

Curriculum Matters
Учебно съдържание, планове, програми и стандарти

ТЕМАТА ВЪГЛЕХИДРАТИ В ПРОГРАМИТЕ ПО ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ

¹Радка Томова, ²Елена Бояджиева, ³Миглена Славова, ¹Мариан Николов

¹Медицински университет – София

²Софийски университет „Св. Климент Охридски“

³Химикотехнологичен и металургичен университет – София

Резюме. Една от основните цели на обучението по природни науки е формирането на знания и умения на интегративна основа. Оттук произтича необходимостта от синхронизиране на съответните нормативни документи – държавни образователни изисквания и учебни програми. Прегледът на учебните програми по „Химия и опазване на околната среда“ и „Биология и здравно образование“ показва липса на координация по отношение на учебното съдържание, свързано с изучаването на въглехидратите, които са обект на двата учебни предмета. Това затруднява изграждането у учениците на стабилни знания и логични връзки, полезни в часовете по биология при изучаването на функциите на веществата в живите организми. Вследствие на това значителна част от кандидат-студентите по медицина, стоматология, фармация и биология се оказват недостатъчно подготвени за изучаването на сложни биологичноактивни класове съединения в университета. В статията са предложени идеи за реализиране на междупредметни връзки с цел обогатяване на учебното съдържание и по химия, и по биология, свързано със строежа и физиологичното действие на въглехидратите.

Keywords: Chemistry and Biology syllabuses, insufficient co-ordination, carbohydrates

Увод

Обединяването на учебните предмети „Химия и опазване на околната среда“ и „Биология и здравно образование“ в една образователна област „Природни науки и екология“ предлага възможности за реализиране на междупредметни връзки. Но за да действат ефикасно, се налага да се синхронизират основните нормативни документи – държавните образователни изисквания и учебните програми по двата предмета.

Целта на настоящата статия е въз основа на анализ на учебните програми и учебното съдържание по химия и биология да се потърсят допълнителни възможности за реализиране и обогатяване на междупредметните връзки по двата предмета, свързани с изучаване на важни биологичноактивни вещества, каквито са въглехидратите.

Преглед на учебните програми по „Химия и опазване на околната среда“ и „Биология и здравно образование“

Една от първите теми в учебната програма по „Биология и здравно образование“ в IX клас е свързана със състава, строежа и функциите на клетката (Димитров et al., 2008; Шишиньова et al., 2002; Николов et al., 2001; Ангелов et al., 2001). Логично е в учебниците по биология да се използват познанията по химия за строежа и свойствата на органичните съединения. Необходими са сериозни познания за химията на природните вещества, за да се разбере как функционират клетките. В програмата по биология се посочва: „Ученикът трябва да може да характеризира по строеж, свойства, функции и значение въглехидрати“. Но прегледът на учебните програми по двата предмета^{1,2)} показва разминаване в съдържателно отношение както по време, така и по обем. Така не се изграждат у учениците стабилни знания и логични връзки, полезни при изучаване на функциите на веществата в клетките.

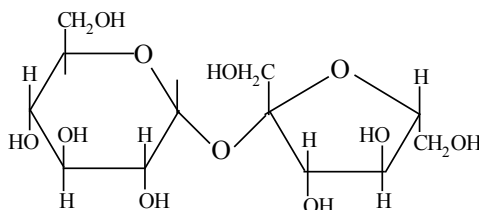
В учебниците по биология, задължителна подготовка в раздел 3. „Клетката – основна структурно-функционална единица на организмите“, част 3.4. „Въглехидрати – монозахариди, полизахариди“, накратко се представят строеж и свойства на въглехидрати, дадени са Фишерови проекционни формули на глюкоза, рибоза, дезоксирибоза, като е дадена пространствената ориентация на –ОН групите (Димитров et al., 2008; Шишиньова et al., 2002; Николов et al., 2001). С равнинните формули на Хауърт е дадено превръщането на карбонилната форма на глюкоза в циклична (Димитров et al., 2008). Структурата на целулозата е много прегледно представена с перспективна формула (Ангелов et al., 2001).

Може да се каже, че програмата по биология и здравно образование в IX клас – задължителна подготовка, предполага, че въглехидратите вече са изучавани в часовете по химия в VIII клас и са придобити необходимите познания, за да се разсъждава върху биологичните им свойства. Това е тежко *разминаване по време* на програмите по химия и биология. Въведеният в VIII клас раздел „Органични съединения в живата и неживата природа“ дава само най-обща представа за състава, физиологичното действие и значението на биологично важни съединения, каквито са и въглехидратите. На твърде описателно ниво е, за да е основа за изучаване на състава на клетките в часовете по биология в IX клас. В VIII клас в часовете по химия учениците научават само общата формула на въглехидратите (Павлова et al., 2008). Значително по-добре е застъпена темата „Въглехидрати“ в IX клас, но се изучава в края на учебната година (Павлова et al., 2002; Близнаков et al., 2010; Манев et al., 2001; Близнаков et al., 2002).

Обемът, в който се изучават въглехидратите по химия, е крайно недостатъчен.

В учебниците по химия за IX клас не се акцентира на асиметричния строеж, характерен за повечето химични съединения с биологично важни функции, включително и за въглехидратите.

Формулите, с които се представят в част от учебниците по химия за IX клас, задължителна подготовка (Павлова et al., 2008; 2002; Близнаков et al., 2010; Манев et al., 2001), не съответстват на правилата за проекционни формули по Фишер: (1) само в проекционните формули на въглехидратите се счита, че задължително трябва да се изписват C-атоми (Павлова et al., 2008; 2002; Близнаков et al., 2010; Манев et al., 2001; Близнаков et al., 2002); (2) виждат се проекционни формули, в които връзките на O-атом, включен в цикъла на цикличните форми на глюкоза и фруктоза, с C1- и с C5-атомите са с различна дължина (Близнаков et al., 2010); (3) не е означена D-/L-конфигурацията на C*-атоми във формулите на ацикличните форми на глюкоза и фруктоза; (4) липсва информация за това, че конфигурацията на най-отдалечения от карбонилната група C*-атом определя към кой стеричен ред е съединението – дали глюкозата е D- или L- (Павлова et al., 2002; Близнаков et al., 2010; 2002; Манев et al., 2001); (5) с D-/L- се означава посоката на въртене на плоскополяризираната светлина вместо с (+) и (–), погрешно наречена „поляризована“ (Близнаков et al., 2002); (6) не се номерират C-атоми в перспективните формули на монозахаридите – от дидактическа гледна точка е добре да се въведе номериране; така по-лесно ще се осмислят връзките между монозахаридните остатъци в молекулите на захароза, нишесте и целулоза; (7) въвежда се перспективната формула на захарозата, написана чрез инверсия на молекулата на фруктозата – поставя се непосилната задача да се определи при обезводняването на коя форма на глюкозата и коя на фруктозата е получена, без да са номерирани въглеродните атоми в двата цикъла и без обяснение за инверсията на формулата на фруктозата (Близнаков et al., 2002):



Дидактически много по-издържано е учениците сами да изведат формулата на захарозата, като напишат една под друга формулите на α-глюкоза и на β-фруктоза и означат дикарбонилен тип кондензация.

Друга слабост е, че липсват формули, които да представят вида на полимерната верига на компонентите на нишестето, на гликогена и целулозата – само схематично се представя строежът им (Близнаков et al., 2010; Манев et al., 2001) или са дадени по начин, от който не личи видът на О – мост между мономерите (Близнаков et al., 2002). Също така не се коментират *видовете изомерия при въглехидрати и броят на съответните изомери* в задължителната програма по химия.

В повечето учебници не се обсъжда наличието на аномерите α - и β - глюкоза (Близнаков et al., 2010; Манев et al., 2001) или не са дадени и двата изомера (Павлова et al., 2008). Въвеждането на аномерите α - и β - глюкоза се налага, за да се видят разликите в строежа им. Този материал дава възможност да се обяснят разликите във функциите на ди- и полизахаридите, изградени от тях – защо ди- и полизахаридите, изградени от α -изомерите, добре се усвояват от човека, а тези от β -изомерите не се усвояват или частично се усвояват (лактоза).

Погрешно се въвежда, че α - и β -глюкоза са енантиомери (Близнаков et al., 2002). Още в темата „Въглеродороди“ учениците получават познания за енантиомерите и могат с коректно поставена задача да решат, че α - и β -глюкоза не са енантиомери. След това да стигнат до извода, че двата изомера се различават по свойства.

Слабост е, че не се обсъжда оптичната активност на въглехидратите. Така не се прилагат познанията, получени в темата „Въглеродороди“ (Близнаков et al., 2002); не се въвежда и представата за неравностойни асиметрични въглеродни атоми.

Слабост е, че не се въвежда формулата за брой на пространствените изомери в зависимост от броя на неравностойните асиметрични С-атоми, въпреки че се обръща внимание на факта, че при наличието на няколко асиметрични С-атома са възможни голям брой пространствени изомери – алдохексози (Близнаков et al., 2010; Манев et al., 2001).

Информация и задачи за обогатяване на учебното съдържание

„Глюкоза и фруктоза имат сладък вкус поради наличието на съседни хидроксилни групи в молекулите, подобно на глицерола. Глюкозата е енергиен източник за всяка клетка. При дишането тя се окислява и освобождава бързо енергия, необходима за протичането на жизнените процеси“ (Павлова et al., 2002).

Допълваща информация. Малка част от излишната в организма глюкоза се превръща в гликоген, който се натрупва в черния дроб и мускулите като резервен източник на глюкоза. По-голямата част от излишъка се превръща в мазнини, които се натрупват в мастните депа. Резултатът е затлъстяване.

Нормалната концентрация на глюкозата в кръвта е $50 \div 110$ мг % (е $50 \div 110$ мг в 100 cm^3). При постоянна концентрация на глюкозата над $110\text{ мг \% / }100\text{ cm}^3$ е нарушена въглехидратната обмяна – болестта захарен диабет. При съдържание над $180\text{ мг/ }100\text{ cm}^3$ в урината на болния се отделя глюкоза.

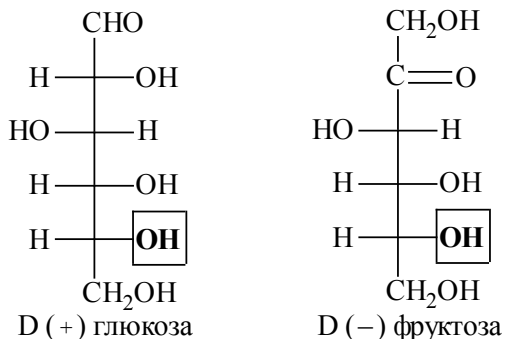
Фруктозата погрешно се счита, че е подходящ подсладител за болни от захарен диабет, тъй като за разлика от глюкозата усвояването ѝ не изисква инсулин. Всъщност използването като подсладител на фруктозата или на богатия на фруктоза глюкозо-фруктозен сироп е опасно дори за здрави хора. Фруктозата, подобно на алкохола, увеличава натрупването на мазнини в клетките на черния дроб и опасния холестерол. Води до проблеми с черния дроб и до сърдечносъдови заболявания. Причината е, че фруктозата се разгражда само в черния дроб и е токсична за него. Плодовете и зеленчуците не са опасни за организма, защото в тях е в комбинация с целулозни фибри, пропорционално на съдържанието на фруктоза. Така в черния дроб фруктозата постъпва бавно и не го натоварва.

Тази информация е наложителна и в съответствие с наредбата на Министерството на здравеопазването за физиологичните норми за хранене на населението.³⁾ Често действието на фруктозата се асоциира с плодovото ѝ наименование и погрешно се счита, че използването ѝ като подсладител е полезно.

„Изследването за алдехидна група в молекулата на глюкозата може да се извърши с амониачен разтвор на Ag_2O “ (Павлова et al., 2002; Близнаков et al., 2010).

Допълваща информация. Реакцията е характерна и за фруктозата, тъй като в основна среда фруктозата се изомеризира до глюкоза. Доказва наличието на карбонилна група, $\text{C}=\text{O}$ в молекулата, но не определя дали групата е алдехидна, или кетонна. Окисляването на глюкозата с бромна вода до глюконова киселина доказва, че карбонилната група е алдехидна. С бромна вода фруктозата не се изомеризира до глюкоза, тъй като средата е кисела. Това е единствената химична реакция, с която може да се различат глюкоза и фруктоза.

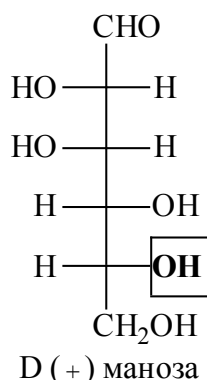
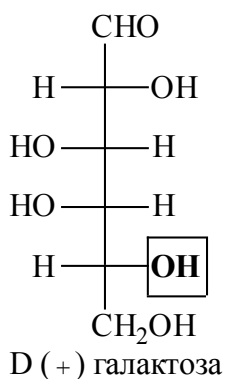
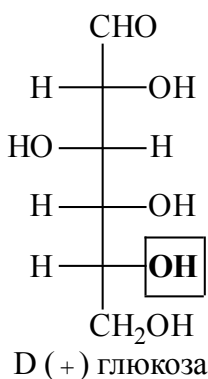
Ако в проекционната формула на нецикличната форма на монозахаридите $-\text{OH}$ групата, свързана с най-отдалечения от карбонилната група C^* -атом, е вдясно, съединението е с D-конфигурация (лат. dexter – десен). В природата съществуват D-глюкоза и D-фруктоза:



С означенията (+) и (–) се означава посоката на въртене на плоскополяризираната светлина от водните разтвори на съединенията с асиметричен строеж. Природната глюкоза върти поляризираната светлина надясно. Затова се бележи с (+) и се нарича декстроза. Природната фруктоза върти поляризираната светлина наляво. Затова се бележи с (–) и се нарича левулоза.

Задача. От проекционната формула на карбонилната форма на глюкозата определете дали някои от четирите заместителя на асиметричните въглеродни атоми C2, C3, C4, и C5 се различават, т.е. са неравностойни C*-атоми. Имайте предвид, че заместителите, които включват алдехидната (–CHO) и хидроксиметилната (–CH₂OH) група се различават по брой въглеродни атоми. При n неравностойни C*-атома броят на пространствените изомери е 2ⁿ. Определете броя на алдохексозите. Два от тях са енантиомерите D- и L-глюкоза.

Допълваща информация. Природни алдохексози:



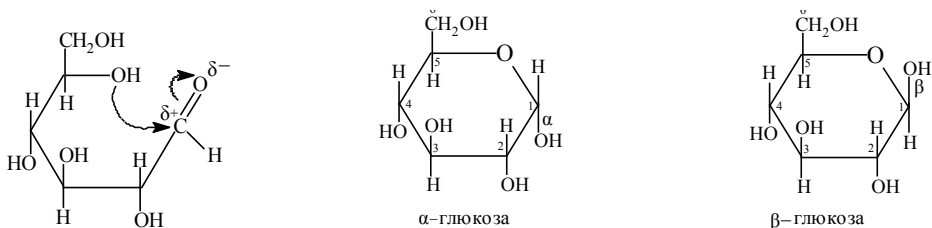
Тези алдохексози са изомери на глюкозата. Имат различни физични, биологични и оптични свойства (различен по стойност ъгъл на въртене на плоскополяризираната светлина).

Задача. Напишете реакциите на присъединяване на водород от карбонилните форми на глюкоза и фруктоза, като използвате проекционните им формули. Колко алкохола се получават от фруктоза? Каква е разликата в строежа им? Възможно ли е да се получи един и същ алкохол при хидрогенирането на глюкоза и фруктоза?

Защо получените при редукцията на хексозите алкохоли, като сорбитол, ксилитол и др., се наричат захарни алкохоли и се използват като подсладители?

Допълваща информация. Цикличните форми на глюкозата са полуацетали – съединения, които се получават при взаимодействие на алдехид и алкохол. Пре-

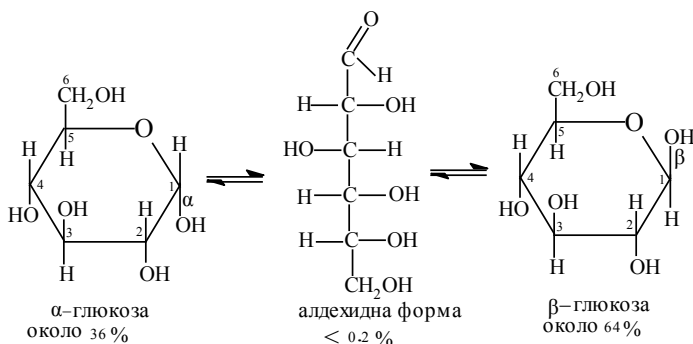
минаване на глюкозата от отворена в циклична форма – перспективна формула (Ангелов et al., 2001; Близнаков et al., 2002):



Задача. Колко неравностойни C*-атома имат α - и β -глюкоза? Определете броя на изомерните алдохексози по формулата 2^n , където n е броят на неравностойните C*-атоми.

Задача. Отговорете противоположна ли е конфигурацията на всички C*-атоми на α - и β -глюкоза, т.е. дали те са енантиомери. Предполагате ли разлика в свойствата им?

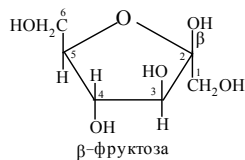
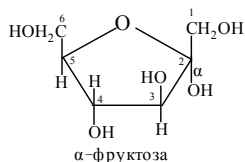
Допълваща информация. Във воден разтвор е налице равновесие между алдехидната форма, α - и β -глюкозата.



Във водния разтвор на глюкоза трите форми са в равновесие, като алдехидната форма е по-малко от 0,2 %. Основното количество глюкоза е в цикличните α - и β -глюкоза.

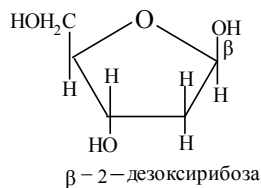
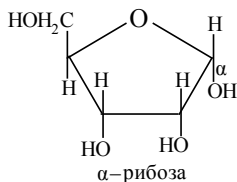
Задача. Коя мислите, че е причината за образуването на цикличните форми и за тяхната стабилност?

Задача. Перспективни формули на циклични форми на фруктоза:



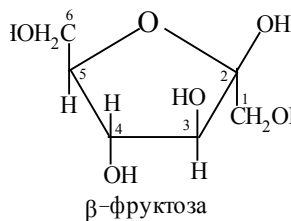
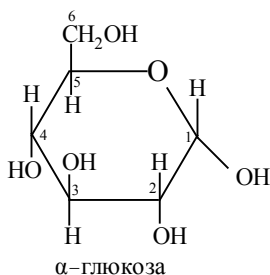
Във водния разтвор на фруктоза карбонилната форма е в равновесие с циклични, които са в преобладаващо количество. Разгледайте перспективните формули α- и β-фруктоза и отговорете дали тези две форми са енантиомери? Предполагате ли разлика в техните физични и биологични свойства?

Задача. Перспективните формули на цикличните форми на пентозите α-рибоза и β-2-дезоксирибоза са:

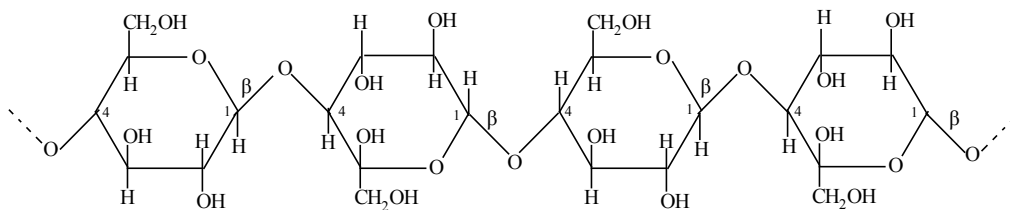


По аналогия с формулите на глюкоза представете тези на β-рибоза α-2-дезоксирибоза и алдехидните форми на дадените пентози.

Задача. Напишете перспективната формула на α-глюкоза и под нея на β-фруктоза. Означете кондензацията им до захароза чрез отделяне на вода от техните гликозидни групи. Полученият при кондензацията дизахарид е захароза.



Допълваща информация. Структурата на целулозата може да се представи с формулата:



Заклучение

Анализът на учебните програми по „Химия и опазване на околната среда“ и „Биология и здравно образование“ очевидно показва съществено разминаване и липса на координация при структурирането на учебното съдържание по двата предмета, без да се отчита тяхната интегративна същност. Вероятно ще се отчете, че твърде много време се отделя за екологични проблеми, което разрежда реалното обучение по химия.

Така в началото на IX клас учениците се оказват неподготвени за изучаване на темите за състав и строеж на клетките. Този пропуск вероятно ще бъде отстранен при преработване на нормативните документи и ще намери отражение в бъдещите учебници.

Така ще отпадне фактът, че значителна част от кандидат-студентите се оказват недостатъчно подготвени за университетското образование по медицина, фармация и биология. Това неизбежно се отразява на нивото на университетското обучение по химия както и на качеството на дипломираните специалисти, тъй като лекционните часове по медицинска химия са достатъчни за надстройка на базата на един солиден гимназиален курс по химия върху основните класове органични съединения, каквито са въглехидратите, но не и за повторното му изучаване.

Предложената информация, въпреки че в някои аспекти надхвърля изискванията, заложили в учебните програми, може да бъде използвана изборително в зависимост от възможностите на учениците.

БЕЛЕЖКИ

1. Учебни програми – IV част за задължителна и профилирана подготовка IX, X, XI, XII клас (културнообразователна област „Природни науки и екология“). София: Главна редакция на педагогическите издания, 2003.
2. Учебни програми – V част за V, VI, VII и VIII клас (културнообразователна област „Природни науки и екология“). София: Главна редакция на педагогическите издания, 2004.
3. Наредба № 23/19.07.2005 г. на Министерството на здравеопазването за физиологичните норми за хранене на населението.

ЛИТЕРАТУРА

- Ангелов, П., Ишев, В. & Попов, П. (2001). *Биология и здравно образование IX клас, профилирана подготовка*. София: Просвета.
- Близнаков, Г., Боянова, Л., Соколова, А. & Рибарска, П. (2002). *Химия и опазване на околната среда IX клас, профилирана подготовка*. София: Анубис.
- Близнаков, Г., Боянова, Л., Соколова, А. & Рибарска, Р. (2010). *Химия и опазване на околната среда IX клас, задължителна подготовка*. София: Анубис.
- Димитров, О., Кожухарова, М., Аргирова, Т., Богоев, В. Минков, И. Кименов, Г. & Славова, М. (2008). *Биология и здравно образование, задължителна подготовка IX клас*. София: Булвест 2000.
- Манев С., Цавкова, М., Лазаров, Д. & Петров, Г. (2001). *Химия и опазване на околната среда, IX клас, задължителна подготовка*. София: Просвета.
- Николов, Т., Буланов, И., Костова, З. & Вълкова, Ц. (2001). *Биология и здравно образование IX клас, задължителна и профилирана подготовка*. София: Анубис.
- Павлова, М., Бояджиева, Е., Иванова, В., Кирова, М. & Микова, Н. (2002). *Химия и опазване на околната среда IX клас, задължителна подготовка*. София: Педагог 6.
- Павлова, М., Кирова, М., Бояджиева, Е., Иванова, В. & Кръстев, А. (2008). *Химия и опазване на околната среда VIII клас, задължителна подготовка*. София: Педагог 6.
- Шишнъова, М., Димков, Р., Оджакова, Враджалиява, М. & Банчева, Л. (2002). *Биология и здравно образование за IX клас, задължителна подготовка*. София: Анубис.

THE TOPIC CARBOHYDRATES IN THE EDUCATIONAL PROGRAMS ON CHEMISTRY AND BIOLOGY

Abstract. One of the main goals of the education in natural sciences is the formation of knowledge and abilities on an integrative basis. Therefore, the normative documents – state educational regulations and educational programs – have to be synchronized. The review of the educational programs on Chemistry and Environmental Protection, and Biology and Health Education reveals the lack of coordination of syllabus. This syllabus is needed for the studying of important carbohydrates which are objects of both of the subjects. This makes it difficult to develop in students stable knowledge and logic connections which are particularly useful in the studying of the substances’

functions in living organisms. In the present paper ideas are given for the realization of connections between the two subjects connected with the structure and physiological activity of carbohydrates.

✉ **Dr. Radka Tomova, Dr. Marian Nikolov**

Department of Chemistry and Biochemistry
Medical University – Sofia
2, Zdrave Street
1431 Sofia, Bulgaria
E-mail: rtomova@mail.bg
E-mail: mnikolov@mail.bg

✉ **Dr. Elena Boiadjieva,**

Research Laboratory on Chemistry Education
and History and Philosophy of Chemistry
University of Sofia
1, James Bourchier Blvd.
1164 Sofia, Bulgaria
E-mail: leni_b@abv.bg

✉ **Ms. Miglena Slavova,**

Department of Biotechnologies, University
of Chemical Technology and Metallurgy (UCTM) – Sofia
8, Saint Kliment Ohridski Blvd.
1756 Sofia, Bulgaria
E-mail: slavovy@abv.bg