няколко курса. Маршрутите по които ще се извършва разнасянето, могат да се планират от куриера, но е желателно да се извърши допълнително изследване целящо анализиране и оптимизиране на най-добрия маршрут, тъй като куриера може да допусне грешка при създаването на маршрут. Също може да пропусне адрес или да използва най-неоптималния маршрут за извършване на доставката, като така ще забави цялата логистична верига.

По актуалната логистична верига, среднодневния пробег на товарния автомобил, чрез който се доставят пратките в централната

градска част, варира между 60 и 80km. Това за един месец отговаря на (24 работни дни) прави между 1440 и 1920 km. на месец. В случая със зелената логистична верига, товарния автомобил ще изминава между 12 и 30 km. за ден. Разстоянието от 12 km. представлява дистанцията от ЛЛЦ, където се разпределят пратките, до централната градска част на гр. Сливен. В този случай товарния автомобил ще изминава между 288 и 720 km. Това е около 2,66 пъти по-малък месечния пробег. Очаква се с толкова да намалее и разходите за горива и поддръжка.

След изследване, може да се създаде софтуерен продукт калкулиращ маршрутите вместо куриера, да проследява обхождането на всички записани в системата адреси както при разнасяне така и при събиране на пратките.

Както в актуалната верига така и в предлаганата при протичане на процеса на разносна пратките, в куриерската фирма постъпват и се обработват заявки за вземане на пратки от адрес на клиента. Те биват записвани и въвеждани чрез софтуер и същите са достъпни за куриера през неговото мобилно устройство. Той започва събирането на заявките осъществявайки събирателен маршрут. Тук е важно да се отбележи че съществуват два варианта :

Събирането и разнасянето до адрес посочен от клиента може да се осъществява заедно (**успоредно**) или по отделно (**последователно**). За различните конкретни случаи, кой от тези два варианта е по-приложим, може да бъде доказано чрез провеждането на съответните изследвания, на експлоатационните условия при които ще се осъществява тази нова логистична верига би показало техническите изисквания към електрическия бус както и вида и техническите характеристики на подходящия товарен велосипед.

### 3. Заключение

Въвеждането на рестрикции за навлизане на превозни средства, с определени екологични показатели, в централните зони на градовете става все по-популярна мярка за борба със замърсяването на околната среда.

Актуалната логистична верига използвана от куриерската фирма е уязвима към въвеждането на ограничения за навлизане в централната градска част на градовете, поради не използването на автопарк отговарящ на най-новите екологични изисквания и високата стойност на новите превозни средства.

Предложената верига може да се въведе като междинна мярка докато автопарка се обнови с нови и по-екологични превозни средства.

В централната градска част се доставят основно документи и малки колети до 5кг с размери 40-30-20см.

Описаната в настоящия доклад логистична верига може да бъде незабавно приложена без особени трудности като междинна мярка за справяне с нововъведените ограничения за навлизане в централна градска част. При доказване на предимствата на това предложение то тази верига може да се запази и като постоянна такава, с цел удължаване експлоатационния живот на актуалния автомобилен парк при запазване на качеството на туристката услуга.

След въвеждане зелената логистична верига се очаква ежедневиият пробег на товарния автомобил обслужващ централната градска част на гр. Сливен да намалее около 2,66 пъти, както и със същата стойност да намалят разходите за гориво и поддържането му. От направената икономия може да се финансира закупуването на електрически, товарен велосипед.

В настоящия доклад са посочени и провеждането на възможни допълнителни изследване за установяване и отстраняване на слабостите на актуалната и предложената логистични вериги.

Предложената зелена логистична верига е приложима предимно в дните без валежи и висока температура и след подобряване на велосипедната инфраструктура в гр. Сливен.

Докладът отразява резултатите от работата по проект №2022-ФТ-01, финансиран от Фонд научни изследвания на Русенския университет.

The report reflects the results of the work on project №2022-FT-01, funded by the Research Fund of the University of Ruse.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Lin, J. C., Mitchell, L., Crosman, E., Mendoza, D. L., Buchert, M., Bares, R., Fasoli, B., Bowling, D. R., Pataki, D., Catharine, D., Strong, C., Gurney, K. R., Patarasuk, R., Baasandorj, M., Jacques, A., Hoch, S., Horel, J., & Ehleringer, J. (2018). CO<sub>2</sub> and Carbon Emissions from Cities: Linkage to Air Quality, Socioeconomic Activity, and Stakeholders in the Salt Lake City Urban Area, *Bulletin of the*

*American Meteorological Society*, 99(11), 2325-2339. Retrieved Apr 12, 2022, from <https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/99/11/bams-d-17-0037.1.xml>.

2. Akimoto, H., 2003: Global air quality and pollution. *Science*, 302, 1716–1719, <https://doi.org/10.1126/science.1092666>.
3. Andres, R. J., and Coauthors, 2012: A synthesis of carbon dioxide emissions from fossil-fuel combustion. *Biogeosciences*, 9, 1845–1871, <https://doi.org/10.5194/bg-9-1845-2012>.
4. Bares, R., and Coauthors, 2018: The winter time covariation of CO<sub>2</sub> and criteria pollutant in an urban valley of the Western United States. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 123, 2684–2703, <https://doi.org/10.1002/2017JD027917>
5. Интерактивна карта с въведените в европейските градове екологични ограничения за превозни средства - <https://urbanaccessregulations.eu/countries-mainmenu-147>
6. Childs, M. C., *Parking spaces: a design, implementation, and use manual for architects, Planners, and engineers*, 1999, ISBN: 0070121079
7. Милчев М., Н. Колев, Е. Савев, Examin the changing condition of the fleet of vehicles, *Ecologicavol.* 63, pp. 403-406, ISBN:0354-3285
8. Милчев М., Н. Колев. Относно изменението на техническото състояние на автопарк от лекотоварни автомобили. В: *Научни трудове ТОМ 51, серия 4 2012, Русе 2012, ISSN 1311-3321*
9. Милчев М., Н. Колев, И. Дудушки. RESEARCH OF MODEL FOR MAINTAIN VEHICLES. IN: *Международна, младежка турско-българска, международна, научна конференция - "Технологии и иновационни решения 2011"*, Тракийски университет гр. Одрин, Турция, 2011 ISBN 978-954-337-163-1
10. Грозев Д., И. Белоев, Г. Христов, А. Асенов, Д. Топчу, М. Милчев. Оптимизиране на транспортните разходи за доставка на малки пратки в условията на средно голям град. В: *Научни трудове на Русенския университет „Ангел Кънчев”, том 54, Русе, 2015, ISBN 1311-3321.*
11. [https://www.hibike.bg/urban-arrow-family-performance-plus-e-kolelo-tovaren-velosiped-b-lo-model-2022-p7484add2b84aed93eda85c7d856803ab#var\\_1859000](https://www.hibike.bg/urban-arrow-family-performance-plus-e-kolelo-tovaren-velosiped-b-lo-model-2022-p7484add2b84aed93eda85c7d856803ab#var_1859000)

# РЕЛЕВАНТНОСТ НА СЪДЪРЖАНИЕТО НА УЧЕБНАТА ДОКУМЕНТАЦИЯ ЗА ПОДГОТОВКА НА ВОДАЧИ ОТ КАТЕГОРИЯ „В” НА ДЪРЖАВНИТЕ ДОКУМЕНТИ, РЕГЛАМЕНТИРАЩИ ТОВА ОБУЧЕНИЕ

НИКОЛАЙ ПАУНОВ

Русенски университет „Ангел Кънчев“,  
E-mail: [npaunov@uni-ruse.bg](mailto:npaunov@uni-ruse.bg), тел. +359 82 888 605

**Резюме:** В това изследване е анализирано съдържанието на учебната документация за обучение на водачи от категория „В” в три посоки:

Първа. До колко съдържанието на тази документация е в съответствие с изискванията към подготовката на нови водачи от категория „В”, записани в държавните документи от 2011 и 2021 година.

Втора. Дали в съдържанието на учебната документация присъстват, пълно или частично, елементи от системите: GDE matrix (1), Hermes, ICARUS (2), Йерархичният модел на обучение (3), Cool for drives, т.е. има ли значение бъдещите водачи какво точно учат и как го учат.

Трета. Съдържание на учебната документация релевантно ли е на изискванията на държавните документи по безопасност на движението.

**Ключови думи:** Кандидат-водач, GDE matrix, Категория „В”

## RELEVANCE OF THE CONTENT OF THE TRAINING DOCUMENTATION FOR PREPARATION OF DRIVERS OF CATEGORY "B" OF THE STATE DOCUMENTS REGULATING THIS TRAINING

NIKOLAY PAUNOV

University of Ruse "Angel Kanchev"  
E-mail: [npaunov@uni-ruse.bg](mailto:npaunov@uni-ruse.bg), tel. +359 82 888 605

**Abstract:** In this study, was analyzed the content of the training documentation for training of drivers of category "B" in three directions:

First. To what extent the content of this documentation is in accordance with the requirements for the training of new drivers of category "B", recorded in the state documents of 2011 and 2021.

The second. Whether the content of the training documentation contains, in whole or in part, elements of the systems: GDE matrix (1), Hermes, ICARUS (2), the Hierarchical model of training (3), Cool for drives, ie. does it matter what future leaders learn and how they learn it.

Third. Is the content of the educational documentation relevant to the requirements of the state documents on traffic.

**Key words:** Candidate Leader, GDE matrix, Category B

### 1. Въведение

Подготовката на нови водачи от категория „В” е на вниманието на всички

държави от Европейския съюз (ЕС). От качеството на тази подготовка зависи намаляването на пътно-транспортните

произшествия (ПТП) с тези водачи. По тази причина в много страни от ЕС се работи за подобряване на учебното съдържание за подготовката на кандидатите за водачи от категория „В”, включително и в България.

Подобряване на учебното съдържание е предвидено да става на основа изискванията на националните документи за подобряване на безопасността на движение по пътищата. Такива са стратегиите на Министерски съвет за времето от 2011 до 2020г. и за периода 2021-2030г.

Отделно от това Министерството на образованието и науката също има разработени стратегии за подобряване на учебната документация за подготовка на водачи от категория „В”, на основа на националните стратегии на Министерски съвет за същия период от време.

В този материал е изследван въпроса как и до колко идеите в държавните документи намират място в учебните програми, включително и поради факта, че учебната документация се разработва от Министерство на образованието и науката (МОН), а контрола на обучението е от Изпълнителна агенция „Автомобилна администрация” (ИААА) към Министерството на транспорта и съобщенията.

## **2. Изложение**

Обект на изследване са държавните документи, регламентиращи подготовката на водачи от категория „В”.

Предмет на изследване е учебната документация за обучение на водачи от категория „В” и факта доколко в нея са реализирани мерките, посочени в държавната документация, както и присъствието в нея на системите или частите от тях: GDE matrix, Hermes, ICARUS, йерархичен модел на обучението и Cool for drives.

### **2.1. Държавните документи, регламентиращи подготовката на водачи от категория „В” са:**

А. Решение № 946/22.12.2011г., на Министерският съвет за приемане на Национална стратегия за подобряване безопасността на движението по пътищата на Република България за периода 2011-2020г. [2]

Точка 5.2.5. (с.15) на стратегията са записани няколко изисквания към подготовката на новите водачи, а именно:

- Разработване на стратегия за усъвършенстване на системата за обучение и подготовка на кандидатите за водачи въз основа на най – добрите практики и директиви на Европейския съюз. (БМ - НП)

- Усъвършенстване на системите от програми за обучение на кандидатите за водачи и поетапно придобиване на пълни права за управление на моторни превозни средства. (БМ - НП)

- Усъвършенстване и обективизация на процеса за провеждане на теоретичен и практически изпит. (БМ - НП)

- Формиране на умения за оценка и избягване на рисковете и движение с неагресивно управление на автомобил. (БМ - НП)

- Създаване на система за повишаване на знанията и уменията на новите водачи след получаване на свидетелство за правоспособност. (БМ - НП)

- Създаване на система от критерии за оценка на качеството на подготовка на новите водачи. (БМ - НП)

- Усъвършенстване на системата за обучение на преподавателите, обучаващи нови водачи. (БМ - НП)

Б. Стратегията на Министерството на образованието и науката за безопасност на движението по пътищата за периода 2011-2020г. (Заповед № РД 09-266/07.03.2013г.) изисква: [3]

- Усъвършенстване на учебната документация, утвърждавана от МОН, за обучение на водачи в съответствие с най – добрите европейски практики, като:

- Управление с придружител;

- Поетапно придобиване на пълни права за управление на МПС;

- Повишаване на знанията и уменията за управление при сложни условия и критични ситуации на пътя. (БМ - НП)

В. Национална стратегия по Безопасност на движението по пътищата за времето от 2021 до 2030 година, приета с Решение № 775/2020г. на Министерски съвет. [4]

Целта на стратегията е „Визия 0”, т.е. към 2050г. броят на убитите и ранените на пътя да е близо до нула.

В подготовката на водачи стратегията поставя следните задачи:

- Подготовка на образовани, обучени и информирани водачи, притежаващи квалификация и отговорност за безопасно управление на пътни превозни средства. (БМ - НП)

- Усъвършенстване на обучението на кандидат водачите в системата за придобиване на правоспособност, в т.н. центрове за подготовка, както и методиката за полагане на

изпити, за медицински и психологически изследвания. (БМ - НП)

Г. Секторна стратегия за безопасност на движението по пътищата, за времето от 2021 до 2030 година (Заповед № РД-528/02.03.2021г. на МОН). [5]

- В нея е поставено изискването за подобряване методиката за провеждане на теоретичните и практическите изпити, в т.ч. и във фазата на подготовка и обучение на кандидат-водачите. (БМ - НП)

Темата на настоящата разработка е актуална не само поради цитираните държавни документи, но и поради факта, че голямата част от пътно транспортните произшествия (ТПП) са станали и стават по вина на нови водачи, а системата за подготовка на водачи у нас не е достатъчно адекватна на изискванията на 21 век и значително изостава от тази във водещите страни в Европейския съюз, САЩ, Канада и др.

Данните от анализа на МВР за тежките пътнотранспортни произшествия (ТПТП) през 2019г. на водачи със стаж до 2г. са много тревожни: [6]

**Таблица 1. ТПТП с водачи със стаж до 2 години.**

Общ брой водачи	Брой ТПТП	% от всички ТПТП
657	642	11,25

**Таблица 2. ТПТП със загинали водачи със стаж до 2 години.**

Общо загинали водачи при ТПТП	От тях водачи със стаж до 2г.	% от всички загинали при ТПТП
463	52	11,11

**Таблица 3. ТПТП с ранени водачи със стаж до 2 години.**

Общо ранени водачи при ТПТП	От тях водачи със стаж до 2г.	% от всички ранени при ТПТП
7121	897	12,6

Средна възраст на участниците в тежки ТПТП водачи е 21,3 години.

Европейският съюз непрекъснато се стреми да подобри подготовката на новите водачи от категория „В“, чрез изместване фокуса на тяхното обучение от управление на автомобила и ориентиране в пътната среда към

начините за разпознаване и избягване на опасностите на пътя, както и към оценка на личностните качества на кандидатите за водачи.

В тази насока, още от 1996г. беше разработен Йерархичният модел за подготовка на водачи. [7]

През 2002г. беше създаден модела GDE matrix с 4 нива, присъстващи в обучение на водачите. Следваха системите: Хермес (Hermes), Икарус (ICARUS-inter cultural Approaches for Road Users Safety) и Близко до ... (Close to ...).

По проекта „Хермес“ бяха издадени материали за учителите от гледна точка за намаляване на ТПТП.

Проектът „Икарус“ завърши с издаване на ръководство по пътна безопасност за нови водачи. В този проект участва и Република България, като над 100 ръководства бяха преведени и изпратени от МОН до професионални гимназии, обучаващи ученици за водачи. [8]

В материалите от проекта „Близко до ...“ кандидатите за водачи се запознават с ТПТП и се оказва, че това ги е накарало по-рядко да управляват рисково и безразсъдно.

**2.2. Учебната документация за обучение на водачи от категория „В“ съдържа: [9]**

А. Стандарт за обучение на кандидатите за придобиване на правоспособност за управление на моторно превозно средство от категория „В“ (19 с.), разработен от МОН през 2012г.

Б. Учебен план за обучение на кандидатите за придобиване на правоспособност за управление на моторно превозно средство от категория „В“ (2 с.), разработен от МОН през 2012г.

В. Модул В/ТО-1. Теоретично обучение „Безопасност на движение по пътищата“ (9 с.) 2012г.

- Модул В/ТО-2. Теоретично обучение „Общо устройство на МПС“ (5 с.) 2012г.

- Модул В/ПО. Практическо обучение „Управление на МПС“ (10 с.) 2012г.

Г. Заповед № РД 09-2900/15.11.2019г. на МОН за изменение и допълнение на учебната документация.

А. Стандартът за обучение на кандидатите за придобиване на правоспособност за управление на моторно превозно средство от категория „В“ има 11 раздела, които обхващат цялата организация, провеждане и завършване на обучението на

кандидат-водачите. Няколко неща правят впечатление в този стандарт:

Първото. Твърдата възраст от 18г. на кандидатите за водачи за започване на тяхното обучение. В някои страни от ЕС има по-ниска възрастова граница (15-16г.)

Второто. Задължителните не-повече от 2 часа управление на автомобил. След придобиване на правоспособност обучаемия, много често управлява автомобил повече от 2 часа. Това е натоваване, за което той не е бил подготвен по време на обучението си и може да доведе до ПТП.

Трето. В стандарта липсва принципа за постепенно получаване от обучаемия на пълно право за управление на автомобил.

Четвърто. Въобще не се споменават някои от новите системи за обучение на водачи от категория „В”, разработени до този момент, както и управление с придружител.

В стандарта не може да бъдат открити изискванията, записани в стратегията на Министерски съвет от 2011г. Стратегията на Министерски съвет 2021-2030г. и Секторната стратегия на МОН за същия период са в момент на реализация и е рано да се прави анализ на тяхното изпълнение.

Б. Учебен план за обучение на кандидатите за придобиване на правоспособност за управление на моторно превозно средство от категория „В”.

В раздел I Разпределение на учебното време е записан общият хорариум за курса за обучение.

**Таблица 4. Разпределение на учебните часове по задължителни модули.**

Код и име на модула	Хорариум	
	А	Б
1. ТО-1 „Безопасност на движение по пътищата”	36	24
2. ТО-2 „Общо устройство на МПС”	4	2
3. ПО „Управление на МПС”	31	42
Общо:	71	68

Хорариумът от колона А е променен в колона Б със Заповед № РД 09-2900/15.11.2019г. на МОН.

**Таблица 5. Общ брой часове за обучение на водачи от кат. „В” в други страни от Европа.**

Страна	Теорет. обучение	Практ. обучение	Общ брой
--------	------------------	-----------------	----------

	часове	часове	часове
България	26	42	68
Латвия	54	12	66
Германия	24	36	60

По учебен план в България има най - голям брой часове за обучението на водачи от всички страни в Европа и в същото време страната има най – тежка пътна обстановка с нови водачи от категория „В”.

В учебният план също не се говори за новите системи за обучение на водачи. Липсват указания как да се редуцира учебното съдържание от модули В/ТО-1 и В/ТО-2 поради намаленото учебно време за тях.

В. Модул В/ТО-1 „Безопасност на движението по пътищата”

В модула са записани пет основни цели на ниво знания:

1. Видове пътища, превозни средства и участници в движението.
2. Регулиране на движението по пътищата.
3. Правила за движение на пешеходците
4. Фактори, влияещи върху поведението на водачите.
5. Задължения и отговорности на водачите.

Към всяка цел има подцели, общо 29, като най – много са към цел три -10 и най – малко към цел пет -3. Общо 29 подцели, които трябва да се изпълнят в 24 учебни часа?!? Това е много трудно за един преподавател. Спорен е въпроса дали това са цели или теми на учебни занятия, защото целите се формулират по друг начин.

Подцелите всъщност са теми на педагогическите уроци. В педагогиката и психологията е прието в урока да се реализират учебни задачи. Те са стъпалата към целта, т.е. целта е крайната цел в обучението и е съвкупност от учебни задачи, изпълнението на които води до реализиране на целта. Ето защо понятието „подцел” е неподходящо и трябва да бъде заменено със „задача”.

Темата „Деца на пътя” трябва да бъде напълно самостоятелна. Никъде, в тъй наречените цели и подцели, не присъства дори и елемент от новите системи.

Г. Модул В/ТО-2 „Устройство на МПС”

Учебното съдържание на модула е подчинено на четири цели:

1. Основни агрегати, възли и уредби на автомобила, разположение и предназначение.



2. Извършване на задължителни ежедневни прегледи и основни операции, за да се поддържа технически изправен автомобил.

3. Правила по техника на безопасност и опазване на околната среда.

4. Оборудване на автомобила във връзка с безопасността на водача и пътниците.

И тук също, като при предходния модул има подцели, общо девет. Четири цели и девет подцели трябва да бъдат изпълнени само за два учебни часа. Това е трудна задача за един учител. Тук остават същите забележки за понятията „цел” и „задача”.

Д. Модул В/ПО „Управление на МПС”

В този модул основните цели са:

1. Подготовка на автомобила за безопасно управление.

2. Работа с органите за управление и маневриране на автомобила.

3. Безопасно управление на автомобила при различни пътни условия.

Подделите са 27. Отделно учебното съдържание на модула е описано в 97 точки, точно под името учебно съдържание.

Например. Цел 3. Подцел 5: Управление извън населено място:

1. Избиране на съответното място за движение.

2. Определяне на безопасна скорост.

3. Наблюдаване и спазване на пътните знаци и маркировка.

4. Действия при завой, изпреварване, разминаване, изкачване и спускане по наклон.

5. Преминаване през подлез, надлез, мост.

6. Преминаване през жп прелез.

7. Навлизане в населено място.

8. Управление по път без настилка.

Цел 3 има 9 подцели, включващи 49 точки в т.н. „учебно съдържание”. Всичко това е обозначено като „група умения 23”, като общо групите умения са 27. Учебното време е 42 часа.

В началото на съдържанието на този модул са записани три основни цели и към всяка има подцели, общо 27 подцели, записани като точки, след което следва описание на учебното съдържание, отново по цели, подцели и точки. Целта на всичко това е получаване на знания и умения за безопасно управление на автомобил.

Модул В/ТО-1 в обем от 24 часа има същата задача – да даде знания за безопасно управление на автомобил.

Възникват четири въпроса, без отговор засега:

Първият. Тези 42 часа само за умения ли са? Само за знания ли са? Ако са за знания и умения тогава в какво съотношение ще бъдат?

Пример. Цел 2. Описание на учебно съдържание.

Подцел 13: Преминаване през различни видове кръстовища. Следват 9 точки не съдържание, което всъщност е алгоритъм от действия за преминаване на кръстовища и всичко това се нарича група умения 17. Къде тук са знанията? За тях не става дума.

Вторият. Наложително е авторите на съдържанието на този модул да си изяснят същността на психологичните понятия: умение, навик, привичка и най-вече умение, тъй като понятието „умение” присъства многократно в текста.

Според проф. Генчо Пиръв „Умението е целенасочено прилагане на знанията с участието на волевото внимание. То е резултат от непродължително упражнение (БМ - НП), което още не е довело до автоматизирано действие.” [10]

Според Mayhev [11] новите водачи трябва да научат основните маневри на пътя в курса на обучение чрез система от упражнения. Дори и след това за тях ще са нужни време и много опит, за да придобият задоволителни умения на водачи. По тази причина трудно може да се изградят 27 групи умения за 42 часа.

И по тази причина в много литературни източници се говори за практически упражнения, вместо умения. Преведено на езика на обучаемия уменията не означава просто да направиш нещо, а да можеш да направиш нещо при непредвидени обстоятелства.

### 3. Изводи.

1. Данните на МВР показват, че пътнотранспортния травматизъм при новите водачи със стаж до две години е висок. Основната причина е тяхната незадоволителна подготовка в процеса на обучение.

2. Учебното време за подготовка на нов водач в България е най – много, спрямо всички страни от ЕС, а резултатите са най – лоши, спрямо другите страни от съюза.

3. Оказва се, че количественото увеличаване на учебното време не води автоматично до високо качество.

4. Един от основните проблеми е в учебната документация като цяло и в частност – трите учебни модула. В тяхното съдържание отсъстват изцяло Йерархичният модел на обучение, Hermes, ICARUS и др. системи,

разработени още от 1996г. и прилагани в учебните програми на други страни от ЕС.

В момента подготовката на водачи в България се провежда на първо ниво от йерархичната система. За второ, трето и четвърто ниво и дума не може да става.

5. Учебната документация се нуждае от актуализиране и най – вече модула за практическо обучение. Основната причина е, че изискванията на държавните документи не присъстват в нея.

Следващата таблица показва световни практики по отношение на безопасното управление от нови водачи и нашето място спрямо тях:

*Таблица 6. Добри световни практики в обучението на водачи.*

<b>Мерки за намаляване на ПТП по вина на нови водачи</b>	
<b>по света</b>	<b>в Р. България</b>
1. Определяне на нормативна дефиниция за "млад водач"	ДА
2. Увеличаване часовете на обучителните курсове за придобиване на правоспособност	ДА
3. Понижаване на минималния възрастов праг за постъпване на обучителен курс и за придобиване на правоспособност	НЕ
4. Задължителен следлицензионен изпитателен период от две години	НЕ
5. Правно инкорпориране на института "надзирано шофиране"	НЕ
6. По - строго санкциониране на младите водачи за нарушаване на пътните регламенти	НЕ
7. Ограничени контролни точки на младите водачи	ДА
8. Определяне на нормативна дефиниция за "сериозно нарушение", извършено от млад водач	НЕ
9. Отнемане на правоспособността при извършване на ПТП от нов водач	НЕ
10. Забрана за	НЕ

възстановяване на отнети контролни точки на новия водач	
11. Задължение за шофиране с обозначителен маркер на автомобила за нов водач	НЕ
12. Забрана за нощно шофиране през определени часови интервали без придружител	НЕ
13. Забрана за превозване на пътници от млад водач до определена възраст без придружител	НЕ
14. Забрана за управление на "високоскоростни МПС"	НЕ
15. Диференцирани скоростни ограничения за новите водачи	НЕ
16. Забрана за употреба на телекомуникационни устройства по време на шофиране	ДА
17. Въвеждане на нулев толеранс по отношение на допустимия минимум за алкохолна концентрация в кръвта	НЕ
18. Изискване за липса на ПТП или за друго нарушение за определен период преди придобиване на пълна правоспособност	НЕ
19. Забрана за управление на МПС от новия водач по определени пътища	НЕ
20. Популяризиране на доброволни програми за деца и родители за повишаване културата на пътна безопасност	НЕ
21. Създаване на програми за допълнително обучение преди и след придобиване на правоспособност	НЕ
22. Включване на допълнителни тренировъчни модули за повишаване уменията на новия водач преди и след придобиване на правоспособност	НЕ

23. Въвеждане на постлицензионни изпити и задължителни обучителни програми в рамките на следлицензионен изпитателен период	НЕ
24. Популяризиране на споразумение нов водач/родител	НЕ
25. Включване на курсове по психология в обучителните програми и на изпити по психология като наказателна мярка за определени нарушения	НЕ
26. Осигуряване на видеонаблюдение над рискови участъци от урбанизираната пътна мрежа	ДА

6. Рег. № 8121в-53, екз. №...28.05.2021г. Анализ на тежките пътнотранспортни произшествия, допуснати от водачи, придобили правоспособност за управление на МПС от две години. МВР, ГД „Национална полиция”
7. Keskinen, E. Йерархичен модел за подготовка на водачи.
8. Giannini, A. M., Sgalla, R. Икарус 2008г.
9. Учебна документация за обучение на водачи от категория «В». МОН 2012г.
10. Пиръов, Г. Педагогическа психология, с. 188, Наука и изкуство, 1971г.
11. Mayhev, Simson, Pok, 2003

#### 4. Благодарности

Докладът отразява резултатите от работата по проект №2022-ФТ-01, финансиран от Фонд научни изследвания на Русенския университет.

#### 5. Литература

1. Hattaka, M., Keskinen, E., Gregersen, N. P., Glad, A., Hernetkovski, K., Mika, Esko. GDE matrix
2. Национална стратегия за подобряване безопасността на движението по пътищата на Република България за периода 2011-2020г. (Решение № 946/22.12.2011г. на Министерски съвет)
3. Стратегия на Министерство на образованието и науката за изпълнение на Националната стратегия на Република България за подобряване на движението по пътищата за периода 2011-2020г. (Заповед №РД 09-266/07.03.2013г.)
4. Национална стратегия по безопасност на движението по пътищата за времето от 2021 до 2030г. Решение № 775/2021г. на Министерски съвет
5. Секторна стратегия за безопасност на движението по пътищата за времето от 2021 до 2030г. МОН 2020г. (Заповед № РД 09-528/02.03.2021г.)

# ДИФУЗИЯ НА КОВИД 19 В ЕВРОПЕЙСКОТО ЦИВИЛИЗАЦИОННО ПРОСТРАНСТВО

НИКОЛАЙ ИВАНОВ

„Орфей Клуб Уелнес“ АД, e-mail: [ntapostolof@gmail.com](mailto:ntapostolof@gmail.com)

**Резюме:** Този файл представя примерното форматиране на статиите за XV – та научно – техническа конференция ЕКОЛОГИЯ И ЗДРАВЕ 2022. Докладите се изпращат в doc и pdf формат. Въведете вашето резюме тук.

*Изследването разглежда дифузионното разпространение на пандемията от COVID-19 в европейското цивилизационно пространство. На 17 март 2020 г., за първи път в историята си, Европейският съюз затваря всичките си външни граници, за да предотврати по-нататъшно разпространение на вируса. До 18 март 2020 г. повече от 250 милиона души в Европа бяха блокирани. Въпреки това, точните ефекти от ограниченията за пътуване върху динамиката на огнището на COVID-19 остават неизвестни.*

*Целта на изследването е да покаже разпространението на вируса в Европа и да докаже степента на ефективност на мерките за смекчаване на дифузията от COVID-19, както и какъв би бил рискът, ако не бяха предприети тези мерки.*

*В настоящия доклад използваме комбиниран подход между модела на глобалната мобилност на мрежата и локалния епидемиологичен модел. По този начин симулираме и прогнозираме дифузията и контрола на епидемията от COVID-19 в цяла Европа. Също така съпоставяме модела на мобилност със статистиката за пътническите въздушни пътувания и оформяме нашия епидемиологичен модел, като използваме броя на съобщените случаи на COVID-19 за всяка страна. Извършените симулации показват, че мрежите за мобилност на въздушното пътуване могат да предскажат възникващия глобален модел на разпространение на пандемия в ранните етапи на огнището. Нашите резултати показват, че една неограничена мобилност би ускорила значително дифузията на COVID-19, особено в Централна Европа, Испания и Франция. В крайна сметка този мрежов епидемиологичен модел може да информира за вземането на политически решения и да помогне за идентифициране на стратегии за излизане от настоящите ограничения за пътуване и пълно блокиране.*

**Ключови думи:** ковид пандемия, COVID-19, дифузия на огнището, епидемиология, модел на мобилност, идентификация на параметъра, SEIR модел, контрол на огнището.

## DIFFUSION OF COVID 19 IN THE EUROPEAN CIVILIZATION AREA

NIKOLAY IVANOV

Orpheus Club Wellness PLC - Plovdiv, E-mail: [ntapostolof@gmail.com](mailto:ntapostolof@gmail.com)

**Abstract:** The study examines the diffuse spread of the COVID-19 pandemic in European civilization. On 17 March 2020, for the first time in its history, the European Union closed all its external borders to prevent further spread of the virus. By 18 March 2020, more than 250 million people in Europe were blocked. However, the exact effects of travel restrictions on the dynamics of the COVID-19 outbreak remain unknown.

*The aim of the study is to show the spread of the virus in Europe and to demonstrate the effectiveness of COVID-19 diffusion mitigation measures, as well as what the risk would be if these measures were not taken.*

*In this report, we use a combined approach between the global network mobility model and the local epidemiological model. In this way, we simulate and predict the diffusion and control of the COVID-19 epidemic across Europe. We also compare the mobility model with*

*passenger air travel statistics and shape our epidemiological model using the number of reported COVID-19 cases for each country. Simulations show that air mobility networks can predict the emerging global pattern of pandemic spread in the early stages of the outbreak. Our results show that unrestricted mobility would significantly accelerate the diffusion of COVID-19, especially in Central Europe, Spain and France. Ultimately, this network epidemiological model can inform policy decisions and help identify strategies for overcoming current travel restrictions and total blockages.*

**Key words:** covid pandemic, COVID-19, outbreak diffusion, epidemiology, mobility model, parameter identification, SEIR model, outbreak control.

## 1. Въведение.

На 13 март 2020 г. Световната здравна организация обяви Европа за епицентър на пандемията на новия коронавирус от 2019 г. с повече съобщени случаи и смъртни случаи, отколкото останалата част от света взети заедно. Първият официален случай на COVID-19 в Европа е регистриран във Франция на 24 януари 2020 г., последван от Германия и Финландия само три и пет дни по-късно. Само в рамките на шест седмици всички 27 държави от Европейския съюз са засегнати, като последните случаи бяха съобщени в Малта, България и Кипър на 9 март 2020 г. Към този момент има 13 944 активни случая в Европейския съюз и броят на активните случаи се удвояват на всеки три до четири дни [Европейски център за превенция и контрол на заболяванията, 2020]. На 17 март 2020 г. Европейският съюз затваря всичките си външни граници, за да предотврати по-нататъшно разпространение на вируса [Европейска комисия, 2020]. До 18 март 2020 г. повече от 250 милиона души в Европа бяха блокирани. Тъй като икономическият натиск за идентифициране на стратегии за излизане от кризата се увеличава, като новен проблем в доклада поставяме степента на ефективност на тези мерки за смекчаване на разпространението на COVID-19 и какъв би бил рискът, ако не бяха предприети.

Очевидно никога няма да разберем какво точно би се случило без драстичните политически мерки и масивните ограничения за пътуване. Една от възможностите за оценка на ефективността на ограниченията за пътуване е математическото моделиране [Hsu 2020]. Математическото моделиране на инфекциозни заболявания датира от Даниел Бернули през 1760 г. [Bernoulli, 1760] и е широко използвано в епидемиологичната

общност от 20-те години на миналия век [Kermack and McKendrick, 1927]. Най-разпространеният подход за моделиране на епидемиологията на инфекциозно заболяване е да се представят етапите на заболяването чрез редица компартменти и да се въведат конститутивни отношения, които определят как отделните субпопулации преминават между тях [Hethcote, 2000]. Популярен е моделът SEIR, който представя времевата линия на заболяването чрез взаимодействието на чувствителни, изложени, инфекциозни и възстановени популации [Aron and Schwartz, 1984]. Степента на преход  $\alpha$  от изложен към инфекциозен и  $\gamma$  от инфекциозен към възстановен са обратни на латентния период  $A = 1/\alpha$ , времето, през което индивидът е изложен, но все още не е заразен, и инфекциозния период  $C = 1/\gamma$ , времето, през което индивидът може да зарази други [Li and Muldowney 1994]. На теория и двете са специфични за болестта параметри, независими от град, регион или държава. За COVID-19, в зависимост от начина на докладване, те могат да варират някъде между  $A = 2$  до 6 дни и  $C = 3$  до 18 дни [Park et al. 2020; Prem et al. 2020].

Най-критичната характеристика на всеки епидемиологичен модел е преходът от чувствително към експонирано състояние. Този преход обикновено се приема за мащабиране с размера на чувствителните и инфекциозни популации  $S$  и  $I$  и със скоростта на контакт  $\beta$ , обратната на контактния период  $B = 1/\beta$  между два индивида от тези популации [Hethcote, 2000]. Продуктът от скоростта на контакт и инфекциозния период,  $R_0 = C\beta = C/B$ , се нарича основно число на възпроизвеждане (Delamater et al., 2019). Той определя колко индивида са заразени от един индивид в иначе незаразена,

податлива популация [ *Dietz 1993* ]. Като такъв, той дава ценна представа за предаването на инфекциозен агент [ *Fang et al. 2020* ]. Тук оставяме този параметър свободен и го идентифицираме независимо за всяка държава в Европейския съюз [ *Peirlinck et al. 2020* ].

Особено по време на ранните етапи на огнището, мобилността може да играе решаваща роля в дифузията на болестта [ *Balcan et al. 2009* ]. За да намалят мобилността и да смекчат избухването на COVID-19, много европейски държави следват насоките на Европейската комисия и въвеждат ограничения за пътуване, затворени граници и забрана за влизане на неграждани [ *Европейска комисия, 2020 г.* ]. Това стимулира активен продължаващ дебат за това колко силни трябва да бъдат тези ограничения и кога би било безопасно да бъдат премахнати [ *Chinazzi et al. 2020* ]. Мрежовото моделиране на разпространението на болести, причинено от пътуване, може да играе основна роля при оценката на глобалното въздействие на ограниченията за пътуване [ *Colizza et al. 2006 г.* ]. На глобално ниво разумна първа оценка за мобилността на населението са пътническите въздушни пътувания [ *Zlotutro et al. 2019* ]. Статистиката за въздушните пътувания се използва успешно за смекчаване на епидемичните огнища и предотвратяване на разпространението между градове, щати или държави [ *Pastor et al. 2015* ]. Поразително е, че до 22 март 2020 г. средният пътнически въздушен превоз в Европа е намален наполовина, а от 18 април, той намалява с 89% в Германия, 93% във Франция, 94% в Италия и 95% в Испания [ *Евростат 2020 г.* ]. Тук използваме мрежов епидемиологичен модел, за да изследваме ефекта от ограниченията за пътуване в рамките на Европейския съюз и да симулираме дифузията на разпространение на COVID-19 със и без настоящите ограничения за пътуване.

## 2. Материал и методи.

### 2.1. Епидемиологичен модел.

Моделираме епидемиологията на огнището на COVID-19, използвайки SEIR модел с четири отделения, чувствителни, изложени, инфекциозни и възстановени популации, управлявани от набор от обикновени диференциални уравнения [ *Hethcote 2000* ].

Скоростите на преход между четирите отделения,  $\beta$ ,  $\alpha$  и  $\gamma$ , са обратни на контактния период  $B = 1/\beta$ , латентния период  $A = 1/\alpha$  и инфекциозния период  $C = 1/\gamma$ . Тълкуваме латентните и инфекциозни периоди  $A$  и  $C$  като специфични за заболяването, а контактния период  $B$  като специфичен за поведението. Дискретизираме модела SEIR във времето, използвайки имплицитна обратна схема на Ойлер и приемаме метод на Нютон Рафсън за решаване на дневните нараствания във всяко отделение.

### 2.2. Модел на мобилност.

Моделираме дифузията на COVID-19 чрез мобилна мрежа от пътнически въздушни пътувания, която представяме като претеглена ненасочена графика  $G$  с  $N$  възли и  $E$  ръбове [ *Peirlinck et al. 2020* ].  $N = 27$  възела представляват страните от Европейския съюз,  $E = 172$  ръбове са най-пропътуваните връзки между тях. Ние оценяваме мобилността в рамките на графиката  $G$ , използвайки годишна статистика за въздушните пътувания на пътниците [ *Евростат 2020* ], от която създаваме матрицата на съседство,  $A_{IJ}$ , която представлява честотата на пътуването между две държави  $I$  и  $J$ , и матрицата на степените  $D_{II} = \text{diag} \sum_{J=1}^N 1, J \neq I$   $A_{IJ}$ , което представлява броят на входящите и изходящите пътници за всяка страна  $I$ . Разликата между матрицата на степените  $D_{II}$  и матрицата на съседство  $A_{IJ}$  дефинира претеглената графика на Laplacian  $L_{II}$ ,

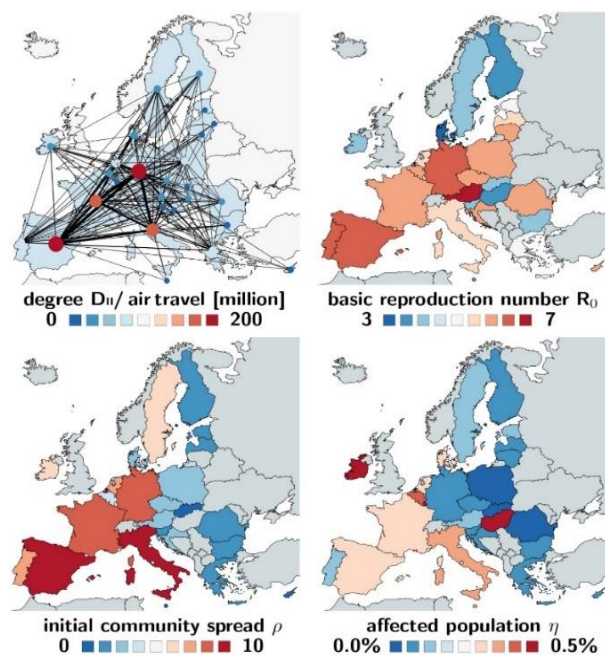
$$L_{IJ} = D_{II} - A_{IJ}$$

Фиг.1 долу вляво, илюстрира дискретната графика  $G$  на Европейския съюз с 27 възела и 172 ръба. Размерът и цветът на възлите представляват степен  $D_{II}$ , дебелината на ръбовете представлява съседство  $A_{IJ}$ . За нашата претеглена графика на пътническите пътувания степента варира от 222 милиона в Германия, 221 милиона в Испания, 162 милиона във Франция и 153 милиона в Италия до само 3 милиона в Естония и Словакия и 2 милиона в Словения, със средна стойност степен над  $D_{II} = 48 \pm 64$  милиона на възел. Предполагаме, че лапласовият  $L_{II}$ , нормализиран до единица и мащабиран с коефициента на мобилност  $\theta$ ,

характеризира глобалното разпространение на COVID-19. Ние дискретизираме нашия SEIR модел на нашата претеглена графика G и въведе чувствителните, експонирани, инфекциозни и възстановени популации  $S_I, E_I, I_I$  и  $R_I$  като глобални неизвестни в  $I = 1, \dots, N$  възлите на графиката G. Това води до пространствена дискретизация на набора от уравнения с  $4N$  неизвестни,

$$\begin{aligned} S_I &= -\sum N J = 1 \vartheta L I J S J - \beta S I \\ E_I &= -\sum N J = 1 \vartheta L I J E J + \beta S I - \alpha E \\ I_I &= -\sum N J = 1 \vartheta L I J I J + \alpha E - \gamma I \\ R_I &= -\sum N J = 1 \vartheta L I J R J + \alpha E + \gamma I \end{aligned}$$

Ние излагаме нашия мрежов модел SEIR във времето, използвайки имплицитна обратна схема на Ойлер и приемаме метода на Нютон Рафсън за решаване на ежедневните увеличения във всяко отделение във всяка страна [Fornari et al. 2019].



Фиг.1.

### 2.3. Идентификация на параметъра.

Извличаме данните за огнището на COVID-19 във всички 27 държави в Европейския съюз от съобщените потвърдени, възстановени, активни и смъртни случаи, започващи от 22 януари 2020 г. до 13 април 2020 г. [Европейски център за превенция и контрол на заболяванията 2020]. От тези данни очертаваме времевата еволюция на инфекциозната група  $I$  като разлика между потвърдените случаи минус възстановените случаи и смъртни

случаи. За да симулираме специфичната за страната епидемиология на COVID-19 с модела SEIR, ние използваме тези данни, за да идентифицираме основния репродукционен номер  $R_0 = C/B$ , използвайки латентния и инфекциозния период  $A = 1/\alpha = 2,56$  дни и  $C = 1/\gamma = 17,82$  дни, които по-рано идентифицирахме за огнището на COVID-19 в  $N = 30$  китайски провинции [Peirlinck et al. 2020], тъй като настоящите европейски данни все още не са пълни за идентифицирането и на трите параметъра. В допълнение към основното число на възпроизвеждане  $R_0 = C/B$ , което е пряка мярка за контактния период  $B = 1/\beta$ , ние също така идентифицираме първоначалното разпространение на общността  $\rho = E_0/I_0$ , което дефинира първоначалната експонирана популация  $E_0$  [Maier u Brockman 2020], а засегнатото население  $\eta = N^*/N$ , който определя частта от епидемичната субпопулация  $N^*$  спрямо общото население  $N$  [Евростат 2020 г.]. Общо идентифицираме три параметъра за 27 държави, основното число на възпроизвеждане  $R_0 = C/B$ , първоначалното разпространение на общността  $\rho = E_0/I_0$  и засегнатото население  $\eta = N^*/N$ , използвайки метода на Левенберг-Марквард на най-малките квадрати. За идентифицираните параметри ние сравняваме два сценария на огнище на COVID-19: динамика на огнището с настоящите ограничения за пътуване, коефициент на мобилност  $\vartheta = 0,00$  и специфично за страната огнище на ден  $d_0$ , денят, в който 0,001% от населението е докладван като заразен; и дифузията на огнището без ограничения за пътуване, с коефициент на мобилност  $\vartheta = 0,43$  [Peirlinck et al. 2020], и европейско огнище на ден  $d_0$  в Италия, първата страна, в която 0,001% от населението е докладвано за заражено.

### 3. Резултати.

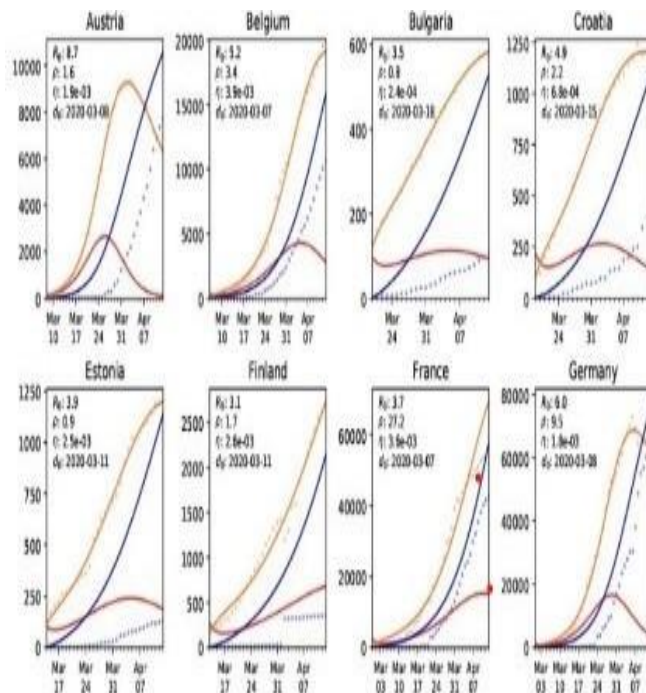
Фиг.1. показва основното възпроизводително число  $R_0 = C/B$ , първоначалното разпространение на общността  $\rho = E_0/I_0$  и засегнатата популация  $\eta = N^*/N$  във всички 27 страни от Европейския съюз. Основният брой на възпроизвеждане е най-голям в Австрия и Германия с  $R_0 = 8,7$  и  $R_0 = 6,0$  и най-малък в Малта и Дания с  $R_0 = 3,0$  и  $R_0 = 2,7$ , със средна

стойност  $R_0 = 4,62 \pm 1,32$ . Първоначалното разпространение сред страните е най-голямо в Италия и Испания с  $\rho = 18,4$  и  $\rho = 15,2$  и най-малко в Малта и Кипър с  $\rho = 0,2$  и  $\rho = 0,1$  със средно  $\rho = 3,53 \pm 3,97$ . Засегнатото население е най-голямо в Ирландия и Унгария с  $\eta = 2,73\%$  и  $\eta = 1,21\%$  и най-малко в Словакия и България с  $\eta = 0,04\%$  и  $\eta = 0,02\%$ , със средно  $\eta = 0,08 \pm 0,26$ .

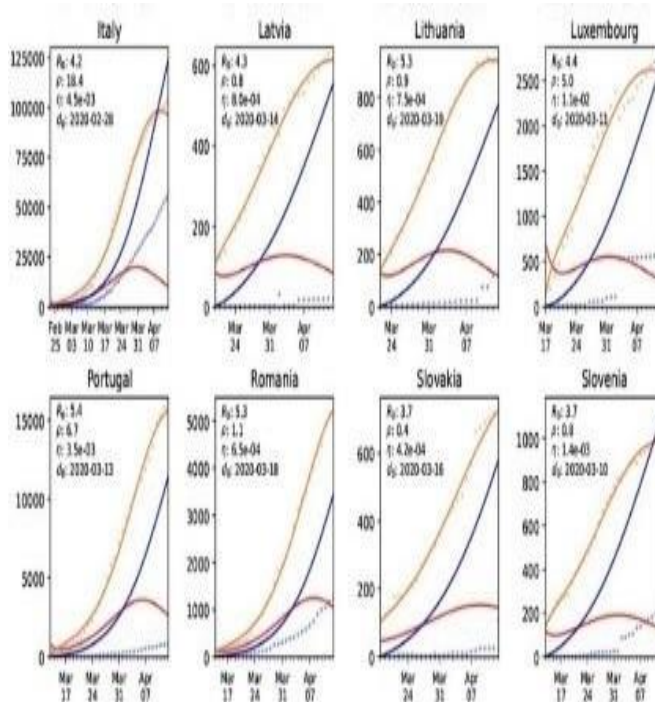
Тук се илюстрират докладваните инфекциозни и възстановени популации и симулираните експонирани, заразни и възстановени популации за всичките 27 държави. Симулациите използват основното число на възпроизвеждане  $R_0 = C/V$ , първоначалното разпространение сред държавите  $\rho = E_0/I_0$  и засегнатата популация  $\eta = N^*/N$ , идентифицирана за всяка страна, използвайки специфични за болестта латентни и инфекциозни периоди от  $A = 2,56$  дни и  $C = 17,82$  дни. Ден  $d_0$  показва началото на огнището, при което са заразени 0,001% от населението. Забавянето на епидемията в Европа обхваща времеви прозорец от 24 дни, вариращ от 28 февруари 2020 г. в Италия до 22 март 2020 г. в Унгария.

Докладвани инфекциозни и възстановени популации и симулирани експонирани, инфекциозни и възстановени популации. Симулациите се основават на идентификация на параметъра на основния репродуктивен номер  $R_0 = C/V$ , първоначалното разпространение на общността  $\rho = E_0/I_0$  и засегнатата популация  $\eta = N^*/N$  за всяка страна за дадено специфично заболяване латентно и инфекциозни периоди от  $A = 2,56$  дни и  $C = 17,82$  дни. Денят  $d_0$  показва началото на огнището, в което са заразени 0,001% от населението.

Фиг.2 подчертава ефектите от контрола на епидемията от COVID-19 в цяла Европа и симулацията на мобилност на мрежата, разпространявайки се бързо от Италия до Германия, Испания и Франция. По време на ранните етапи на пандемията, прогнозираният модел на огнище в долния ред се съгласува добре с модела на огнище в горния ред. По време на по-късните етапи, сравнението рамо до рамо показва по-бързо разпространение на огнището при неограничена мобилност.



Фиг.2.1



Фиг.2.2

Ефект от ограниченията за пътуване. Ограничена мобилност с ограничения за пътуване (отгоре) срещу неограничена мобилност без ограничения за пътуване (отдолу). Симулациите се базират на латентни, контактни и инфекциозни периоди от  $A = 2,56$  дни,  $B = 4,07$  дни и  $C = 17,82$  дни и коефициенти на мобилност от  $\vartheta = 0,00$  (отгоре) и  $\vartheta = 0,43$  (отдолу).

#### 4.Дискусия.

Свободата на движение е основна ценност на Европейския съюз. На 26 март 2020 г., 25-та



годишнина от Шенгенското споразумение, което гарантира неограничено движение между страните членки, всички външни и много вътрешни граници на Европейския съюз бяха затворени, за да се сведе до минимум разпространението на COVID-19 [Европейска комисия 2020 г.]. Тези драстични мерки стимулираха вълна от критики, не само защото мнозина смятат, че нарушават международното право, но и поради убедително доказателство, че ограниченията за пътуване могат само да забавят, но не и да спрат разпространението на пандемия [Mason Meier et al. 2020]. Неотдавнашно проучване, базирано на глобален модел за предаване на болести в метапопулацията за огнището на COVID-19 в Китай, показва, че забраната за пътуване в Ухан по същество дойде твърде късно, в момент, в който повечето китайски градове вече са приели много заразени пътници [Chinazzi et al. 2020]. Нашето проучване показва подобна тенденция за Европа, където ограниченията за пътуване бяха въведени само седмица след като всяка страна е съобщила за случаи на COVID-19 [Европейски център за превенция и контрол на заболяванията 2020]. Като естествена последица, за съжаление, нито една европейска страна не беше защитена от огнището.

Поразително е, че нашите резултати показват, че възникващият модел на огнището на COVID-19 е следвал отблизо моделите на глобална дифузия на пътуванията с въздушни пътници [Pastor et al. 2015]. От своя европейски произход в Италия, новият коронавирус се разпространява бързо чрез най-силните мрежови връзки до Германия, Испания и Франция, като бавно достига до по-слабо свързаните страни, Естония, Словакия и Словения. Въпреки че пътуването по въздух със сигурност не е единственият определящ фактор за динамиката на епидемията, нашите проучвания показват, че мобилността е силен принос за глобалната дифузия на COVID-19 [Chinazzi et al. 2020 г.]. Това е в съответствие с едно скорошно проучване, което демонстрира потенциала на мрежовите модели, базирани на въздушно пътуване, за оценка и класиране на ефективността на стратегиите за граничен контрол за пандемията от грип H1N1 от 2009 г. [Zlojutro et al. 2019].

Фиг. 2 подкрепя решението на Европейския съюз и местните власти по държави да въведат строги ограничения за пътуване, за да забавят избухването на пандемията. Австрия, например, бързо въведе драстични стратегии за смекчаване, включително строг граничен контрол и масивни забрани за пътуване. Неговите национални въздушни пътувания бяха намалени наполовина до 20 март и скоро след това достигнаха до намаление от 95% [Евростат 2020 г.]. Това бързо намали броя на новите случаи до сегашното състояние от 10% от най-високата му стойност [Европейски център за превенция и контрол на заболяванията 2020], което сега мотивира постепенното премахване на настоящите ограничения. Нашата прогноза за Австрия във Фигура 3 предполага, че без ограничения за пътуване в Австрия все пак ще има нарастване на заразеното население.

Критиците твърдят, че мерките за обществено здравеопазване в общността като физическо дистанциране, проследяване на контакти и изолация биха били еднакво успешни, но по-малко ограничаващи от ограничаването на свободата на движение [Mason Meier et al. 2020]. Това сочи към ограничение на нашия настоящ модел, при който основният брой на възпроизвеждане е постоянен и не отчита местните стратегии за смекчаване за намаляване на предаването на общността [Peirlinck et al. 2020]. Нашето средно основно число на възпроизвеждане за всичките 27 държави е  $R_0 = 4,62 \pm 1,32$ , което попада точно в докладвания диапазон от  $R$  [Liu et al. 2020 г.]. В допълнение към основния възпроизвеждащ номер, популярните медии вече често съобщават и дневния възпроизвеждащ номер  $R_t = 2,2$  до  $R_0 = 6,5$  за COVID-19, който е малко по-висок, отколкото за коронавируса SARS ( $R(t)$ ), което е критичен индикатор за текущото въздействие на промените в поведението и политическите действия [Yuang et al. 2020]. Точно като всеки модел на инфекциозно заболяване – нашият модел естествено се сблъсква с ограничения, свързани с несигурност на данните от различия в тестването, непоследователна диагностика, непълно преброяване и забавено докладване във всички страни. Допълнителни ограничения произтичат от несигурността на модела,

включително недобре дефинирани първоначални условия, картографиране на докладваните популации в моделни отделения и избор на самия модел [Alber et al. 2019].

Докато се опитваме да идентифицираме стратегии за излизане от локални блокирания и глобални ограничения за пътуване, лицата, вземащи политически решения, се обръщат към математически модели за количествено прозрение и научни насоки. Съществува добре обоснован страх, че облекчаването на настоящите мерки, дори леко, може да предизвика ново огнище и да ускори разпространението до неуправляема степен. Моделите за мобилност на глобалната мрежа, комбинирани с локални епидемиологични модели, могат да осигурят ценен поглед върху различни стратегии за излизане. Нашият модел ни позволява на практика да премахнем ограниченията за пътуване между отделни общности, щати или държави и да изследваме постепенни промени в моделите на разпространение и динамиката на огнището.

Изследването доказва възникването на пандемията Ковид 19 като дифузионен процес, обхващащ европейското цивилизационно пространство, чието разрастване и намаляване се повлиява от мерките, свързани с ограничаване на пътуванията и общностните контакти.

## 5. Литература.

1. Alber M, Buganza Tepole A, Cannon W, De S, Dura-Bernal S, Garikipati K, Karniadakis G, Lytton WW, Perdikaris P, Petzold L, Kuhl E. Интегриране на машинно обучение и многомащабно моделиране: перспективи, предизвикателства и възможности в биологичните, биомедицинските и поведенческите науки . *nprj Digital Medicine* 2 (2019) 115.
2. Aron JL, Schwartz IB. Сезонност и бифуркация на удвояване на периода в модел на епидемия . *J. Theor. Bio* 110 (1984) 665–679.
3. Balcan D, Colizza V, Goncalves B, Hu H, Jamasco J, Vespignani A. Многомащабни мрежи за мобилност и пространственото разпространение на инфекциозни заболявания . *Proc. Нац. Акад. Sci* 106 (2009) 21484–21489.
4. Bernoulli D. Essay d'une nouvelle analysis de la mortalite causee par la petite verole et des avantages de l'inoculation pour la prevenir . *Мем. математика физ. Акад. Пої. Sci. Париж* (1760) 1–45.
5. Chinazzi M, T Davis J, Ajelli M, Giovanni C, ... A. Vespignani. Ефектът от ограниченията за пътуване върху разпространението на епидемията от новия коронавирус (COVID-19) през 2019 г. *Наука* (2020) doi:10.1126/science.aba9757.
6. Colizza V, Barrat A, Barthelemy M, Vespignani A. Ролята на транспортната мрежа на авиокомпаниите в прогнозирането и предсказуемостта на глобалните епидемии . *Proc. Нац. Акад. Sci* 103 (2006) 2015–2020.
7. Delamater PL, Street EJ, Leslie TF, Yang YT, Jacobsen KH. Сложност на основното възпроизвеждащо число ( $R_0$ ) . *Emerg. Инфектирайте. Болест* 25 (2019) 1–4.
8. Dietz K. Оценката на основния репродуктивен брой при инфекциозни заболявания . *Статистика. Meth. Мед. Res* 2 (1993) 23–41.
9. Европейски център за превенция и контрол на заболяванията. *Актуализация на ситуацията в цял свят* <https://www.ecdc.europa.eu/en/geographical-distribution-2019-ncov-cases> . оценено: 13 април 2020 г.
10. Европейска комисия. COVID-19: Временно ограничение за несъществени пътувания до ЕС *Съобщение на Комисията до Европейския парламент, Европейския съвет и Съвета* . Брюксел, 16 март 2020 г.
11. Евростат. *Вашият ключ към европейската статистика. Въздушен превоз на пътници* . <https://ec.europa.eu/eurostat>
12. Fang Y, Nie Y, Penny M. Динамика на предаването на огнището на COVID-19 и ефективността на правителствените интервенции: анализ, базиран на данни . *J. Med. Вирол* (2020) 1–15.
13. Fornari S, Schafer A, Jucker M, Goriely A, Kuhl E. Прионоподобно разпространение на болестта на Алцхаймер в рамките на мозъчния конектор . *J. Royal Soc. Интерфейс* 16 (2019) 20190356.

14. Hethcote HW. Математика на инфекциозните болести . *SIAM Review* 42 (2000) 599–653.
15. Hsu J. Ето как компютърните модели симулират бъдещото разпространение на новия коронавирус . *Scientific American* (2020) 23 февруари 2020 г.
16. Kermack WO, McKendrick G. Принос към математическата теория на епидемиите, част I. *Proc. Roy. Soc. Лондон ser. A* 115 (1927) 700–721.
17. Li MY, Muldowney JS. Глобална стабилност за модела SEIR в епидемиологията . *математика Biosci* 125 (1984) 155–164.
18. Liu Y, Bayle AA, Wilder-Smith A, Rocklöv J. Репродуктивният брой на COVID-19 е по-висок в сравнение с коронавируса на SARS . *J. Travel Medicine* (2020) 1–4.
19. Maier BF, Brockmann D. Ефективното ограничаване обяснява субекспоненциалният растеж на потвърдените случаи на скорошно огнище на COVID-19 в континентален Китай . *medRxiv* (2020) doi:10.1101/2020.02.18.20024414
20. Mason Meier B, Habibi R, Tony Yang Y. Ограниченията за пътуване нарушават международното право . *Science* 367 (2020) 1436.
21. Park SW, Bolker BM, Champredon D, Earn DJD, Li M, Weitz JS, Grenfell BT, Dushoff J. Съгласуване на оценките за ранно огнище на основния репродуктивен брой и неговата несигурност: рамка и приложения към новия коронавирус (SARS-CoV-2) огнище . *medRxiv* (2020) doi:10.1101/2020.01.30.20019877.
22. Pastor-Satorras R, Castellano C, Van Mieghem P, Vespignani A. Епидемични процеси в сложни мрежи . *Rev. Modern Phys* 87 (2015) 925–979.
23. Peirlinck M, Linka K, Sahli Costabal F, Kuhl E. Динамика на огнището на COVID-19 в Китай и Съединените щати . *Biotech. Модел. Механобио* в печат (2020) doi:10.1101/2020.04.06.20055863.
24. Prem K, Liu Y, Kucharski AJ, Eggo RM, Davies N. Ефектът от стратегиите за контрол за намаляване на социалното смесване върху резултатите от епидемията COVID-19 в Ухан, Китай: проучване за моделиране . *Lancet Public Health* . doi: 10.1016/S2468-2667(20)30073-6.
25. Юан Дж, Ли М, Лу Г, Лу ЗК. Мониторинг на преносимост и смъртност от COVID-19 в Европа . *Int. J. Инфекциозна болест* doi:10.1016/j.ijid.2020.03.050.
26. Zlojutro A, Rey D, Gardner L. Рамка за подкрепа на вземане на решения за оптимизиране на граничния контрол за смекчаване на глобалните огнища . *Sci. Rep* 9 (2019) 2216.