



ИЗСЛЕДВАНЕ НА МЕТОДИ И ПОДХОДИ, И РАЗРАБОТВАНЕ НА СТРАТЕГИЯ ЗА ИМОБИЛИЗИРАНЕ НА ПРИРОДНИ ВЕЩЕСТВА С ФИТОХИМИЧЕН ПРОИЗХОД ВЪРХУ БИОПОЛИМЕРИ - ПЪРВА ЧАСТ

ПРОЕКТ 2018-RU-08

Тема на проекта: Изследване на методи и подходи, и разработване на стратегия за имобилизиране на природни вещества с фитохимичен произход върху биополимери, като на тази база ще се създават нови стратегии за усъвършенстване на съществуващите технологии и евентуално разработване на нови подходи за имобилизирането, както и необходимата техническа осигуреност за прилагане на стратегията.

Изследователски цели и задачи:

Цел – пручване на постиженията за имобилизиране на природни продукти с фитохимичен произход върху биополимери, като на тази база ще се създават нови стратегии за усъвършенстване на съществуващите технологии и евентуално разработване на нови подходи за имобилизирането, както и необходимата техническа осигуреност за прилагане на стратегията.

Задачи:

• Концепт анализ на постиженията за имобилизиране на природни продукти с фитохимичен произход върху биополимери;

• Избор на подходящ метод за директно имобилизиране на веществото с фитохимичен произход върху биополимер;

• Избор на конкретен метод (протокол) за микрокапсулиране на природното вещество върху конкретен биополимер;

• Концепт анализ на микрокапсулиране;

• Дробуриране на съществуващи изследователски лаборатории, в които ще бъдат разработани методи и протоколи за имобилизиране на различни вещества с фитохимичен произход върху биополимер;

• Разработване на оптимални технологични условия за съществуване на на имобилизираните процеси с въздействие на температурата и концентрацията на веществото;

• Публикуване на резултати от експерименталната част в престижни международни списания с имакт фактор и конференции.

Резултати:

1. Изучаване и измеряване на параметри при изучаване на начините за имобилизиране на вещества с фитохимичен произход върху биополимери, като е установено, че са били могли да бъдат разделини на два основни подхода: базиращи се директно върху веществото върху биополимер и на възраждане посредством предварително микрокапсулиране. Процесът на предварително микрокапсулиране на природното вещество цели една страна активният структурният материал да бъде изолиран от външната среда, а от друга – да се поддържа във възможността за използване на веществото върху биополимера. Това е важно, защото веществото върху биополимера може да пропуска през полупроницаемата пленгрида на стента, изградена касулатура.

2. Базирано на анализа на тема два основни подхода, екипът изготви нова оригинална стратегия за комбинирано приложение на оба метода, като съединява икономичните и ефективността на всеки един от тях при имобилизиране на веществата с природен произход върху биополимера.

3. В стратегията е възможна съвместна приложимост с експериментална процедура, като доказането на реализуемостта и ефективността, както и нейното оптимизиране предстои да бъдат направени.

4. По отношение на процеса микрокапсулиране на веществото – направен е пълният литературен обзор върху метода за микрокапсулиране на активните компоненти.

5. Възможни са различни стратегически решения за съществуване на имобилизационния процес – **директно; индиректно** т.е. чрез предварително микрокапсулиране на веществото; или комбинация на двата метода с цел допълване на ефикасността. Творческите дидерия на изследователския екип са насочени в две интердисциплинарни посоки – химически и технически решения в разглежданата предметна област.

АНОТАЦИЯ

Биополимерите по разпространение са на втора позиция след сировинните материали в природата. Това е важен, но не единствен аргумент, предопределящ необходимостта от задълбоченото им изследване и изучаване като вещества и материали. Биополимерите съставляват над 75% от сухото вещество на живата клетка и по своите функции са решаващи принос за съществуването и генезиса на живата материя. На другия полюс са синтетичните полимери полупроводници, свръхпроводници, светоемитиращи диоди и батерии, топлинни и слънчеви клетки, високоселективни мембрани, генетно и тъканно инженерство, пластоелектрониката, биоинформатиката и полимерните наноматериали. И всичко това е на фона на вече класическите полимерни фолийни, влакнести и композиционни материали, без които съвременният живот е просто немислим. Интензивно нараства изследователската и приложна дейност в областта на полимерната наука и практика.

Възраждането на различни вещества, както получени от природни източници, така и изкуствено синтезирани, върху нюклоидни полимери е процес с многостепенни приложни аспекти. Имобилизирането на компоненти с антисептични или органолептични свойства, върху различни природни, полусинтетични и изкуствено получени полимерни влакна получава все по-голяма потребителска търсене. Процесът цели от една страна запазване на базовите свойства на влакното, а от друга – придобиване на полезни ефекти за продължителен период, при който обработеният материал ще издръжи във времето на различни биотки третирания.

Възможни са различни стратегически решения за съществуване на имобилизационния процес – **директно; индиректно** т.е. чрез предварително микрокапсулиране на веществото – например върху биополимер или биоматериал, или комбинация на двата метода с цел допълване на ефикасността. Творческите дидерия на изследователския екип са насочени в две интердисциплинарни посоки – химически и технически решения в разглежданата предметна област.

PROJECT 2018-RU-08

Project title:
STUDY OF METHODS AND APPROACHES, AND THE DEVELOPMENT OF A STRATEGY FOR IMMOBILIZATION OF NATURAL SUBSTANCES OF PHYTOCHEMICAL ORIGIN ON BIOPOLYMERS – first part
Project director:
prof. Stanislav Georgiev Bayramov, PhD, h-index (G.S.) 3, h10-index 1
Project co-director: assoc. prof. Dr. Bozhana Stoycheva, PhD, assoc. prof. eng. Tanya Petkova Grozeva, PhD; assist. Miroslav Marinov, Liliyana Stoyeva Ivanova
Address: Ruse University, 8, Studentska str., 7017 Ruse, Bulgaria
Phone: +359 082 888 459, E-mail: sbayramov@uni-ruse.bg

Project objective and activities:

Project objective: A study of the achievements for the immobilization of natural products of phytochemical origin on biopolymers and new basic strategies will be developed for the improvement of the existing technologies and possible development of new approaches for the immobilization as well as the necessary technical assurance for the implementation of the strategies.

Main activities:

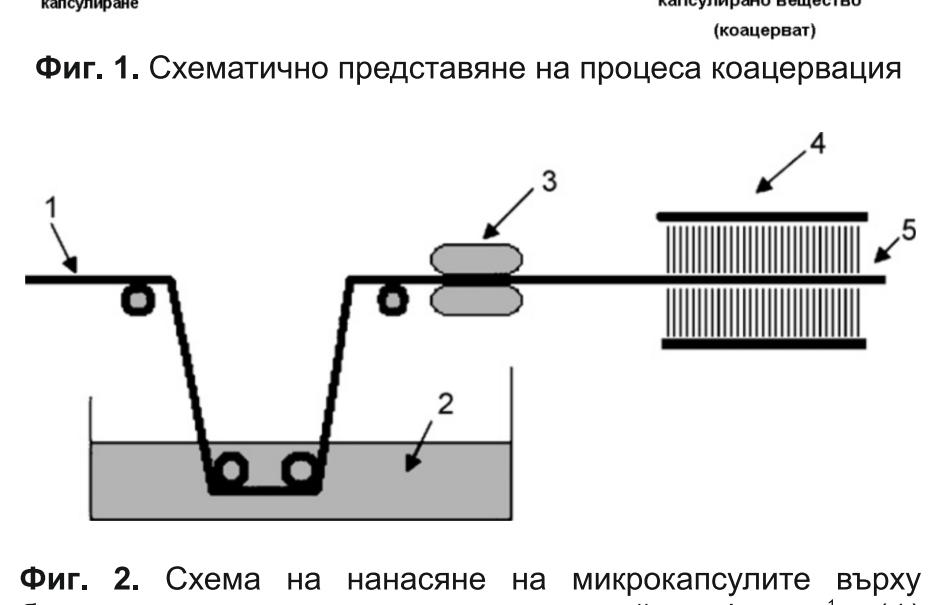
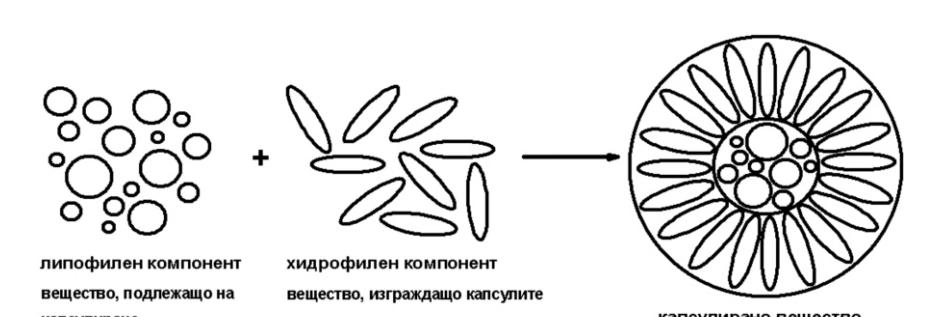
1. Current analysis of the achievements for immobilization of natural products of phytochemical origin on biopolymers;
2. Selection of a suitable method for direct immobilization of a substance of phytochemical origin on a biopolymer;
3. Selection of a specific method (protocol) for microencapsulation of the natural compound on a biopolymer;
4. Qualitative analysis of micro / nano capsules;
5. Microscopic analysis of the semi-synthetic fiber with respect to immobilized substances;
6. A retrospective research for the development of new methods and protocols for the immobilization of substances of phytochemical origin on biopolymers will be developed;
7. Development of an experimental technical facility for carrying out immobilization procedures with substances of phytochemical origin on biopolymers;
8. Publication of results from the experimental work in prestigious international journals with impact factor and interdiss. conferences.

Main outcomes:

1. A comprehensive literature review has been carried out in regard to the ways to immobilize substances of phytochemical (natural) origin on biopolymers. It has been found that they could be divided into two main approaches based on direct immobilization of the substance on the biopolymer, and by encapsulation by microencapsulation. The process of pre-immobilization of the natural substances on the one hand to protect the active core material from the external environment and on the other hand, to permit longer duration of the material itself by increasing its activity time by gradually passing it through the semipermeable shell (capsule).
2. Based on the analysis of these two main approaches, the team is working on a new original strategy for combined application on the fiber (by covalent bonding) of both unpacked and encapsulated material, due to a number of advantages - much lower core loss and shortening some of the steps of immobilizing naturally occurring substances on the biopolymer filament. This would allow the unpacked substance to be lost but to be replaced by the capsule.
3. The strategy is supported by an experimental procedure, and proof of its feasibility, its effectiveness, and its optimization are yet to be made.
4. Research on the immobilization process of the substance - a complete literature review on the methods of microencapsulation of the active ingredients is made.
5. Based on this, the team chooses the use of phytochemical microencapsulation methods, and in particular through simple and complex coacervation. This avoids working with harmful monomers, and works almost exclusively on biological materials, applying environmentally friendly "green" technology, using biodegradable substances.
6. The methodology based on the combined approach (direct immobilization of the substance and indirectly, i.e. by microencapsulation) for the immobilization of natural substances of phytochemical origin on biopolymers was tested and some parameters were changed in respect to optimize it.
7. Based on the deficiencies in the application of the substance by pressure injection at high temperature, the team uses an original approach to immobilize the encapsulated or unencapsulated substance by soaking the biopolymer fiber in a dilute aqueous solution of the active ingredient.

КЛАСИФИКАЦИЯ НА МЕТОДИТЕ ЗА КАПСУЛИРАНЕ

- (1) Физични методи:**
- i. чрез "паниране" (от англ. pan coating);
 - ii. чрез въздушна обработка/въздушна суспензия (от англ. air-suspension coating);
 - iii. чрез центрофонично пресоване (от англ. centrifugal extrusion);
 - iv. чрез вибрационен шуцер (от англ. vibrational nozzle);
 - v. сушение чрез пулверизиране (от англ. spray drying);
 - vi. чрез изпаряване на разтворителя (от англ. solvent evaporation).

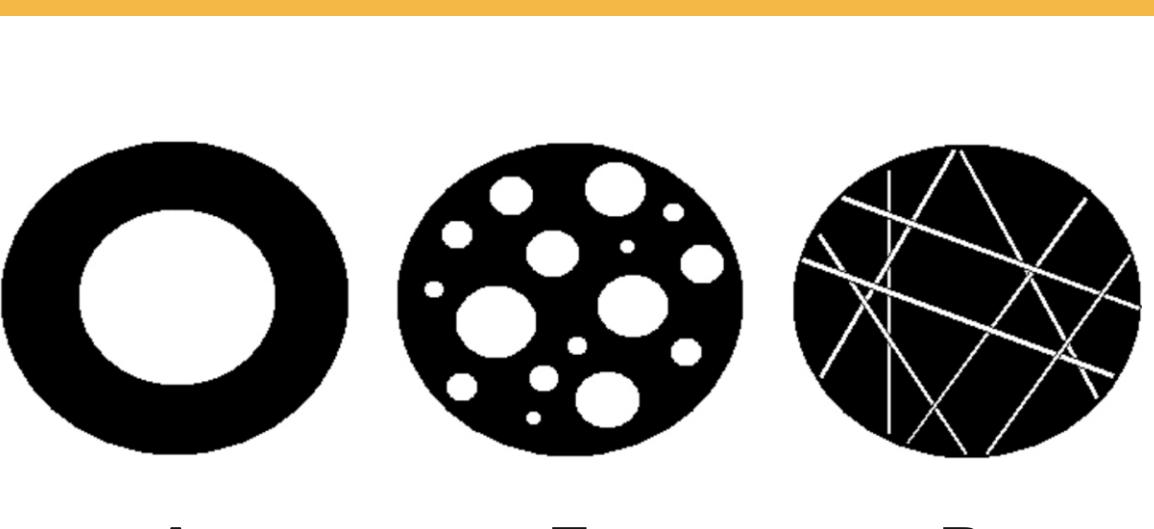


Фиг. 1. Схематично представяне на процеса на коацервация

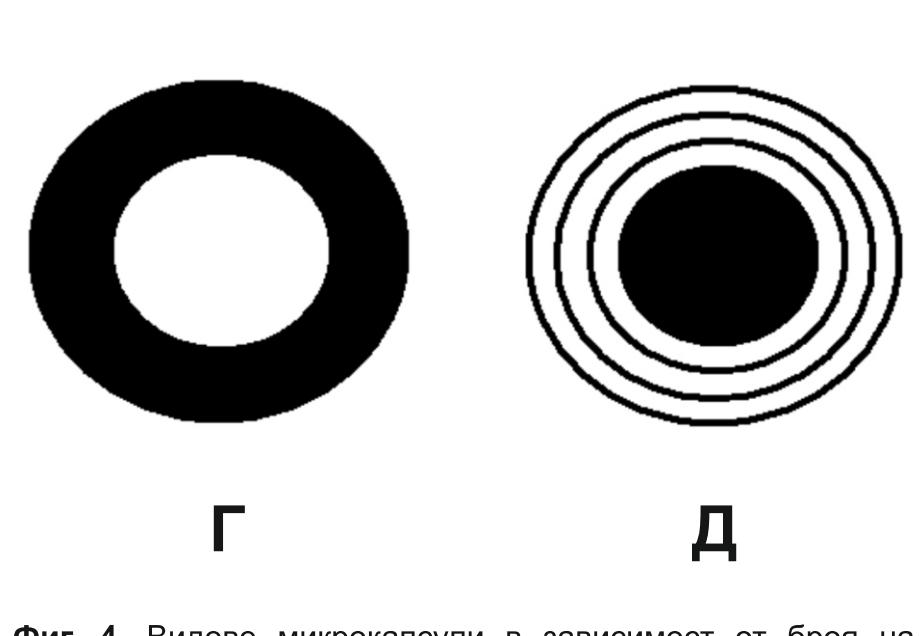
- (2) Физикохимични методи:**
- i. ионно желиране (от англ. Ionic gelation);
 - ii. коацервация (coacervation);
 - iii. превръщане на сол в гел (от англ. sol-gel).

- (3) Химични методи:**
- i. повърхностна (междуфазова) полимеризация (от англ. interfacial polymerization);
 - ii. суспензионна полимеризация (suspension polymerization);
 - iii. емулсионна полимеризация (от англ. emulsion polymerization).

КЛАСИФИКАЦИЯ НА МИКРОКАПСУЛИТЕ НА ОСНОВА НА ТЯХНАТА МОРФОЛОГИЯ

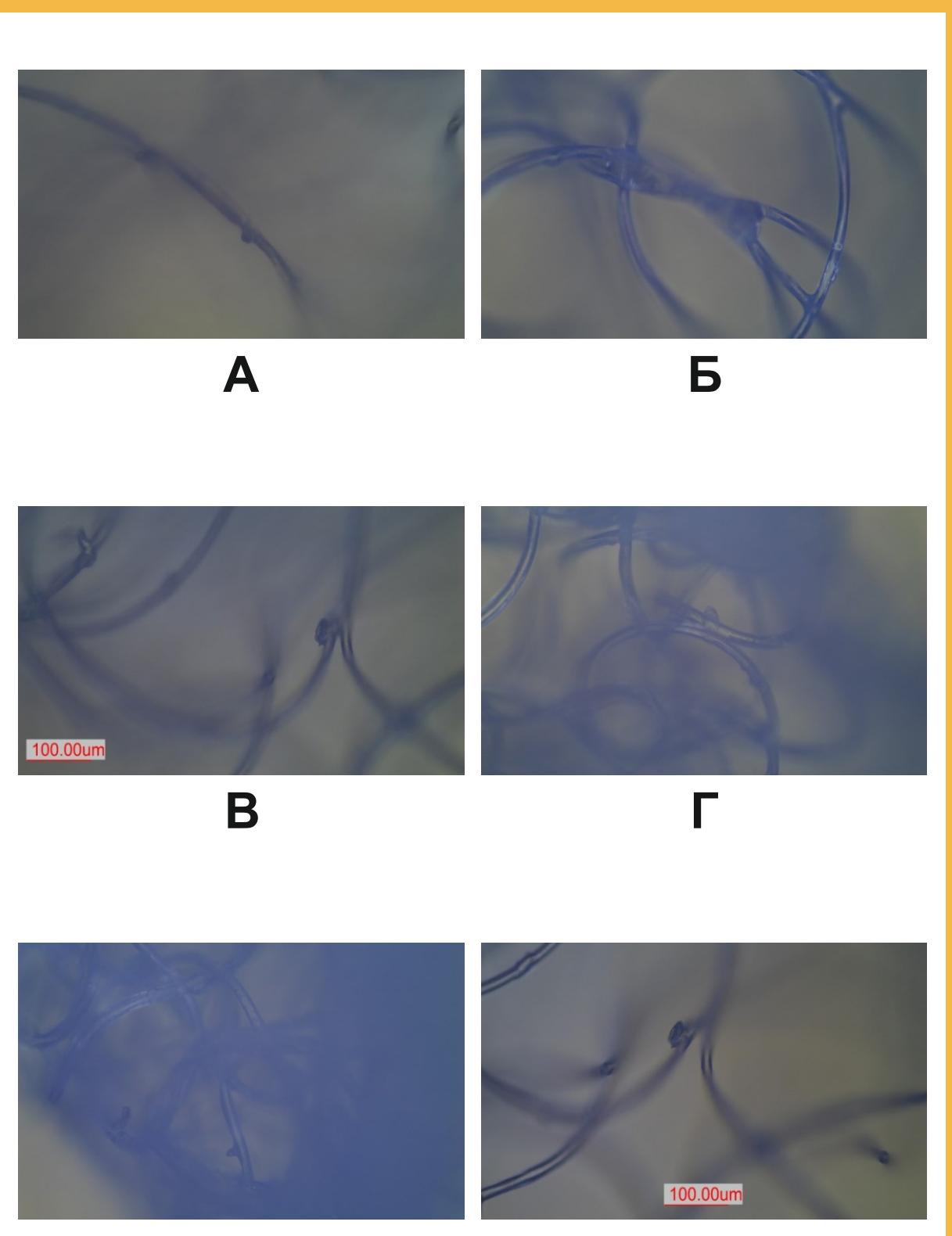


Фиг. 3. Морфология на микрокапсулите: моносърцевинни (едноядрени) (А), полисърцевинни (многоядрени) (Б), матрични (В).



Фиг. 4. Видове микрокапсули в зависимост от броя на пластовете, изграждащи обвивката: едногластова (еднослойна) (Г), многогластова(многослойна) (Д).

ФОТОГРАФИИ НА МИКРОКАПСУЛИ, ИМОБИЛИЗИРАНИ ВЪРХУ БИОПОЛИМЕРНОТО ВЛАКО, ПОЛУЧЕНИ С ИНТЕРФЕРЕНТЕН МИКРОСКОП



ЛИТЕРАТУРА

- Rodrigues, S.N., Martins, I.M., Fernandes, I.P., Gomes, P.B., Mata, V.G., Barreiro, M.F., Rodrigues, A.E. (2009). Scenfashion®: Microencapsulated perfumes for textile application *Chemical Engineering Journal*, 149, 463-472
- Cheng, S. Y., Yuen, C. W. M., Kan, C. W., Cheuk, K. K. L. (2008). Development of cosmetic textiles using microencapsulation technology. *Res. J. Text. Appar.* 12, 41-51.
- Yusop, F. H. M., Manaf, S. F. A., Hamzah, F. (2017). Preservation of Bioactive Compound via Microencapsulation. *Chemical Engineering Research Bulletin*, 19, 50-56.
- Dawson, Tim (2011). Progress towards a greener textile industry. *Coloration Technology*, 128, 1-8.
- Aloys, H., Korma, S. A., Tuyishime, M. A., Chantal, N., Abdelmoneim, H. Ali, Abed, S. M., Ildephonse, H. (2016). Microencapsulation by Complex Coacervation: Methods, Techniques, Benefits, and Applications - A Review. *American Journal of Food Science and Nutrition Research*, 3(6), 188-192.
- Cowsar, D. R. (1980). The United States of America as represented by the Secretary of the Army, Washington, D. C. Novel Fabric containing microcapsules of chemical decontaminants encapsulated within semipermeable polymers. US Patent 4,201,822; 6.
- Green, B. K. (1957). The National Cash Register Company, Dayton, Ohio. Oil containing microscopic capsules and method of making them. US Patent 2,800,458; 7.
- Jyothi, N. V. N., Prasanna, P. M., Sakarkar, S. N., Prabha, K. S., Ramaiyah, P. S., Sravan, G. (2010). Microencapsulation techniques, factors influencing encapsulation efficiency. *J. Microencapsul.* 27, 187-97.
- Cheng, S. Y., Yuen, C. W. M., Kan, C. W., Cheuk, K. K. L. (2008). Development of cosmetic textiles using microencapsulation technology. *Res. J. Text. Appar.* 12, 41-51.