

Михаил Александров\*<sup>1</sup>, Паулина Апостолова<sup>1</sup>, Маја Ристова Делипетрев<sup>2</sup>, Елена Дракалска-Серсемова<sup>1</sup>, Емилија Јаневиќ-Ивановска<sup>1</sup>, Дејан Мираковски<sup>2</sup>, Викторија Максимова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>\*Факултет за медицински науки, Универзитет “Гоце Делчев”, Крсте Мисирков, 10-А, 2000 Штип, Р. С. Македонија, (mihail.311155@student.ugd.edu.mk)

<sup>2</sup> Факултет за природни и технички науки, Универзитет “Гоце Делчев”, Крсте Мисирков, 10-А, 2000 Штип, Р. С. Македонија

## 1. ВОВЕД И ЦЕЛ

- Канабидиолот (CBD) претставува фитоканабиноид, изолиран од *Cannabis sativa* L. (канабис, коноп).
- CBD нема психоактивни особини, но се употребува како аналгетик, делува како антиконвузив и невропротектив, а експериментално се користи и за подобрување на некои метаболни нарушувања.
- Еден од начините да се подобрат биофармацевтските својства и стабилноста на CBD е тој да се инкапсулира со помош на биополимери во форма на микрочестички.
- Целта на истражувањето е да се испита како инкорпорирањето на криопротектант влијае врз морфологијата и микроструктурата на лиофилизираните микрочестички со CBD.



Слика 1. Предности на микроинкапсулирање на CBD.

## 4. ЗАКЛУЧОК И ИДНИ НАСОКИ

- Иако криопротектантот има значајна улога во формулацијата на микрочестички со CBD и може да ја подобри порозноста и морфологијата, сепак, неопходни се дополнителни испитувања со цел да се утврди големината, индексот на полидисперзност и зета потенцијалот, за да се потврди стабилноста и соодветноста за инкапсулација на CBD.

## 2. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДИ

- Материјали/сировини за изработка на формулациите:** 20% CBD масло (2000 mg CBD / 10 ml hemp seed oil); масло од семе од коноп (hemp seed oil); изолат од протеин од сурутка, 80%; изолат од протеин од грашок, 83%; арабска гума; скроб; полисорбат 80 (Tween 80); 30% w/v раствор на сахароза; 1 М раствор на оцетна киселина; 0,5 М раствор на натриум хидроксид, и ултрачиста вода.
- Опрема/инструменти за подготовка на формулации за микроинкапсулирање на CBD:** основен лабораториски прибор и стакларија; магнетна мешалка со термосензор; рН метар/потенциометар; миксер за хомогенизирање на емулзии; аналитичка вага; ултразвучна бања; опрема за сушење со замрзнување/лиофилизатор со термосензор, и ладилник со температура на чување до 4°C.

Табела 1. Дизајн на формулациите за микроинкапсулирање на CBD.

Формулација / сериски број	Состав / удел во формулацијата (%)				
	Масло од семе од коноп	CBD oil	Протеински матрикс за обложување	Полисахариден матрикс за обложување	Tween 80
F-ME-HSO-001	5-7	/	1-3	/	1-2,5
F-ME-HSO-CBD-001	/	2-4	1-3	/	1-2,5
F-ME-HSO-002	5-7	/	/	1-3	1-2,5
F-ME-HSO-CBD-002	/	2-4	/	1-3	1-2,5
F-ME-HSO-003	5-7	/	1-3	1-3	1-2,5
F-ME-HSO-CBD-003	/	2-4	1-3	1-3	1-2,5

За изработка на формулациите беа користени методите: комплексна коацервација, емулзификација и лиофилизација, со и без употреба на криопротектант сахароза 200 µL 30% w/v.



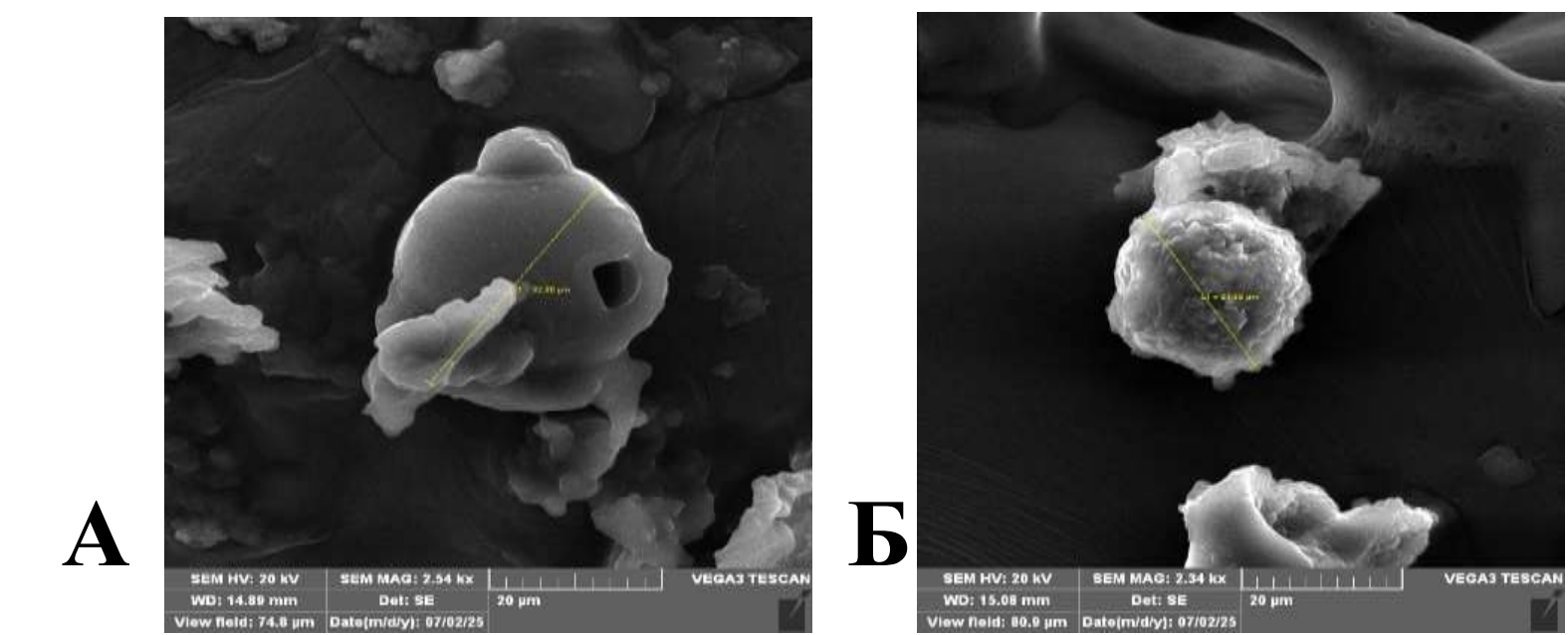
Слика 2. Шематски приказ на фази во производството на лиофилизирани микрочестички со CBD.

Табела 2. Улога и функција на избраните компоненти во формулациите.

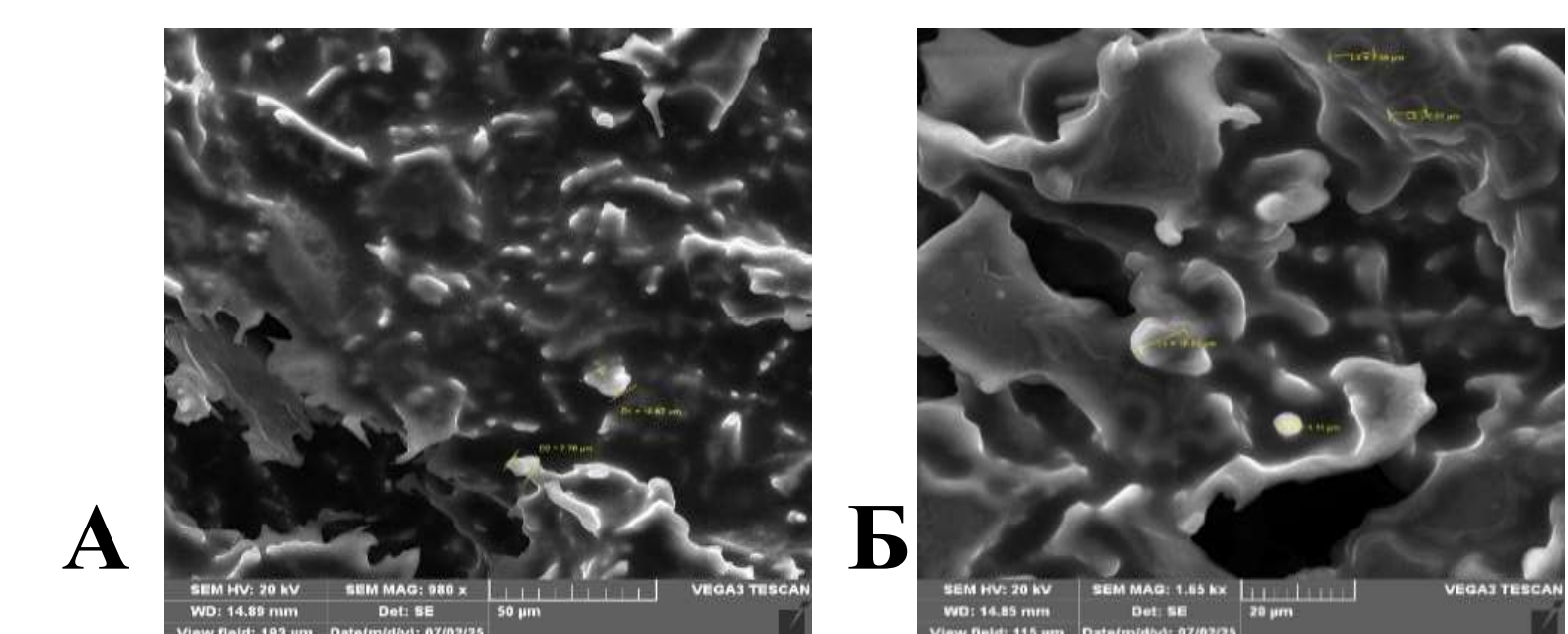
Компонента (активна супстанција / експоненси)	Улога / функција во формулацијата
Масло од семе од коноп	Јадро / маслена фаза
CBD oil 20%	Јадро / маслена фаза
Изолат од протеин од грашок	Структурна матрица, хидрофилна
Изолат од протеин од сурутка	Протеин што формира матрица (растителен)
	Структурна матрица, хидрофилна (формирање на филм)
Арабска гума	Протеин што формира матрица (животински)
	Структурна матрица, хидрофилна
	Емулгатор / Стабилизатор
Скроб	Полисахаридна обвивка
	Средство за формирање филм
Полисорбат 80 (Tween 80)	Стабилизатор на емулзија, хидрофилен
	Емулгатор (маслена фаза)
Натриум хидроксид 0,5 М раствор	Нејонски сурфактант
	Прилагодување на рН вредност (база)
Оцетна киселина 1 М раствор	Прилагодување на рН вредност (киселина)
Ултрачиста вода	Континуирана (водена) фаза

## 3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

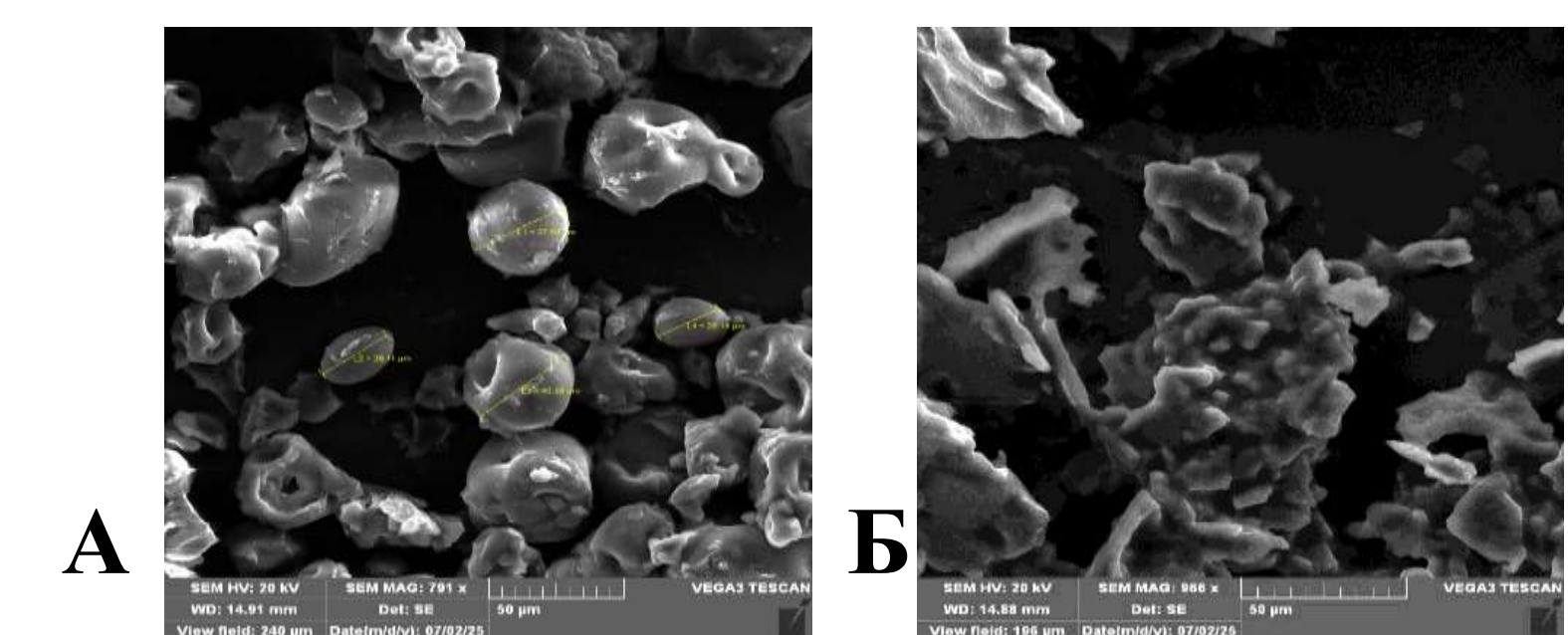
- Сите шест примероци од формулациите се скенирани со скенирачки електронски микроскоп (VEGA3 LMU SEM (TESCAN)), при што микрографските фотографии покажуваат дијаметар на микрочестички од 7 µm до 40 µm.
- Во формулациите со криопротектант се забележува површински филм што ги обложува микрочестичките со неправилна сферична до аглеста форма.
- Кај формулациите без криопротектант се забележуваат сферични микрочестички со присутни кристали



Слика 3. Микрографски фотографии од серија F-ME-HSO-CBD-001 – лиофилизирани микрочестички со CBD: А) без употреба на криопротектант, Б) третирани со криопротектант, 200 µL 30% сахароза.



Слика 4. Микрографски фотографии од серија F-ME-HSO-CBD-002 – лиофилизирани микрочестички со CBD: А) без употреба на криопротектант, Б) третирани со криопротектант, 200 µL 30% сахароза.



Слика 5. Микрографски фотографии од серија F-ME-HSO-CBD-003 – лиофилизирани микрочестички со CBD: А) без употреба на криопротектант, Б) третирани со криопротектант, 200 µL 30% сахароза.

Втор симпозиум со меѓународно учество од областа на фармацијата: „Фармацевтот како алка помеѓу традиционалната и иновативната терапија“ 27. септември 2025 год., Мултимедијален центар, Универзитет „Гоце Делчев“ во Штип.