



ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ „ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ”
ФИЛИАЛ – СМОЛЯН

55 ГОДИНИ ПЕДАГОГИЧЕСКО ОБРАЗОВАНИЕ В ГРАД СМОЛЯН

20 ГОДИНИ ФИЛИАЛ НА ПЛОВДИВСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ

„ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ”

НАЦИОНАЛНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ

„ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА –

ЗА ЛИЧНОСТНО И ОБЩЕСТВЕНО

РАЗВИТИЕ”

27 – 28 октомври 2017 г.

гр. Смолян



ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

Председател:

доц. д-р Ивайло Старибратов

Заместник – председател:

доц. д-р Мариана Ламбова

Членове:

проф. д.ф.н. Елена Каневска-Николова
доц. д.н. Нина Герджикова
доц. д-р Силвия Младенова

Секретариат:

гл. ас. д-р Малина Шиблова
гл. ас. д-р Христо Мелемов
гл. ас. д-р Мирослав Михайлов
ас. Илияна Чакърова
ас. Пенка Гунчева
ас. Мария Главчева
преп. Христина Симеонова
преп. Емилия Коцарова
Даниела Коджебашева
Венера Щинарова
Валя Арнаудова
Радка Тодорова

НАУЧЕН КОМИТЕТ

Председател:

проф. д-р Илиян Иванов

Членове:

проф. д.ф.н. Елена Николова
доц. д.н. Нина Герджикова
доц. д-р Русалена Пенджекова-Христева
доц. д-р Ивайло Старибратов
доц. д-р Мариана Ламбова
доц. д-р Силвия Младенова
доц. д-р Георги Юручев



СЕКЦИЯ: „БИОЛОГИЯ, ХИМИЯ И МЕДИЦИНА”

Връзка между антропометрични и биоимпедансометрични признаци, характеризиращи телесния състав при деца и подрастващи.

Мима Николова, Силвия Младенова

6

Секуларни промени в ръста, теглото и индекса на телесната маса на 8 – 17-годишни деца и подрастващи от Смолянска област, 1998 – 2017 (предварителни резултати).

Силвия Младенова, Емилия Андреевко, Дойчин Бояджиев

17

Формиране и развитие на екологично съзнание чрез съвременни лабораторни методи.

Галя Петрова, Дария Йосифова

34

Върху размножаването на някои мишевидни гризачи (*Muroidea Illiger*, 1811) от Огражден планина (Югозападна България).

Златозар Боев

44

Пространствена структура и биометрични параметри на короните в дендроценози, разстроени от ветрова инвазия в Западните Родопи.

Ангел Ферезлиев, Христо Цаков

55

Системи за пълнодървестността на дугласката в средновъзрастни култури, създадени в Северозападните Родопи.

Ангел Ферезлиев

71

Особености в строежа по височина и обем на дендроценози, разстроени от смерч в Западните Родопи.

Ангел Ферезлиев, Христо Цаков

82

Мастнокиселинен състав и липидни индекси на масло от семена на амарант (*Amarantus caudatus* L.).

Жана Петкова, Мария Ангелова-Ромова, Благо Чучков

96

Приложение на N-ацилиминиеви реагенти получени от бензотиазол, за синтез на биологично активни вещества.

Йордан Стремски, Стела Статкова-Абегхе, Илиан Иванов, Вероника Стаева

107

Засилване на екологичната насоченост на обучението в раздела „Метали от 4 – 6 периоди на Периодичната система” (10. клас).

Антоанета Ангелачева

118



Фосфолипиден профил на клинични проби трахеални и гастрални аспирати от рискови новородени деца.

**Владимир Миров, Вишня Стоянова, Ася Цанова,
Емилия Стоименова, Албена Йорданова,
Емилия Христова, Здравко Лалчев**

134

ПОСТЕРНИ ДОКЛАДИ

Анализ на резултатите от анкета, проведена след web-базирано обучение по биохимия в СУ „Св. Кл. Охридски”.

Емилия Стоименова, Симона Стойкова, Албена Йорданова

147

Сравнителен анализ на изследванията върху биологичните и фармакологични свойства на *Aloe vera* L. и тяхното въздействие върху човешкото здраве.

**Пламен Стоянов, Красимир Тодоров, Пенка Фильова,
Цветелина Младенова**

157

Идентифициране на нова митохондриална мутация в гена, кодиращ цитохром с III оксидаза (CO3) при деца с разстройство от аутистичния спектър (РАС) с помощта на секвениране на РНК от следващо поколение (NGS RNA sequencing).

Данаил Минчев, Николай Попов, Младен Найденов, Тихомир Въчев

179

Антропометрични индекси за затлъстяване и потенциален здравен риск при пловдивски студенти.

Емилия Андреевко, Силвия Младенова, Слави Тинешев, Младен Найденов, Надежда Петрова

193

Екстракционно-хромогенна система съдържаща ванадий (V), нафтаген-2,3-диол и метилтиазолилдифенилтетразолиев бромид.

Кирил Гавазов, Галя Тончева, Златимир Желев

206

Проучване на нормативната уредба, регламентираща дейността на етичните комисии в системата на здравеопазване в България.

Нели Градинарова, Петя Трендафилова, Цветелина Михайлова

207

Влияние на вида екстрагент върху хроматографския профил на полифеноли от котешка стъпка (*Clinopodium vulgare*).

Димитър Божилов, Солея Даньо, Илиян Иванов, Радка Бръмбарова

229

Изследване на природни и питейни води от маршрута Пловдив-Смолян за съдържание на следови елементи чрез ICP-MS.

Евелина Върбанова, Деяна Георгиева, Виолета Стефанова, Веселин Кметов, Илиян Иванов

230

ВРЪЗКА МЕЖДУ АНТРОПОМЕТРИЧНИ И БИОИМПЕДАНСОМЕТРИЧНИ ПРИЗНАЦИ, ХАРАКТЕРИЗИРАЩИ ТЕЛЕСНИЯ СЪСТАВ ПРИ ДЕЦА И ПОДРАСТВАЩИ

^aМима Николова, ^bСилвия Младенова

^aПловдивски университет „Паисий Хилендарски”

4000 Пловдив, ул. ”Цар Асен” 24

^bПловдивски университет „Паисий Хилендарски”

4000 Пловдив, ул. ”Цар Асен” 24

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски”, Филиал-Смолян

4700 Смолян, ул. ”Дичо Петров” 32

РЕЗЮМЕ

Изследвани са трансверзално 2269 деца и подрастващи (1114 момчета и 1155 момичета), на възраст от 7 до 17 години. Програмата включва антропометрични измервания (дължини, широчини и обиколки на тялото и кожни гънки), позволяващи да се изчислят подкожните мазнини и общото количество мастна и безмастна тъкан. Биоимпедансометричните измервания са извършени с апарат ABC - 01 (MEDASS, Russia). На всеки индивид са определени стойностите на активното и реактивно съпротивление на тъканите, както и относителните и абсолютни стойности на компонентите на телесния състав. Анализирани са възрастовите промени на биоелектричните съпротивления (активно и реактивно) и двата компонента на телесното тегло – мастен и безмастен. Чрез множествен регресионен и корелационен анализи са отчетени зависимостите между импедансометричните и антропометричните признаци. Резултатите показват, че биоимпедансометричните признаци са свързани с морфологични признаци, което ги прави добри информатори за морфологичния статус на организма. Мастният компонент, отчетен чрез биоимпедансния метод и при двата пола показва висока зависимост с този, отчетен по антропометричния метод.

Ключови думи: телесен състав, антропометрия, биоимпеданс, деца и подрастващи

ВЪВЕДЕНИЕ

Един от най-дискутираните въпроси в научната литература е търсенето на адекватно решение на проблемите, свързани с точната оценка на телесния състав на

деца и подрастващи при популационни проучвания. Като класически модел и досега се използва двукомпонентния модел на Behnke (1963), според който телесният състав се оценява чрез двете съставки на телесното тегло – телесни мазнини (fat mass) и активна телесна маса (lean body mass), която се отъждествява със свободната от мазнини маса (fat-free mass), включваща всички безмастни тъкани. В тази връзка през годините изследователите са разработили различни регресионни уравнения на базата на определени антропометрични признаци, чрез които става възможно определянето на абсолютния и относителния дял на тези два основни компонента на телесното тегло (Matiegka, 1921; Brozek & Keys, 1951; Parizkova, 1961, 1963, 1977; Slaughter, Lohman, 1988 и други). По-късно покрай косвените методи за фракциониране на телесната маса, започват да се използват и така наречените „инструментални” методи, най-популярен от които е метода на биоелектричния импеданс (Hewmsfield, Lohman, Wang, 2005; Николаев, Смирнов, Бобринская, Руднев, 2009; Руднев, Соболева, Стерликов, Николаев, 2014). Същността му се състои в определяне на електрическото съпротивление на тъканите в организма.

В настоящата работа се прави опит да се определят компонентите на телесния състав при деца и подрастващи с помощта на антропометрични и биоимпедансометрични методи и да се провери доколко последните са информатори за морфологичния статус на организма.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследвани трансверзално са 2269 български деца и подрастващи (1114 момчета и 1155 момичета) на възраст от 7 до 17 години през 2008-2009 г. Антропологичната програма включва 31 директно измерени признака – ръст, тегло, 5 телесни диаметъра, 11 обиколни признака на туловището и крайниците, 9 кожни гънки и 4 костни диаметъра.

За оценка на телесния състав е използван двукомпонентния модел за телесния състав на Behnke (1963), при който телесната маса е сума от мастната и безмастната тъкан. Тези компоненти са отчетени по два метода – биоимпедансен и антропометричен. Биоимпедансният анализ е извършен чрез анализатор на телесния състав ABC-01 “Медасс” (НТИЦ Медасс, Москва, Русия), по стандартна методика с налагане на електроди на дясната китка и дясното ходило. Определени са индивидуалните стойности на биоелектричните показатели активно съпротивление

(R50), реактивно съпротивление (X_{c50}), импеданса (Z) и фазовият ъгъл (R_{hi}) при честота от 50 kHz, които са база за оценка на телесния състав.

Антропометричната оценка на общото количество мастна тъкан е извършена по формулите на Matiegka (1921):

$$D = d \cdot S \cdot k,$$

където D е мастната тъкан (kg), d е средната дебелина на кожните гънки (mm), S е телесната повърхност (cm²), k е коефициент (0,13).

Първичните данни са обработени статистически чрез софтуерният пакет SPSS 16.0. и са получени основните статистически параметри за изследваните признаци.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В таблица 1 са дадени средните стойности и стандартните отклонения на антропометрични и биоимпедансометрични признаци.

Активното съпротивление (R) е свързано положително с мастната тъкан и отрицателно с количеството вода и безмастната тъкан. В динамика то търпи слаби промени при момчетата, особено след 10-11 годишна възраст. Това показва стабилност на мастния компонент при момчетата. При момчетата активното съпротивление намалява с възрастта, което е свързано с редуцията на мастния компонент (Таблица 1, Фигура 1).

Реактивното съпротивление (X_c) е свързано положително с активната клетъчна маса в безмастната тъкан. Абсолютните му стойности са дадени в Таблица 1. Неговите значения са информативни по отношение на телесния състав, когато са представени като % от активното съпротивление R . Фигура 2 представя именно реактивното съпротивление като относителен дял от активното клетъчно съпротивление. Както се вижда от фигурата, при момчетата стойностите на този показател нарастват с възрастта, което е отражение на увеличаването на скелета и мускулатурата, т.е на активната клетъчна маса при тях (Фигура 2).

Мастната тъкан, отчетена и по двата метода нараства и се стабилизира във възрастовия интервал 15-17 години и при двата пола (Таблица 1, Фигура 3). Безмастната тъкан при момчетата се увеличава през целия възрастов период, докато при момчетата се стабилизира след 13-14 годишна възраст (Таблица 1, Фигура 4). Явно е, че формирането на соматичните особености при момчетата е свързано с развитието на скелета и мускулатурата, докато при момчетата тяхната роля е по-малка.

За анализиране на връзката между всяко от биоелектричните съпротивления и комплекса от антропометрични признаци е извършен множествен регресионен анализ, където зависимите признаци са двете съпротивления, а предиктори са морфологичните признаци. На таблица 2 са дадени стойностите на коефициента на множествена корелация (R) и значимостта му (p) за всички регресионни уравнения при двата пола. Може да се види, че корелацията между всички независими променливи е по-голяма с активното съпротивление, в сравнение с реактивното. Корелациите са по-високи при момчетата, с изключение на кожните гънки, които са малко по-високи при момичетата. Най-високи са коефициентите на множествена корелация за всички независими променливи, което е естествено поради големия брой на морфологичните признаци. Тези резултати ясно показват, че биоелектрическите признаци са свързани с морфологичните.

В нашето изследване потърсихме връзка между мастната и безмастна тъкан, отчетени биоимедансометрично и антропометрично, като за целта използвахме корелационен анализ. Резултатите от него са представени на таблица 3. Те показват относително висока степен на връзка между мастната тъкан, отчетена чрез биоимпеданс и антропометрично. Високи са корелационните коефициенти и между подкожната тъкан и мастната тъкан, отчетени чрез биоимпедансния метод. Тези резултати показват, че оценката на мастния компонент по двата метода има в над 75% общи фактори на изменчивост. Що се отнася до безмастната тъкан, както се вижда от таблицата, тя показва сравнително висока степен на връзка с мастния компонент (от 0.52 до 0.57), което би могло да се обясни с интензивния растеж на костите и мускулите и промените в мастния компонент в през изследвания онтогенетичен период.

ИЗВОДИ

1. Възрастовата динамика на биоелектрическите съпротивления отразява промените в компонентите, дефиниращи специфичните соматични характеристики на двата пола.

2. Мастният компонент, отчетен чрез биоимпедансометричния метод и по антропометрични формули показва висока степен на корелационна зависимост (0.75-0.79).

3. Биоелектрическите признаци са свързани с морфологичните, което ги прави добри информатори за морфологичния статус на организма.

Таблица 1: Основни статистически характеристики на антропометричните и биоимпедансометричните показатели на изследваната популация момчета и момичета

Антропометрични и биоимпедансометрични показатели	момчета		момичета	
	X	SD	X	SD
7 г.	n=78		n=97	
Ръст, cm	128	5,8	127,2	5,6
Тегло, kg	28,4	6,3	26,6	5,1
Активно съпротивление, Om (R50)	693	71	753	69
Реактивно съпротивление, Om (Xc50)	79,2	14,6	85,9	10,7
Масна маса (BIA), kg	5,3	3,5	5,3	2,9
Безмасна маса (BIA), kg	23,2	3,9	21,1	2,9
Масна маса (Matiegka), kg	5,4	3	5,5	2,6
Безмасна маса (Matiegka), kg	23	3,8	21	3,2
8 г.	n=134		n=108	
Ръст, cm	132,6	7	131,9	6,5
Тегло, kg	31,8	8,4	30,3	7,4
Активно съпротивление, Om (R50)	679	71	741	85
Реактивно съпротивление, Om (Xc50)	74,6	9,2	82,1	11,5
Масна маса (BIA), kg	6,4	4,3	6,8	3,9
Безмасна маса (BIA), kg	25,8	4,8	23,5	4,3
Масна маса (Matiegka), kg	6,5	4,3	6,3	3,7
Безмасна маса (Matiegka), kg	25,3	4,9	24	4,3
9 г.	n=127		n=126	
Ръст, cm	137,1	8,2	137	7,2
Тегло, kg	34,3	9,3	33,9	8,7
Активно съпротивление, Om (R50)	652	98	719	99
Реактивно съпротивление, Om (Xc50)	75,4	11,1	78,7	12,7
Масна маса (BIA), kg	6,7	4,8	7,7	4,3
Безмасна маса (BIA), kg	27,8	6,3	26,1	5,3
Масна маса (Matiegka), kg	7	4,6	7,5	4,4
Безмасна маса (Matiegka), kg	27,3	6,4	26,4	4,9
10 г.	n=107		n=112	
Ръст, cm	143	6,4	144,2	7,5
Тегло, kg	39,9	10	39,2	9,3
Активно съпротивление, Om (R50)	655	87	663	130
Реактивно съпротивление, Om (Xc50)	73	10,6	76	12,4
Масна маса (BIA), kg	9,1	5,1	8,8	4,7
Безмасна маса (BIA), kg	30,7	6	30,1	5,7
Масна маса (Matiegka), kg	8,9	5,7	8	4,2
Безмасна маса (Matiegka), kg	30,9	6,3	31,3	6,51
11 г.	n=115		n=108	
Ръст, cm	148,6	8,1	147,4	8,6
Тегло, kg	44,5	13,3	40,4	9,6
Активно съпротивление, Om (R50)	636	88	640	116
Реактивно съпротивление, Om (Xc50)	68,9	9,4	76	12,8
Масна маса (BIA), kg	10,5	7,5	8,7	4,1
Безмасна маса (BIA), kg	34	7,4	31,5	6,6
Масна маса (Matiegka), kg	8,6	5,8	7,5	3,4
Безмасна маса (Matiegka), kg	36	9,3	32,9	7,26
12 г.	n=94		n=110	
Ръст, cm	154,3	8	154,5	7,8
Тегло, kg	48,2	11,9	48,3	12,2
Активно съпротивление, Om (R50)	618	89	617	109
Реактивно съпротивление, Om (Xc50)	71,1	10,9	73,1	12,2
Масна маса (BIA), kg	10,2	5,2	11,3	6,3
Безмасна маса (BIA), kg	38,1	8,9	36,4	7,1
Масна маса (Matiegka), kg	8,3	3,97	9,8	4,2
Безмасна маса (Matiegka), kg	39,9	9,9	37,9	9,2

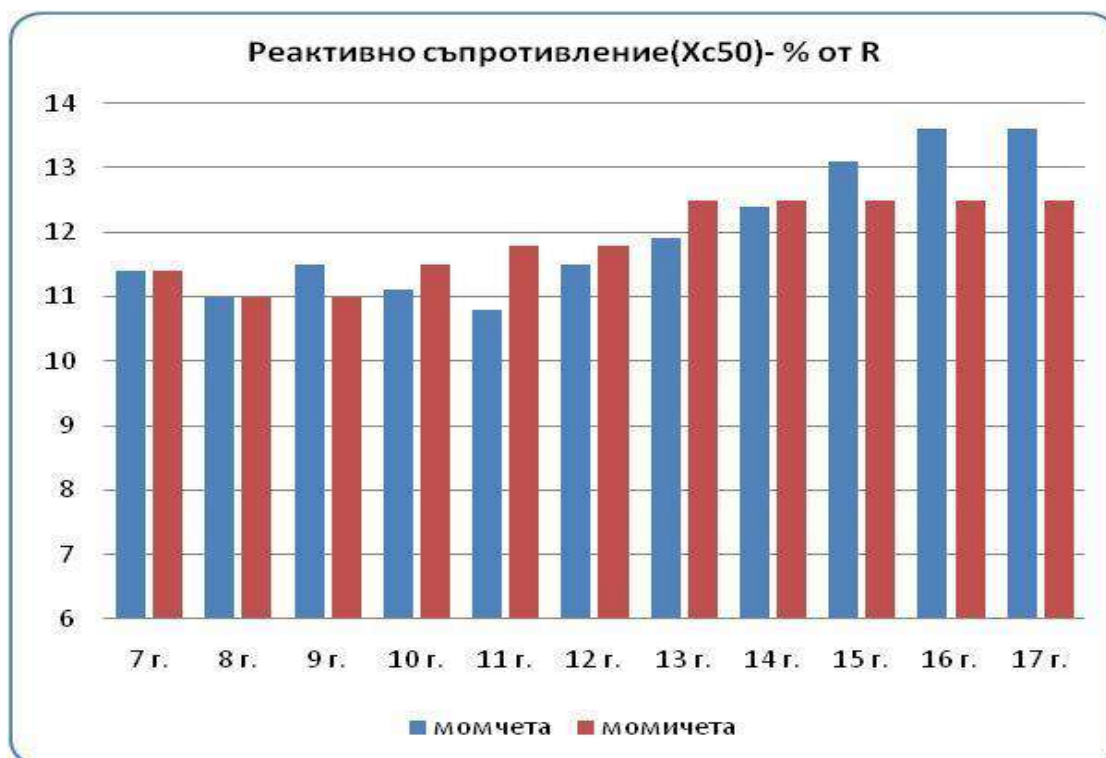
Таблица 1: Продължение

Антропометрични и биоимпедансометрични показатели	момчета		момичета	
	X	SD	X	SD
13 г.	n=105		n=114	
Ръст, cm	160.7	8.2	159.2	5.6
Тегло, kg	48,2	13,3	53,8	12,2
Активно съпротивление, Om (R50)	564	86	600	116
Реактивно съпротивление, Om (Xc50)	67.2	9.5	75.4	12.2
Масна маса (BIA), kg	10.7	7.0	13.2	6.8
Безмасна маса (BIA), kg	43.5	9.1	39.8	7.3
Масна маса (Matiegka), kg	9.3	4.3	10.7	5
Безмасна маса (Matiegka), kg	44.9	10.6	42.2	9.9
14 г.	n=112		n=108	
Ръст, cm	167.6	8.3	160.3	5.4
Тегло, kg	60,5	15,5	54,6	10,1
Активно съпротивление, Om (R50)	548	68	612	109
Реактивно съпротивление, Om (Xc50)	67.9	8.9	76.5	13.9
Масна маса (BIA), kg	11.7	8.7	13.9	5.9
Безмасна маса (BIA), kg	47.9	8.6	39.9	5.8
Масна маса (Matiegka), kg	9.9	6.6	12.4	4.9
Безмасна маса (Matiegka), kg	49.6	10.5	41.4	6.5
15 г.	n=94		n=108	
Ръст, cm	173.4	6.5	161	5.8
Тегло, kg	70,3	15,1	55,1	8,6
Активно съпротивление, Om (R50)	506	62	648	64
Реактивно съпротивление, Om (Xc50)	66.3	9.4	81	14.9
Масна маса (BIA), kg	12.3	9	15.3	4.7
Безмасна маса (BIA), kg	55.0	8.8	39.8	5.1
Масна маса (Matiegka), kg	11.3	4.6	11.6	4.3
Безмасна маса (Matiegka), kg	58.1	12.5	43.4	6.7
16 г.	n=76		n=85	
Ръст, cm	174.4	7.7	162.8	5.9
Тегло, kg	69,2	11,2	55,7	9,8
Активно съпротивление, Om (R50)	473	65	669	78
Реактивно съпротивление, Om (Xc50)	64.3	8.6	83.7	15
Масна маса (BIA), kg	11.9	6.5	15.5	5.2
Безмасна маса (BIA), kg	57.9	7.9	39.8	6.2
Масна маса (Matiegka), kg	11.1	4.8	12.3	4.5
Безмасна маса (Matiegka), kg	58.7	8.3	42.9	6.6
17 г.	n=72		n=79	
Ръст, cm	176,4	7,1	161,1	6,4
Тегло, kg	72,8	12,5	54,9	9,3
Активно съпротивление, Om (R50)	496	59	635	111
Реактивно съпротивление, Om (Xc50)	67.5	9.2	79.1	13.8
Масна маса (BIA), kg	12.1	7.7	14.5	5.5
Безмасна маса (BIA), kg	58.5	7.1	40.7	6.7
Масна маса (Matiegka), kg	11.2	6	11.6	4.1
Безмасна маса (Matiegka), kg	60,5	8,4	43,7	7,7

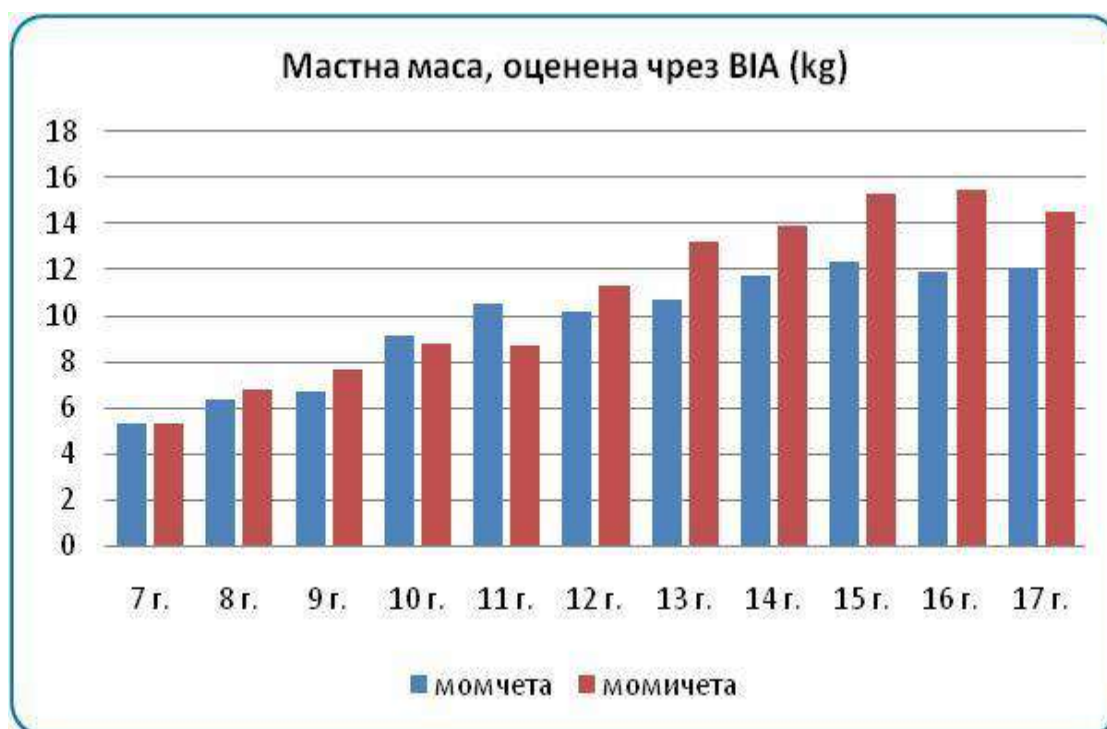
Фигура 1: Възрастови изменения на активното съпротивление (R)



Фигура 2: Възрастови изменения на реактивното съпротивление (X_c), изразено като % от активното съпротивление R



Фигура 3: Възрастова динамика на мастната маса



Фигура 4: Възрастова динамика на безмастната маса

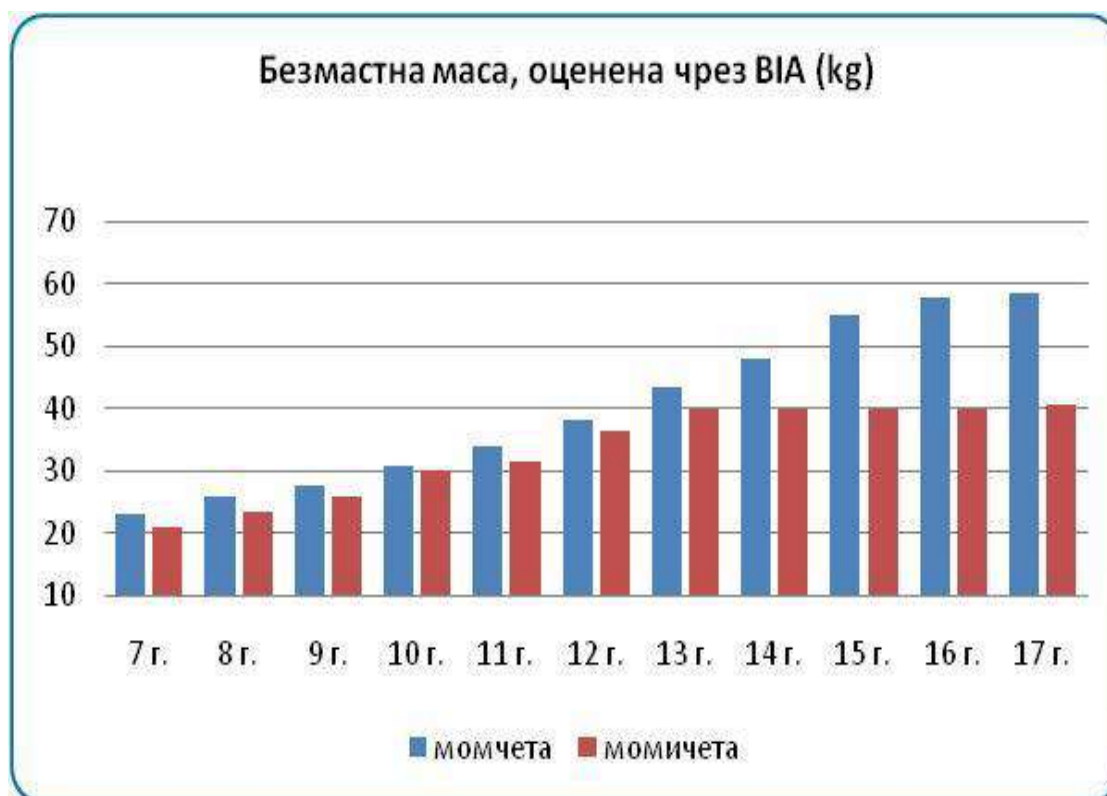


Таблица 2: Резултати от множествения регресионен анализ между биоелектричните съпротивления и антропометричните признаци

Предиктори	Момчета				Момичета			
	Активно съпротивление (R50)		Реактивно съпротивление (Xc50)		Активно съпротивление (R50)		Реактивно съпротивление (Xc50)	
	R	p	R	p	R	p	R	p
Обиколни признаци	0,712	0,000	0,437	0,001	0,577	0,000	0,310	0,000
Кожни гънки	0,335	0,000	0,274	0,001	0,375	0,000	0,265	0,000
Скелетни диаметри*	0,711	0,000	0,445	0,000	0,529	0,000	0,262	0,000
Ръст и ягело	0,735	0,000	0,413	0,000	0,565	0,000	0,222	0,000
Всички признаци	0,800	0,000	0,524	0,000	0,666	0,000	0,409	0,000

Легенда: R-регресионен коефициент; p- ниво на значимост; скелетни диаметри*: раменен и тазов , сагитален и трансверзален на гръдния кош, епикондиларни диаметри, ширина китка и глезен.

Таблица 3: Корелационни коефициенти (r) между компонентите на телесния състав*

	Масна маса (BIA) г	Безмасна маса (BIA) г	Масна маса по Матейка г	Подкожна масна тъкан по Шкерли г
Масна маса (BIA)	-	0.45	0.79	0.78
Безмасна маса (BIA)	0.51	-	0.54	0.52
Масна маса по Матейка	0.75	0.57	-	0.98
Подкожна масна тъкан по Шкерли	0.74	0.55	0.99	-

* Над диагонала са корелационните коефициенти за момчетата, а под диагонала- за момичетата. Всички коефициенти са значими при **p< 0,001**

ЛИТЕРАТУРА

Николаев, Д., Смирнов, А., Бобринская, И., Руднев, С. *Биоимпедансный анализ состава тела человека*, Наука, Москва, 2009, с.392.

Руднев, С., Соболева, Н., Стерликов, С., Николаев, Д. и др. *Биоимпедансное исследование состава тела населения России*. РИО ЦНИИОИЗ, Москва, 2014.

Behnke, A. R. Anthropometric evaluation of body composition through life. //Ann. N.Y.Acad.Sci, 1963, 110: 450- 464.

Brozek, J., A. Keys. The evaluation of leanness-fatness in man:norms and interrelationships. // *Brit.J.Nutr.*,1951, 5:194-206.

Heymsfield, S.B., Lohman, T.G., Wang, Z.M., Scott, B. Going Human Body Composition. *Human Kinetics Publishers,Inc*, 2005: 535.

Matiegka, J. The testing of physical efficiency.// *Am.J. Phys.Anthrop.*1921:223-30.

Nikolaev, D.V. Bioelectrical Impedance Analyzer ABC- 01 “Medass”: Application Guide.(In Russian). Moscow, 2001.

Parizkova, J. Body Fat and Physical Fitness. Nijhoff: The Hague, 1977.

Parizkova, J. The impact of age, diet and exercise on man’s body composition.// *Ann.N.Y.Acad.Sci.*,1963, 110, 661-674.

Parizkova, J. Total Body Fat and Skinfold Thickness in Children. // *Metabolism*, 1961,10: 794-807.

Skerlj, B. Age changes in Fat distribution in the female body.// *Acta Anat.*,1959, 38: 56-63.

Slaughter, M., Lohman, T. Skinfolds equations for estimation of body fatness in children and youth. // *Hum.Biol.*, 1988, 60 : 709-723

Кореспондиращ автор:

Мима Николова,

ПУ”П.Хилендраски”, Биологически факултет

4000 Пловдив

Ул. „Цар Асен” 24

e-mail: minikbio@uni-plovdiv.bg; minikbio@abv.bg

RELATION BETWEEN INDICATORS MEASURED USING ANTHROPOMETRICAL AND BIOIMPEDANCE ANALYZE METHODS FOR CHARACTERISTICS OF BODY COMPOSITION IN CHILDREN AND ADOLESCENTS

^aMima Nikolova, ^bSilviya Mladenova

^aUniversity of Plovdiv Paisii Hilendarski, 24 Tzar Asen, 4000 Plovdiv, Bulgaria

^bUniversity of Plovdiv Paisii Hilendarski, 24 Tzar Asen, 4000 Plovdiv, Bulgaria

University of Plovdiv “Paisii Hilendarski”, Branch - Smolyan,

32 Dicho Petrov, 4700 Smolyan, Bulgaria

SUMMARY

The purpose of this study is to analyze the age variability of body composition in children and adolescents by comparing the anthropometric and bioelectrical impedance analysis methods. It was made a transversal analysis of 1155 girls and 1114 boys aged 7 to 17 years. Anthropometrical program includes 31 features (lengths, widths, circumferences and skin folds), making it possible to calculate the subcutaneous fat and total amount of adipose tissue. For the study of body composition we also used bioelectrical impedance analysis using analyzer ABC -01 (Medass, Russia). We determined for every child the values of the active and reactive resistance of the tissues, through which the relative and absolute values of the components of body composition were considered. We analyzed the inter-relational dependences between the characteristics of the tissue resistance and morphological characteristics and their dynamics in ontogenesis. The results show a high degree of correlation between the features, measured using bioelectrical impedance analysis and using anthropometric methods in boys.

Key words: *Body composition, anthropometry, bioelectrical impedance analysis, children and adolescents.*

Corresponding author:

Mima Nikolova, Prof. DSc.

University of Plovdiv “Paisii Hilendarski”

Biological Faculty, Department of Human Anatomy and Physiology

4000 Plovdiv, 24 Tzar Ivan Str.

BULGARIA

e-mail: minikbio@abv.bg

СЕКУЛАРНИ ПРОМЕНИ В РЪСТА, ТЕГЛОТО И ИНДЕКСА НА ТЕЛЕСНА МАСА ПРИ ДЕЦА И ПОДРАСТВАЩИ ОТ СМОЛЯНСКА ОБЛАСТ, 1998 – 2017 ГОДИНА (ПРЕДВАРИТЕЛНИ РЕЗУЛТАТИ)

**Силвия Младенова^a, Емилия Андреевко^b, Дойчин Бояджиев^b,
Тереза-Мария Христова^a**

**^aПловдивски университет “Паисий Хилендарски“,
ул. „Цар Асен” 24, 4000 Пловдив**

**Пловдивски университет “Паисий Хилендарски“, Филиал-Смолян,
ул. „Дичо Петров” 32, 4700 Смолян, България**

**^bПловдивски университет “Паисий Хилендарски“,
ул. „Цар Асен” 24, 4000 Пловдив**

РЕЗЮМЕ

Целта на настоящото изследване е да се проучат секуларните промени в ръста, теглото и индекса на телесната маса при децата и подрастващите от Смолянска област в периода 1998-2017 година. Обект на настоящото проучване са представителна извадка от 2078 момичета и момчета, на възраст от 8 до 17 години, от градове и села на областта. Изследваните са разпределени в две кохорти. Първата включва общо 1055 деца, от които 521 момчета и 534 момичета, изследвани трансверзално в периода 1998-2001 от С.Младенова (2003) в осем училища от област Смолян. Втората кохорта обхваща общо 1023 подрастващи, от които 495 момчета и 528 момичета, изследвани също трансверзално от авторите през 2012 –2017 година в девет училища от областта. На всяко изследвано дете са измерени ръстът и теглото. Допълнително е изчислен индексът на телесната маса. Всички родители са дали писмено информирано съгласие за включване на децата им в изследването. Първичните данни са обработени чрез статистическия софтуер STATISTICA 10.0 (StatSoft Inc.), като е използван вариационен анализ. Достоверността на различията между е оценена чрез Т-теста на Стюdent при ниво на значимост $p < 0.05$.

Резултатите от проведеното проучване показват стабилизацията на ръста и при двата пола, с изключение на 8- и 13-годишните съвременни момчета, които са достоверно по-високи от своите предшественици от края на миналия век. Наблюдават се положителни секуларни промени в телесното тегло и индекса на телесната маса и обща стабилизация на ръста, които са част от новата векова тенденция в Смолянска област през първите две десетилетия на новото столетие. Тази нова тенденция може да се интерпретира от гледна точка на продължаващите секуларни промени в световен мащаб.

Ключови думи: *антропометрия, секуларни промени, ръст, тегло, индекс на телесната маса, български деца и подрастващи, Смолянска област.*

ВЪВЕДЕНИЕ

В многочислени изследвания се съобщава за секуларни (акцелерационни) промени във физическото развитие на съвременното поколение деца и подрастващи. Положителни секуларни тенденции са установени от много автори (Godina 1998; Sanna, Soro, 2000; Lindgren, 1998; Moreno, 2000; Eiben, 2002; Gyenis, Joubert, 2002). Но в края на миналия век в научната литература се появяват съобщения за затихващи прояви на акцелерацията по отношение на физическото развитие и половото съзряване на децата и подрастващите през последните две десетилетия на XX век, както и за забавяне или спиране на секуларния тренд (Procopescu, Dutkova, Vigneroval 1987), за стабилизация и ретардация при соматичните признаци, в това число и при българските деца (Stoev, R., Yordanov, Y., 1998; Nacheva, A. et al., 2000 и др), за астенизация (Ямпольская, 1980; Година, 2001, и др), за грацилизация (Nacheva et al., 2000 и др) и за дебрахикефализация, като част от общата “векова тенденция” (Stoev, Yordanov, 1998; Година, 2001 и др.).

През новото хилядолетие и през първите му двадесет години секуларните промени в положителна или отрицателна посока продължават (Godina, Khomyakova, Zadorozhnaya, 2016). Съобщава се за по-малки положителни секуларни промени в телесната височина, и то предимно в периода на пубертета, както и за покачване на теглото и индекса на телесната маса, за промени в пропорциите на тялото, свързани с нарастване дължината на туловището, с натрупване на по-голямо количество мазнини в областта на торса и най-вече на корема и за по-ранно полово съзряване, особено при момичетата (Godina, Khomyakova, Zadorozhnaya, 2016).

Появяват се съобщения за „секуларни промени в начина на живот”, които включват прием на храна, превишаваща енергоразхода на организма, както и за значително намаляване на физическата активност, свързани с редица морфологични, функционални и двигателни промени, които влияят върху здравето на човека (WHO, 2000; CDCP, 2014; Le Blanc et al., 2012; Sedlak, P. et al., 2015). Тези промени се наблюдават във всички възрасти, но особено добре са проявени в периода на растеж. И въпреки известния малък напредък в намаляване на разпространението на свръхтеглото и затлъстяването при определени възрастови и териториални групи деца (Ogden et al., 2014), според един от последните доклади затлъстяването се е увеличило значително в световен мащаб за по-малко от едно поколение. В САЩ например, средното тегло на едно дете се е увеличило с повече от 5 kg в рамките на три десетилетия, а през последните години повече от 30% от американските деца са с наднормено тегло или със затлъстяване. В някои страни се съобщава дори за още по-бързо нарастване на детското затлъстяване (Lobstein et al., 2015; Alper, Ercan, Uncu, 2017). Увеличаващото се разпространение на затлъстяването се наблюдава още в предучилищна възраст (Cattaneo et al. 2010; Parizkova, Dvorakova, Baboulkov, 2012; Parizkova, Sedlak, Dvorakova et al., 2012), като възрастта за разпространение на наднорменото тегло непрекъснато намалява (Vigneroва et al., 2007; Kowal et al., 2015). Паралелно с това се наблюдава понижаване на функционалния капацитет на белите дробове, аеробния капацитет, както и други двигателни качества като скорост, сила и др. (Tomkinson, 2007; Tomkinson, Olds, 2007). Всички тези промени според Седлак и кол. (Sedlak et al., 2015) са свързани с влошаване на двигателните способности, като маркер за адаптация към намалена двигателна активност от ранна детска възраст.

Но независимо от причините, които ги предизвикват секуларните процеси продължават и променят човека като биологичен вид. Наличието на мощните секуларни промени изискват постоянен мониторинг на процесите на растеж и развитие във връзка с необходимостта от обновяване на растежните стандарти. Актуалността и голямата научна и практическа начимост на проблема за секуларния тренд определи интересът ни към настоящото изследване.

ЦЕЛТА на настоящото изследване е да се проучат секуларните промени в ръста, теглото и индекса на телесната маса при 8-17-годишни деца и подрастващи от Смолянска област за изминалите две десетилетия от 1998 до 2017 година.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Обект на настоящото проучване са 2078 подрастващи момичета и момчета, на възраст от 8 до 17 години от Смолянска област, които са представителна извадка за областта. Изследваните са разпределени в две кохорти. Първата включва общо 1055 деца, от които 521 момчета и 534 момичета, изследвани трансверзално в периода 1998-2001 от Младенова (2003) в осем училища. Втората кохорта обхваща общо 1023 подрастващи, от които 495 момчета и 528 момичета, изследвани трансверзално от авторите в периода 2012 –2017 година в девет училища от Смолянска област (градове и села). Групирането на изследваните по възрастови групи е осъществено по методиката на Мартин (например 10-годишни са децата на възраст от 9 години и 6 месеца до 10 години, 5 месеца и 29 дни, и т.н).

На всяко дете са измерени ръстът и теглото, снети по методиката на Martin-Saller (1957). Ръстът е измерен с оригинален антропометър GPM (Siber-Hegner Company, Swiss), а теглото - с везна-анализатор на телесния състав „Tanita” BC 563 (Tanita, Japan). Допълнително е изчислен индексът на телесната маса (ИТМ) по формулата: ръст, m^2 /тегло, kg. Всички родители са дали писмено информирано съгласие за включване на децата им в изследването. Първичните данни са обработени чрез статистическия софтуер STATISTICA 10.0 (StatSoft Inc.), като е използван вариационен анализ. За проверка на достоверността на различията между децата от различни генерации е използван Т-теста на Стюdent при ниво на значимост $p < 0.05$.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Резултатите от проведеното проучване показват, че ръстът на изследваните деца и подрастващи не се е променил съществено през последните двадесет години от 1998 до 2017 г., с малки изключения в отделни възрастови и полови групи. Съвременните смолянски момчета са незначително по-високи (таблица 1) от своите предшественици от края на миналия век през почти целия възрастов период, с изключение на 8-та и 13-14-та година т.е в периода на пубертета, когато разликите достигат 3-4 см ($p < 0.05$). Ръстът на съвременните момичета е почти еднакъв с този на техните предшественици, с изключение на 8-та година, когато се наблюдава незначим отрицателен тренд, както и в края на периода (15-17-та година), когато се наблюдават положителни секуларни тенденции, които обаче са незначими ($p > 0.05$).

Нашите данни за увеличение на ръста при мъжкия пол в периода на пубертета са в потвърждение на съобщенията и на други автори за положителен секуларен тренд

при момчетата в пубертетния период, като част от вековата тенденция през новия век д (Godina et al., 2016). По-високият ръст на съвременните 13-14-годишни момчета се дължи вероятно на по-напредналият им стадий на съзряване (Младенова, 2003).. Показател за това е и терминалният ръст на двете поколения момчета, който на практика е еднакъв – 173.8 – 173.9 cm. Същевременно с това по-малките изменения на ръста през останалите възрастови периоди, както и ръста на момчетата до 14-та година, съвпадат с по-ранно публикуваните наши данни за затихване на акцелерационните процеси за този показател (Стоев, Младенова, 2006), което се потвърждава и от други автори (Година, 2001; Stoev, Yordanov, 1998; Nacheva et al., 2000).

Данните за **телесното тегло** на съвременното поколение 8-17-годишни момчета са поместени в Таблици 3 и 4. Както е видно от тях достоверно по-високо тегло при съвременните момчета се наблюдава във всички възрастови групи с изключение на 11- и 15-година ($p < 0.05$). Най-съществени различия, достигащи 6-7 kg се наблюдават при 14- и 16-годишните момчета ($p < 0.01$).

При момчетата ситуацията е аналогична. Главните и достоверни различия се наблюдават при 10-, 11-, 12-и 16-годишните съвременни момчета, които са достоверно по-тежки от своите предшественички ($p < 0.001$).

Аналогични на покачващото се средно тегло са и резултатите за **индекса на телесната маса** (Таблици 5 и 6). Неговите стойности са значимо по-високи при съвременното поколение момчета между 8-10-та, 12-14-та и след 16-та година, както и между 9-13-та година и 16-17-та година при съвременните момчета ($p < 0.001$). Разликите в стойностите на индекса достигат до 2.3 kg/m^2 , което е пряко отражение на покачването на телесната маса при стабилизация на ръста.

Нашите резултати очертават появата на нова векова тенденция в Смолянска област, изразяваща се в значително покачване на телесното тегло и индекса на телесната маса при 8-17-годишните деца и подрастващи през първите две десетилетия на XXI век, за разлика от отрицателния тренд за теглото през 80-те и края на 90-те години на миналия век в същия регион (Стоев, Младенова, 2006; 2008).

Получените резултати са в унисон с ширещата се в световен мащаб тенденция за покачване на телесното тегло и разпространение на свръхтеглото и затлъстяването сред децата и подрастващите (Wang, Lobstein, 2006; Cataneo et al., 2010; Lobstein et al., 2015; Sedlak et al., 2015; Godina, Khomyakova, Zadorozhnaya, 2016; Alper et al., 2017 и други).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Анализът на секуларните промени в тоталните признаци за физическо развитие и показатели за охраненост на тялото на смолянските подрастващи за периода 1998-2017 година показва относителна стабилизация на ръста и при двата пола през изследвания възрастов период. Изключение от тази тенденция и значимо по-висок ръст се наблюдава при 8-, 13- и 14-годишните съвременни момчета. Налице са още положителни секуларни промени в телесното тегло и индекса на телесната маса при почти всички възрастови групи и при двата пола. Нашите предварителни резултати очертават появата на нова секуларна тенденция в Смолянска област, изразяваща се в стабилизация на ръста и значително покачване на телесното тегло и индекса на телесната маса при 8-17-годишните деца и подрастващи през първите две десетилетия на XXI век, която може да бъде интерпретирана от гледна точка на продължаващата обща векова тенденция.

БЛАГОДАРНОСТИ: Настоящата разработка е осъществена с частичната подкрепа на Фонд „Научни изследвания” на ПУ „Паисий Хилендарски”, в рамките на проект ФП 17 – ФС-011.

Таблица 1: Секуларни промени в ръста при момчетата от Смолянска област, 1998-2017 г.

Възраст (години)	Брой (N)	Средна арит. стойност 1998-2001 (Mean)	Станд. отклонение (SD)	Брой (N)	Средна арит. стойност 2012-2017 (Mean)	Станд. отклоне- ние (SD)	T	p
8	56	126,71	5,4	55	129,9*	6,0	3,00	0,003*
9	56	133,19	6,2	69	133,5	5,5	0,270	0,787
10	55	138,60	5,4	65	139,4	7,1	0,651	0,516
11	42	144,05	7,8	52	145,1	6,7	0,670	0,504
12	55	148,58	8,9	67	149,6	8,9	0,644	0,520
13	55	152,37	8,3	70	156,9*	7,8	3,082	0,002*
14	53	162,91	8,7	39	166,1*	8,5	1,739	0,085*
15	48	168,75	6,9	30	169,7	8,9	0,533	0,594
16	53	171,86	6,6	28	172,9	9,9	0,560	0,576
17	48	173,96	6,5	20	173,8	7,1	-0,074	0,030

***p<0.05; **p<0.001**

Таблица 2: Секуларни промени в ръста при момичетата от Смолянска област, 1998-2017 г.

Възраст (години)	Брой (N)	Средна арит. стойност 1998-2001 (Mean)	Станд. отклонени е (SD)	Брой (N)	Средна арит. стойност 2012-2017 (Mean)	Станд. отклоне- ние (SD)	T	p
8	54	128,5	7,1	55	126,6	6,0	-1,295	0,198
9	48	130,3	6,0	62	131,9	6,1	1,418	0,158
10	53	139,1	7,1	70	139,9	7,4	0,621	0,535
11	48	144,6	7,0	70	144,9	7,7	0,180	0,857
12	52	150,9	7,8	59	151,7	6,8	0,540	0,590
13	53	155,6	7,7	54	155,2	7,5	-0,261	0,793
14	55	159,2	5,1	56	159,9	6,0	0,642	0,521
15	62	160,3	5,5	32	162,3	5,6	1,657	0,100
16	64	160,9	4,9	36	162,4	4,9	1,532	0,128
17	45	162,2	5,3	34	163,9	7,1	1,197	0,234

***p<0.05; **p<0.001**

Таблица 3: Секуларни промени в телото при момчетата от Смолянска област, 1998-2017 г.

Възраст (години)	Брой (N)	Средна арит. стойност 1998-2001 (Mean)	Станд. отклонение (SD)	Брой (N)	Средна арит. стойност 2012-2017 (Mean)	Станд. отклоне- ние (SD)	T	p
8	56	24,9	3,6	55	29,4*	6,8	4,291	0,000**
9	56	28,3	5,2	69	31,6*	7,5	2,755	0,006**
10	55	31,1	8,1	65	36,8*	9,4	3,474	0,000**
11	42	36,4	7,0	52	39,9	11,2	1,779	0,078
12	55	38,3	7,8	67	43,7*	12,1	2,828	0,005**
13	55	43,5	10,8	70	49,8*	13,2	2,876	0,004**
14	53	51,5	12,2	39	58,5*	12,3	2,703	0,008**
15	48	58,2	9,9	30	62,9	15,4	1,629	0,107
16	53	61,5	12,2	28	67,4*	12,6	2,048	0,043*
17	48	63,1	11,2	20	70,4*	15,2	2,204	0,031*

***p<0.05; **P<0.001**

Таблица 4: Секуларни промени в телото при момичетата от Смолянска област, 1998-2017 г.

Възраст (години)	Брой (N)	Средна арит. стойност 1998-2001 (Mean)	Станд. отклонение (SD)	Брой (N)	Средна арит. стойност 2012-2017 (Mean)	Станд. отклоне- ние (SD)	T	p
8	54	27,7	7,6	55	26,7	4,8	-0,907	0,366
9	48	27,6	7,3	62	30,1	6,4	1,980	0,050
10	53	31,2	6,9	70	36,4*	8,8	3,562	0,000**
11	48	36,1	8,6	70	39,7*	9,2	2,110	0,036*
12	52	40,8	8,8	59	44,3*	8,7	2,099	0,038*
13	53	44,6	9,0	54	48,6	12,5	1,814	0,072
14	55	48,6	8,7	56	51,72	8,5	1,938	0,055
15	62	51,6	8,8	32	54,79	9,1	1,627	0,107
16	64	52,1	8,2	36	57,5*	10,9	2,836	0,005**
17	45	54,6	7,4	34	60,8*	13,4	2,633	0,010*

*p<0.05; **p<0.001

Таблица 5: Секуларни промени в индекса на телесната маса при момчетата от Смолянска област, 1998-2017 г.

Възраст (години)	Брой (N)	Средна арит. стойност 1998-2001 (Mean)	Станд. отклонение (SD)	Брой (N)	Средна арит. стойност 2012-2017 (Mean)	Станд. отклоне- ние (SD)	T	p
8	56	15,5	1,56	55	17,3*	2,76	4,109	0,000**
9	56	15,9	2,45	69	17,6*	3,15	3,240	0,001**
10	55	16,1	3,18	65	18,7*	3,36	4,416	0,000**
11	42	17,5	2,75	52	18,7	4,12	1,751	0,083
12	55	17,4	2,51	67	19,3*	3,80	3,400	0,000**
13	55	18,6	3,47	70	20,0*	4,38	2,011	0,046*
14	53	19,3	4,00	39	21,0*	3,53	2,148	0,034*
15	48	20,5	3,72	30	21,3	3,45	1,314	0,192
16	53	20,7	2,99	28	22,6*	4,31	2,352	0,021*
17	48	20,9	3,80	20	23,3	4,74	2,208	0,030

***p<0.05; **p<0.001**

Таблица 6: Секуларни промени в индекса на телесната маса при момичетата от Смолянска област, 1998-2017 г.

Възраст (години)	Брой (N)	Средна арит. стойност 1998-2001 (Mean)	Станд. отклонение (SD)	Брой (N)	Средна арит. стойност 2012-2017 (Mean)	Станд. отклоне- ние (SD)	T	p
8	51	16,6	3,22	55	16,5	2,07	-0,157	0,875
9	47	15,9	2,93	62	17,1*	2,56	2,235	0,027*
10	53	15,9	2,25	70	18,5*	3,38	4,691	0,000*
11	48	17,1	3,28	70	18,7*	3,39	2,568	0,011*
12	52	17,8	2,76	59	19,1*	2,93	2,442	0,016*
13	49	18,3	2,69	54	20,0*	4,26	2,430	0,016*
14	55	19,1	3,19	56	20,1	2,91	1,826	0,070
15	62	20,1	3,43	32	20,4	3,11	0,933	0,353
16	64	20,1	2,88	36	20,8*	4,21	2,427	0,017*
17	45	20,7	2,64	34	22,4*	3,65	2,430	0,017*

***p<0.05; **p<0.001**

ЛИТЕРАТУРА:

- Година, Е.** Динамика процессов роста и развития у человека: пространственно-временные аспекты. Автореф. докт. биол. наук, М., 2001.
- Младенова, С.** Антропологична характеристика на растежа и развитието на деца и подрастващи от Смолянски регион в съвременните условия на живот. Дис. труд, Пловдив, 2003, с. 1-199.
- Стоев, Р., Младенова, С.** Секуларни промени в сроковете на полово съзряване в Смолян (1986-2001). // В: *Сборник с доклади от национална научна конференция: „Родопите и човекът”*, СУБ-Смолян, 2008, с. 244-251.
- Стоев, Р., Младенова, С.** Секуларни промени във физическото развитие на Смолянските подрастващи. // В: *Сборник с доклади от юбилейната национална научна конференция с международно участие на СУБ-клон Смолян*, 20-21 октомври, Смолян, 2006, с. 1076-1082.
- Ямпольская, Ю.** Акцелерация роста и развития подрастающего поколения. Акцелерация развития и состояние здоровья детей и подростков (Научный обзор). Под ред. На С.М. Громбах., Москва, 1980, с. 5-21.
- Alper Z, Ercan İ, Uncu Y.** A Meta-Analysis and the Evaluation of Trends in Obesity Prevalence among Children and Adolescents aged 5-19 in Turkey: 1990 through 2015. In: *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2017, Sep 13. doi: 10.4274/jcrpe.5043.
- Lobstein, T., Jackson-Leach R., Moodie, M., Hall, K., Gortmaker S., Swinburn, B., James, P., Wang, Y.** Child and adolescent obesity: part of a bigger picture. // In: *Lancet*. 2015, 385 (9986): 2510-2520.
- Ogden, C., Carroll, M., Kit, B., Flegal, K, Bodzsár, É.** Prevalence of childhood and adult obesity in the United States, 2011-2012. // In: *JAMA*. 2014 Feb 26; 311(8):806-814
- Cattaneo, A., Monasta, L., Stamatakis E. et al.** Overweight and obesity in infants and pre-school children in the European Union: a review of existing data. // In: *Obesity Reviews*, 2010, vol. 11, no. 5, pp. 389–398.
- Sedlak, P., Pařízková, J., Daniš, R., Dvořáková, H., Vignerová, J.** Secular Changes of Adiposity and Motor Development in Czech Preschool Children: Lifestyle Changes in Fifty-Five Year Retrospective Study. // In: *Biomed Res Int*. 2015; 2015:823841.
- CDCP— Centers for Disease Control and Prevention.** Prevalence of Overweight among Children and Adolescents: United States, 2003-2004, January 2014, http://www.cdc.gov/nchs/products/pubs/pubd/hestats/overweight/overwght_child_03.htm.

- Eiben, O.** The “Körmend growth study”: tendencies in generations.//In: *Humanbiol.* Budapest, 2002, 27, p. 39-46.
- Godina E, Khomyakova I, Zadorozhnaya L.** Secular changes in body dimensions and lsk city.//In: *Anthropol.Anz.* 2016: 73 (1): 45-59.
- Godina E.** Secular changes in Russia and the former Soviet Union. In: *Secular Growth Changes in Europe* / Eds. E. Bodzsar and C. Susanne., Budapest: Eötvös Univ. Press, 1998, p. 351-367.
- Gyenis, G., Joubert, K.** Secular trends of body height, body weight and BMI of Hungarian University students and conscripts.//In: *Humanbiol.*, Budapest, 2002, 27, p. 95-105.
- Kowal, M., Kryst, Ł., Woronkowicz, A., Brudecki, J., Sobiecki, J.** Time trends in BMI, body fatness, and adiposity rebound among boys from Kraków (Poland) from 1983 to 2010.//In: *Am J Hum Biol.* 2015, 27(5):646-53.
- Le Blanc, A., Spence, J., Carson V. et al.** Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in the early years (aged 0–4 years). //In: *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 2012, 37 (4): 753–772.
- Lindgren, G.** Secular growth changes in Sweden. *Secular Growth Changes in Europe*// Eds. E. Bodzsar and C. Susanne. Budapest: Eotvos Univ. Press, 1998, p. 319-334.
- Martin R., Saller K.** Lehrbuch der Anthropologic. Band 1, p. 661. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1957.
- Moreno, L., Sarria, A., Fleta, J., Rodriguez, G., Bueno, M.** Trends in body mass index and overweight prevalence among children and adolescents in the region of Aragon (Spain) from 1985 to 1995.//In: *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 2000, 24 (7): 925-931.
- Nacheva A., Lazarova E., Yordanova L.** Physical development and secular trend in 7-13 old schoolchildren from Sofia town.//In: *Jour. of Anthropology*, Sofia, 2000, Vol. 3, p. 17-23.
- Parizkova, J., Dvorakova, H., Baboulov V.** Development of morphological and motor characteristics during preschool age.//In: *Biometrie Humaine et Anthropologie*, vol. 29, no. 1, 2012, p.1–6.
- Parizkova, J., Sedlak, P., Dvorakova H. et al.** Secular trends of adiposity and motor abilities in preschool children.//In: *Journal of Obesity and Weight Loss Therapy*, 2012, vol. 2, no. 9, article 153, 2 p.
- Prokopec, M., Dutkova, L., Vignerova J.** End of secular trend in the age at menarche in Czech girls. 8th Intern. Anthropol. Poster Conference, 1987, 28-31, Zagreb.

- Sanna, E., Soro, M.** Anthropometric changes in urban Sardinian children 7 to 10 years between 1975-1976 and 1996.//In: *Am. Journ. Hum. Biol.*, 2000, vol. 12, p. 782-791.
- Sedlak, P., Palízková, J., Robert, D., Dvoláková, H., Vignerová, J.** Secular Changes of Adiposity and Motor Development in Czech Preschool Children: Lifestyle Changes in Fifty-Five Year Retrospective Study. //In: *BioMed Research International* 2015, 9 p.
- Stoev, R., Yordanov, Y.** Secular changes in Bulgaria. //In: Bodzar, B.E., Susanne, C. /Eds/. Secular growth changes in Europe. Eotvos Univ. Press, Budapest, 1998, p.65-73.
- Tomkinson, G.** Global changes in anaerobic fitness test performance of children and adolescents (1958–2003).//In: *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 2007, 17 (5): 497–507.
- Tomkinson, G., Olds, T.** Secular changes in pediatric aerobic fitness test performance: the global picture. *Medicine and Sport Science*, 2007, vol. 50, pp. 46–66.
- Vignerova, J., Humenikova, L., Brabec, M., Riedlova, J., Blaha P.** Long-term changes in body weight, BMI, and adiposity rebound among children and adolescents in the Czech republic.//In: *Economics & Human Biology*, 2007, 5(3): 409–425.
- Wang Y, Lobstein T.** Worldwide trends in childhood obesity. *Int J Pediatr Obes.* 2006, 1: 11-25.
- World Health Organization.** Obesity: preventing and managing the global epidemic. WHO Obesity Technical Report Series 894, WHO, Geneva, Switzerland, 2000.

SECULAR CHANGES OF HEIGHT, WEIGHT AND BODY MASS INDEX IN ADOLESENTS FROM SMOLYAN REGION, BULGARIA, 1998-2017 (PRELIMINARY RESULTS)

**Silviya Mladenova^a, Andreenko Emiliya^b, Doychin Boyadziev^b,
Tereza-Mariya Hristova^a**

**^aUniversity of Plovdiv Paisii Hilendarski, 24 Tzar Asen, 4000 Plovdiv, Bulgaria
University at Plovdiv Paisii Hilendarski”, Branch - Smolyan,
32 Dicho Petrov, 4700 Smolyan, Bulgaria**

^bUniversity of Plovdiv Paisii Hilendarski, 24 Tzar Asen, 4000 Plovdiv, Bulgaria

SUMMARY

The **aim** of the present study was to analyze secular changes in total body measurements and integral characteristics for body nutritional status - height and weight and body mass index in children and adolescents of the Smolyan region, Bulgaria from 1998 to 2017. The sample included total 2078 children and adolescents, aged 8 to 17, that were measured cross-sectional from authors in towns and villages from the region. The children were distributed by two cohorts: the first cohort included a total 1055 children, that were measured between 1998-2001. The second cohorts included 1023 children, measured between 2013-2017. Of each person two number of anthropometric measurements were taken - height and weight. Body mass index were also evaluated by formula. The results show stabilization on the processes of growth in the body height in both sexes, excluding some period in group of males. The main significant differences in the height occurred at 8 and 13 year-old males, while in other males and females no statistically significant differences were found. There were also a positive significant secular changes in weight and BMI in both sexes in the largest part of the investigated period. This is a new secular tendency in Smolyan region in Bulgaria in the last two decades of new century, that can be interpreted in terms of ongoing secular trend.

Key words: *anthropometry, height, weight, BMI, secular changes, Bulgarian children, Smolyan region.*

Corresponding author:

Assoc. Prof. Silviya Mladenova, PhD

University at Plovdiv Paisii Hilendarski, Branch - Smolyan,
32 Dicho Petrov, 4700 Smolyan, Bulgaria
e-mail:silviamladenova.sm@gmail.com

ФОРМИРАНЕ И РАЗВИТИЕ НА ЕКОЛОГИЧНО СЪЗНАНИЕ ЧРЕЗ СЪВРЕМЕННИ ЛАБОРАТОРНИ МЕТОДИ

Галя Петрова^{1,2}, Дария Йосифова²

**¹Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания, БАН
гр. София 1113, ул. „Акад. Георги Бончев”, бл. 23**

**²Частно Основно Училище „Джани Родари”
гр. София 1574, ул. „Гео Милев” 158
ВТУ „Т. Каблешков” - Корпус 4**

Резюме

Сложното, динамично и високотехнологично съвременно общество изисква по - модерно и гъвкаво образование с цел изграждане на по - информирани и активни личности. Този факт предполага и промяна в преподаването и онагледяването на изучавания учебен материал в унисон със съвременното развитие на науката и технологиите.

В методическата литература, у нас, почти напълно отсъства активният експериментален подход. Основната цел на този доклад е да се представи нов съвременен поглед върху образователния процес, чрез който да се преодолее рутината в ученето. В практически аспект, за да бъде успешно и мотивиращо обучението, са представени някои възможности за интересен, жив и нагледно демонстриран учебен процес чрез употребата на съвременни технологични методи и усвояването на експериментални умения в областта на молекулярната биология, генетиката и биоинформатиката.

Ключови думи: активен експериментален подход, експериментални умения, молекулярна биология, генетика, биоинформатика

Въведение

Основната цел на обучението е усвояване на знания, нови умения и компетенции, но дали съвременната образователна система е достатъчно ефективна в тази насока?

В ерата на високо развитите дигитални технологии, тяхното широко навлизане в ежедневието и много по - високата информираност на съвременното подрастващо поколение, проблемът с привличане на внимание и интерес в учениците, от ден на ден, става все по - наболял, актуален и нерешим с класическите методи на преподаване. Децата получават бърз, лесен и на практика неограничен достъп до информация, но не използват ефективно този ресурс. Тенденцията и целта на подготовката на учениците в училище отдавна е ясно очертана - усвояването на нови знания. Очакваният желан резултат е репродуктивен - децата да преразказват учебното съдържание, което им е преподадено и те би трябвало да са усвоили. Постигнатият на практика резултат, обаче, е крайно незадоволителен и ясно е очертана тревожна тенденция - загуба на творческо мислене и нежелание за формиране на умения и компетенции. Какви действия ще са подходящи, за да поставим началото на алгоритъм за правилно решение на този толкова тежък проблем пред българската образователна система?

Решението, което нашият колектив предлага, е съвременната методология в обучението да се базира в голяма степен на своя динамичен компонент, а именно активните методи на обучение. Чрез тях, не само се предава и надгражда знанието за действителността, но се реализира в много по - широк мащаб взаимодействието учител - ученик. В решението на проблемите пред българското образование и търсенето на промяна и усъвършенстване на процеса на предаване на знание, важна и незаменима роля биха изиграли редица подходи свързани с ангажирането на учениците в лабораторни и практически занятия, в конкретния случай и с активна ангажираност в изграждането на екологично образование и възпитание.

Приложението на едни по - активни и пряко ангажиращи учениците в образователния процес методи, несъмнено ще допринесе за творческо участие по пътя на усвояване на новите знания, организиране и функционалност на учебните часове. В никакъв случай не трябва да се пренебрегва и възможността, която се предоставя за активно взаимодействие между учител и ученик. По този начин тези подходи ще са една реална предпоставка процесите на учене и преподаване да са лесно осъществими, с краен

резултат развитие на иновативна организационна среда и позитивна училищна култура. Постепенното внедряване на активен експериментален подход в масовите училища ще издигне качеството на образователно и възпитателния процес и би имало за резултат постигане на Държавните Образователни Стандарти за иновативни училища.

На практика внедряването на тази сравнително нова за нашата образователна система методология, ще е лесно постижима с прилагането на вътрешна система за управление на качеството и влагането не особено голям финансов ресурс. Чрез ангажирането на млади учени, тесни специалисти в съответната област, в която работят, лесно биха били изготвени практически ръководства за лабораторна работа. Този подход от една страна ще бъде израз на политика за насърчаване на креативността и материалното състояние на младия, с висок научен потенциал учен, а от друга - ще е двигател за иновативно мислене и насърчаване на творчеството у учениците. Лесно би могъл да се изготви лабораторен наръчник за практическа работа в училищата, съобразен с възрастта на учениците и усвояния обем знания. Подбраните експериментални методики ще са не много скъпи и трудоемки за изпълнение, но пък ефективни, практически приложими и високоинформативни. В изучаването на учебното съдържание чрез експеримента учениците лесно ще запомнят, усвояват и ангажират за учене чрез действие. Допълнителна финансова реализация може да бъде постигната и с работа по регионални, национални и международни проекти.

Всяка възможност за надграждане, с нови практически умения и знания, над вече придобитите в хода на обучението теоретични познания, могат ефективно да бъдат въведени и предадени на учениците, от самия обучаващ ги педагог. Достатъчно е той да е силно мотивиран за новаторство и иновации, както и за изграждането на нови практически умения у децата. Учителят трябва да познава в детайли, както теоретичните аспекти на изучаваният учебен материал, така и да притежава много добра практическата подготовка за реализацията му - експериментални и лабораторни знания, които по лесен и достъпен начин да предаде на своите ученици. Придобиването на желаната висока квалификация за учителите също лесно може да се постигне чрез редица нови обучителни програми за продължаваща квалификация.

Цел

Целта на представения доклад е представянето на част от теоретико-експериментално изследване на един нов за нашата страна подход в образованието чрез въвеждането на експериментални методи в хода на учебния час. Подобни нововъведения са неизбежни и дори наложителни, за да бъде привлечено вниманието на децата, за да усвоят с лекота сложния учебен материал, заложен в съвременното учебното съдържание.

Актуалност на изследването

Екологичните проблеми са един от основните проблеми на съвременното високоразвито и свръхтехнологично общество. Те са навсякъде около нас - замърсяването с промишлени и битови отпадъци, обезлесяването, фрагментацията и загубата на местообитания, глобалните изменения в климата. С решението на тези наболели проблеми са се заели политици, учени и социолози. Опитвайки да постигнат компромиси и съгласие помежду си, в търсенето на най - ефективно решение за изход от катастрофалните последици от глобалното изменение на климата, всички те забравят че междуременно биоразнообразието с неимоверно бърза скорост намалява.

Екологична грамотност

Възпитанието на екологично съзнание още от ранна училищна възраст, запознаването на децата с проблемите на околната среда и практическата им ангажираност в оценката на различни екологични рискове, както и последствията от тях за живите организми и природата, са реални действия, с които могат да бъдат поставени основите на екологичната грамотност.

Няма човек, който да не е информиран чрез медиите за съществуващите екологични проблеми, както на локално ниво, така и в глобален мащаб. Много малко са хората, които познават или се опитват да вникнат в същността им, още по - малко са пък тези, които имат желанието, умението или опита за предаване и изграждане на екологична ангажираност у децата. Основите на екологичната отговорност и грамотност е добре да се поставят още в най - ранна училищна възраст. Стимулирането на интерес към заобикалящият ни свят, еволюцията и развитието на всички компоненти на екосистемите и осъзнаването на вредите, които нанасят редица човешки дейности върху околната среда и биоразнообразието, могат да бъдат и една солидна основа за изграждането на бъдещи

отговорни и съзнателни личности. Достатъчно е училищният екип да разработи различни стратегии, да направлява процесите на развитие и успешно да ръководи подетите инициативи. Този тип лидерството включва насърчаване и стимулиране на индивидуалния прогрес и личностно развитие на всеки ученик, учител/служител чрез поставянето на висока оценка за всяко постижение и/или подобрене в хода на образователния процес. Нашето предложение за изграждането на добри практики в работата за формиране на личности с висока екологичната грамотност и култура е следната практическа методология:

Оценка на състоянието на генетичните ресурси на някои редки и ендемични видове от Българската флора

Ключово място в изследванията на състоянието на българската флора заемат проблемите, свързани с естествения генофонд и по - специално мерките за опазване на естествените популации на застрашените от изчезване ендемични растителни видове. Последните са символ на българската флора, която е една от най - богатите на видове в Европа.

Ограниченото разпространение в природни условия, ниската численост и рискът от изчезване на тези видовете, налагат необходимостта от провеждане на многобройни изследвания за тяхното съхранение и опазване. Много подходящо би било включването им в образователната система в редица уроци за запознаване на учениците с тези актуални екологични проблеми и прилагането им като подходящ обем от знание за изграждането на екологично съзнание и мислене.

Молекулярните методи, в частност ДНК – маркерите, са широко използвани за оценка на генетичните ресурси на редица растителни видове и за изясняване на техните механизми за адаптация (Chakravarthi, Naravaneni, 2006). Ето защо, ние считаме, че прилагането на подходящи, лесни за изпълнение и не особено скъпи молекулярни анализи в комбинация със съвременни биоинформатични методи за оценка на генетичните ресурси тези видове, ще представлява един рационален и осъществим подход за цикъл от лабораторни упражнения в училище по предметите Човекът и природата и Биология и здравно образование.

Лабораторните упражнения ще бъдат от съществено значение в практически аспект, тъй като учениците, от една страна ще придобият ценни практически умения за работа с лабораторна стъклария и апаратура, правила за безопасност и поведение в модерна съвременна оборудвана лаборатория, както и умения за правилна интерпретация на получени експериментални данни и резултати.

Стратегия и методология - изходен материал, изолиране на геномна ДНК, молекулярни анализи за охарактеризиране на генетичните ресурси на някои от естествените популации на избраните растителни видове

Като изходен материал ще бъде използван листен материал от някои от естествените находища на растителните видове. Изборът на подходящи растителни обекти ще е предхождан от уроци свързани със запознаване с биоразнообразието на България, редките и защитени видове от нашата флора, Червената книга на Република България, както и основните видове дейности по опазването и съхранението им.

Събирането на растителен материал ще бъде осъществено като урок на открито или екскурзия и опознаване на местната флора и кои нейни представители за застрашени и попадат под закрилата на Закона за биоразнообразие, в различни категории от Червената книга, мрежата Натура 2000 или са в границите на защитени територии.

От събрания растителен материал ще бъде изолирана ДНК и ще бъдат проведени подходящи, не особено сложни за изпълнение, молекулярни анализи, последвани от съвременни биоинформатични методи за статистическа обработка. Статистическата обработка на експериментално получените резултати ще изиграе важна роля в изграждането на междупредметна връзка с обучението по Информационни технологии.

Сред молекулярните методи, техники като RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), retrotransposon - microsatellite amplified polymorphism (REMAP), ISSR (Inter Simple Sequence Repeat) методите са високо информативни, бързи и надеждни. Тези особености, в комбинация с техническата им изчистеност и простота, ги правят много по - удобни и подходящи от останалите молекулярни методи при изследване на генетични вариации и напълно приложими в училищни условия.

Изолирането на ДНК, последващите PCR - реакции на амплификация и агарозна гел - електрофореза със съвременни модерни китове и реактиви, са напълно безопасни и

безвредни за здравето на учениците методи, които са бързи и финансово напълно изгодни. Тези стъпки от лабораторното занятие отново играят много важна роля в изграждането и затвърждаването на междупредметните връзки, но този път с химията и физиката. Провеждайки по-горе изброените молекулярни анализи и следвайки инструкциите за работа на фирмата производител, всеки ученик нагледно се убеждава в изучените от него химични процеси, свойства и реакции, а използвайки лабораторната апаратура онагледява и изучаваното в часовете по предмета Физика и астрономия.

Резултати

Проектиране на обучението чрез нов експериментален дизайн е концепция и практика за максимизиране на ефективността, ефикасността и привлекателността на обучението за учащите се. С други думи предложеният от нас експериментален дизайн би могъл да наложи нови подходи в съвременния образователен процес, за да бъдат постигнати в много по - оптимална степен заложените и осъвременени учебни цели, както и използваните методи, които ги онагледяват и подпомагат. Според почти всички методически разработки проектирането на оптимизиран образователен модел има за основна и единствена цел систематичен и рефлексивен процес на преобразуване на теоретичните принципи за учене и обучение в проекти за готови учебни материали и дейности. Практическият подход, който ние предлагаме е новаторски, лесно приложим и вече изпитан сред част от нашите ученици. Резултатите, които наблюдавахме са повече от положителни - учениците вече познават и оценяват значението на стратегиите за устойчиво развитие, познават дълбоко и в тяхната същност екологичните заплахи за биоразнообразието и ефекта от тях върху живите организми, както на екосистемно и организмово, така и на молекулярно ниво. Новопридобитите знания и умения подпомагат много по - задълбоченият анализ на учебното съдържание и задължителната учебна програма до интегриране на практически и лабораторни умения в обучението и изграждането на компетентности за компютърна презентация в обучението, уеб базирано учене, работа с множество модерни софтуерни програми. Не на последно място изградената екологичната култура в учениците вече ясно демонстрира единство на екологична грамотност и желания модел на екологосъобразно поведение. Практическите ползи и преимущества все по - ясно се изразяват в практически значими познания,

технически и лабораторни умения и навици, научна грамотност, конструктивност, учене чрез сътрудничество, проектна ангажираност, популяризиране на резултатите и творческо мислене.

Заклучение

Новаторските подходи в образователния процес безспорно водят до увеличаване на опита и знанията на обучаемия, но и до нарастване на педагогическия опит и квалификация на обучаващият го. Наблюдаваните и очаквани ползи от предложените експериментални подходи се изразяват в оптимизация на получените знания, умения за експериментално онагледяване на усвоените познания и адекватната им интерпретация чрез употребата на съвременни и модерни софтуерни продукти. В резултат, всичко това води до подобряване на собствената продуктивност и мотивация, много по - добра успеваемост, както и удовлетвореност от работата, както за учителя, така и за учениците.

Получената информация и знания ще бъдат използвани за формиране на екологично съзнание по отношение на оптималното съхранение и бъдещото устойчиво ползване на наличните ресурси на застрашените растителни видове, както и за подобряване на образователния процес по Човекът и природата, Биология и здравно образование, Химия и опазване на околната среда.

Литература

Chakravarthi, B.K., Naravaneni, R. SSR marker based DNA fingerprinting and diversity study in rice (*Oryza sativa* L.). // In: *African Journal of Biotechnology*, 5 (9), 2006, 684 - 688.

д-р Галя Петрова

Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания, БАН

гр. София 1113,

ул. „Акад. Георги Бончев”, бл. 23

Частно Основно Училище „Джани Родари”

гр. София 1574,

ул. „Гео Милев” 158

ВТУ „Т. Каблешков” - Корпус 4

Тел: + 359 898 58 31 31; Е - mail: galiaty@abv.bg

FORMATION AND DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTAL CONSCIOUSNESS THROUGH MODERN LABORATORY METHODS

Galya Petrova^{1,2}, Darya Iosifova²

**¹Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Bulgarian Academy of Sciences, Akad.
Georgi Bonchev Str., bl. 23, 1113 Sofia, Bulgaria**

**² Private Elementary School „Djani RoDari”, Geo Milev Str. 158, University of Transport
„Todor Kableshkov”, bldg. 4, 1574 Sofia, Bulgaria**

Abstract

The report presents research on the modern aspects in the environmental education and application of modern laboratory methods of plant genetics area with are outlined notions: environmental education, environmental literacy, etc.

Key words: environmental education, environmental consciousness, modern laboratory methods, genetics

Galya Petrova, PhD

Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Bulgarian Academy of Sciences,
Akad. Georgi Bonchev Str., bl. 23,
1113 Sofia, Bulgaria

Private Elementary School „Djani RoDari”,
Geo Milev Str. 158, University of Transport „Todor Kableshkov”, bldg. 4,
1574 Sofia, Bulgaria

Tel: +359 898 58 31 31; E - mail: galiaty@abv.bg

Върху размножаването на някои мишевидни гризачи (*Muroidea* Illiger, 1811) от Огражден планина (Югозадна България)

Златозар Боев

**Национален природонаучен музей - БАН
бул. "Цар Освободител" № 1, София 1000
e-mail: boev@nmnhs.com; zlatozarboev@gmail.com**

Резюме: Изследвано е размножаването на най-многочислените гризачи във фауната на дребните бозайници от Огражден планина: *Myodes glareolus*, *Apodemus flavicollis* и *A. sylvaticus*. Показана е връзката между интензивността на размножаването и годишното изменение на средните месечни температури. Установени са два периода на масово размножаване: пролетен (април – май) и есенен (септември). Основната причина за наличието на продължителен тримесечен летен песимум от юни до август са високите летни температури, съпроводени със силно изразено засушаване. Максимумът в размножителния процес и за трите вида се достига при температура 16-21⁰ С на околната среда. Мъжките на *M. glareolus* от пролетните генерации достигат полова зрялост и се включват в размножаването по-рано отколкото тези от есенните генерации. Плодовитостта на трите вида е малко под средната биологична плодовитост за всеки вид. Възрастните и половозрелите екземпляри общо за трите вида съставляват около 87 % от възрастовия състав на изследваните популации.

Ключови думи: *ръждива горска полевка, жълтогърла горска мишка, обикновена горска мишка, Огражден планина, българска бозайна фауна, сезонни явления*

Увод

Изследванията върху размножаването на мишевидните гризачи имат важно практическо значение за определяне на сроковете и мащабите на провежданите дератизационни мероприятия. Мишевидните гризачи са резервоари на голям брой опасни заболявания по човека. По населеност Огражден се отнася към най-гъсто

населените наши планини - на около 350 km² са разположени около 30 села и няколко махали. Значителна част от терените в планината са обработваеми, в други се използват по различен начин за нуждите на пасищното животновъдство, както и по отношение на горското стопанство.

Сред дребните бозайници в изследвания район два вида от сем. Muridae Illiger, 1811 и един от сем. Cricetidae J. Fischer, 1817 се явяват най-многочислени в отделните планински биотопи (Боев, 1980, 1983) - ръждивата горска полевка (*Myodes glareolus* Schreber, 1780, жълтогърлата горска мишка (*Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834)) и обикновената горска мишка (*Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758)). Те съставляват съответно 29,4, 27,7 и 23,6 % или общо – над 80 % от състава на Micromammalia в Огражден (Боев, 1983). От друга страна, според редица проучвания (Наумов, 1949; Образцов, Штильмарк, 1957; Башенина и др. 1961; Мозговой и др., 1972; Формозов, 1976) споменатите видове са едни от най-изявените вредители в горското и селското стопанство. По тази причина в Средна и Южна Европа те се причисляват към най-важните видове-вредители в селското стопанство. Освен това посочените три вида гризачи имат и голямо епидемично и эпизоотично значение (Дончев, 1962; Панина, Мясников, 1960; Матеева, 1966).

Отделни данни за видовия състав, числеността и размножаването на някои видове гризачи в Петричко се срещат в работите на Матеева (1966, 1972), Пешев и Ангелова (1968), Марков (1962) и Боев (1983).

Настоящата работа цели да представи някои данни по събрани отдавна, но останали непубликувани досега, материали относно факторите, интензивността и сроковете на размножаването на най-многочислените гризачи в българската част на Огражден планина.

Материал и методи

Материалът е събиран в 3-годишен период - през май, юли и ноември 1976 г., април, юли и септември 1977 г. и май и октомври 1978 г. от три находища в планината: местността „Маркови кладенци“ (около 1350 m н. в.), околностите на с. Никудин (около 670 m н. в.) и околностите на с. Кавракирови (около 150 m н.в.). С това се постига равномерното обхващане (през ~500-600 m н. в.) на различни височинни пояси от планината. Събрани са общо 212 екз. от трите вида, както следва: 62 екз. *A. sylvaticus*, 73 екз. *A. flavicollis* и 77 екз. *M. glareolus* при отработени общо 1700 капаноденонощия

(табл. 1). Използвани са убиващи капани тип „Херо“, на които е поставян за примамка пържен хляб с лук. Теглото на уловените животни е измервано с точност до 1 g, а дължината на тестисите – до 1 mm. За участващи в размножаването са приети бременните женски, женските с *masulae* суапае и женските с активирани млечни жлези. Плодовитостта е определяна по броя на ембрионите и на сините петна.

Таблица 1. Възрастови съотношения при *Apodemus sylvaticus*, *A. flavicollis* и *Myodes glareolus* от Огражден планина (1976-1978 г.)

Месец	Възраст	<i>Apodemus sylvaticus</i>			<i>Apodemus flavicollis</i>			<i>Myodes glareolus</i>		
		♂♂	♀♀	Всичко	♂♂	♀♀	всичко	♂♂	♀♀	всичко
април - май	juvenis	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	subadultus	1	3	4	8	6	14	2	-	2
	adultus	24	20	44	8	1	9	2	2	4
юни - юли	juvenis	-	-	-	3	2	5	-	-	-
	subadultus	3	3	6	6	3	9	8	3	11
	adultus	-	1	1	9	3	12	8	9	17
септември - ноември	juvenis	-	1	1	1	-	1	-	-	-
	subadultus	1	3	4	4	3	7	1	3	4
	adultus	-	1	1	-	2	2	22	12	34
Общо		29	32	61	39	20	59	43	29	72

Половата активност на мъжките е определяна по изменението на максималната дължина на тестисите. За участващи в размножаването при *M. glareolus* са считани онези, чиито тестиси имат минимална дължина (L_{test}) от 8-9 mm (Кошкина и др., 1975). Уловените гризачи са разпределени в три тегловни (възрастови) групи според телесното им тегло по предложените от Банников, Михеев (1956) и Башенина (1977) тегловни скали. Според тези автори може да се допусне с известно приближение, че посочените тегловни групи сравнително добре отразяват изменението на възрастта на измерените животни.

Климатични фактори на размножаването

Климатичните показатели играят първостепенна роля за разпространението, активността и интензивността на размножаването на дребните бозайници. Средният годишен валеж за различните части на Огражден е от 500 до 800 mm, а средната годишна температура (една от най-високите в страната), е в интервала 10-24°C при годишна амплитуда от 21-23°C. От съществено значение е продължителността на периода с устойчиво задържане на температурата над 10°C, която за различните части на планината е от 170 до 220 дни, а броят на дните със снежна покривка в годината е около 30 (Димитров, 1978).

Изменението на температурните условия е в състояние да управлява хода на половото съзряване като удължава и съкращава сроковете за достигане на полова зрялост, темповете на растеж и пр. В това отношение предпочитаните температури (за *A. sylvaticus* 20,7°C, за *A. flavicollis* 19,0°C и за *M. glareolus* 20,2°C), оказват съществено влияние върху размножителния процес (табл. 2). Това са усреднените температури за двата пола, но като по правило бременните женски предпочитат по-ниска температура на средата (Башенина, 1977).

Таблица 2

Предпочитани , критични и летални температури (°C) за масовите видове (по Башенина, 1977) от Огражден планина

вид	температура				
	предпочитана		критична		летална
	на средата	на субстрата	диапазон	Мо	
<i>Apodemus sylvaticus</i>	20,72	34,64	27-35	32	36-38
<i>Apodemus flavicollis</i>	19,00	33,84	27-33	29	35
<i>Myodes glareolus</i>	20,20	32,32	27-33	30	33-36

Мъжки индивиди

При съвместното отчитане на и телесното тегло се оказа, че при *M. glareolus* половата зрялост се достига при тегло 16,0 g, при - при *A. flavicollis* – при 18,5 g, а при *A. sylvaticus* – при 17,5 g. Това са ориентировъчни данни, тъй като минималното тегло на половоз-зрелите мъжки значително варира по сезони (Шварц, 1962). Това особено важи за *M. glareolus*, чиито мъжки екземпляри узряват полово (т. е. техните тестиси

достигат $L_{test} = 8-9 \text{ mm}$ през месец юли при минимално тегло 18,0 g, докато през есента (септември - ноември) това се постига при 20-25 g и повече. Следователно, мъжки с тегло под 20,0 g ако са уловени през есента са неполово зрели, а ако са уловени напролет - са половозрели (с активирани тестиси), което показва, че мъжките от пролетните генерации достигат полова зрелост по-рано (в по-млада възраст), отколкото тези от есенните генерации.

Максималното си тегло (33-35 g) мъжките ръждиви полевки достигат в края на лятото и началото на есента (септември). Сравняването на тези резултати с резултатите на Стефанов, Василев (1965) показва, че мъжките животни на *M. glareolus* от Огражден планина достигат в по-ранна възраст половата си зрелост (при тегло над 17,5 g), в сравнение с популацията на вида от Витоша от 1700 m н. в. (над 19,1 g). Тава вероятно се дължи на по-меките температурни условия и на по-продължителния вегетационен период на растителността в Огражден. Оптималният температурен интервал за размножаването на вида е 15-20 ° C (Башенина и др., 1961).

Женски индивиди

Разпределението на изследваните женски екземпляри от трите вида според участието им в размножителния процес е представено на табл. 3, от която се вижда, че интензивността на размножаването на двата вида от род *Apodemus* е максимална през пролетта, а за *M. glareolus* - през есента. При сравняването на плодовитостта (табл. 4) се установява, че *A. sylvaticus* има средна плодовитост в Огражден, която е малко по-ниска от средната плодовитост на вида в низината (Петричката котловина) – 5,25 срещу 5,75 и още по-ниска от средата за страната – 5,88. И другите два вида също отбелязват по-ниска плодовитост от средното за страната или за вида въобще. Надморската височина и продължителните високи летни температури, свързани със засушаване през летните месеци са сред вероятните обяснения за наблюдаваните слаби отклонения.

Таблица 3. Участие в размножаването на *Apodemus sylvaticus*, *A. flavicollis* и *Myodes glareolus* от Огражден планина (1976-1978 г.)

пол	Вид / размн. статус	<i>Apodemus sylvaticus</i>			<i>Apodemus flavicollis</i>			<i>Myodes glareolus</i>		
		пролет	лято	есен	пролет	лято	есен	пролет	лято	есен
	бременни	7	1	-	4	3	1	2	2	3

♀♀	кърмещи	1	-	1	-	-	-	-	3	2
	с maculae суапае	-	-	-	1	-	2	-	3	6
	неучастващи в размножаването	6	3	4	3	3	3	-	6	6
	всичко	14	4	5	8	6	5	2	14	17
♂♂	с активирани тестиси	22	-	-	18	13	3	2	12	15
	с неактивирани тестиси	3	3	2	3	5	2	2	5	7
	всичко	25	3	2	21	18	5	4	17	22

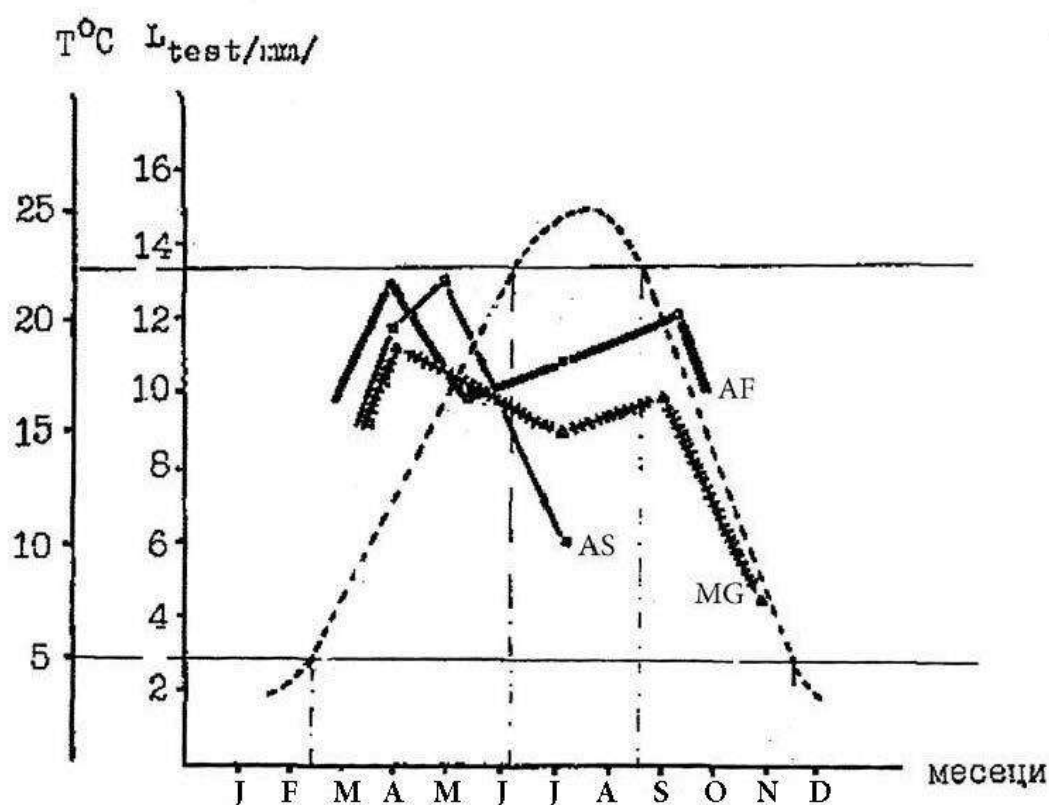
Изводи

Данните от табл. 3 и фиг. 1 показват, че в размножаването на фоновите видове гризачи в съобществото от дребни бозайници в Огражден планина са ясно изразени два максимума – пролетен (април – май) и есенен (септември – октомври), като стойностите на есенния са относително по-ниски. Основната причина за наличието на продължителен тримесечен летен песимум от юни до август са високите летни температури, съпроводени със силно изразено засушаване.

Таблица 4. Минимална, средна и максимална плодовитост на *Apodemus sylvaticus*, *A. flavicollis* и *Myodes glareolus* от Огражден планина (1976-1978 г.)

вид	За вида (по Башенина, 1977)			За България (по Башенина, 1977)			За Петричко (по Матева, 1966)			за Огражден (наст. изсл.)		
	min	x	max	min	x	max	min	x	max	min	x	max
<i>Apodemus sylvaticus</i>	1	6,0	-	3	5,88	11	1	5,75	10	4	5,25	5
<i>Apodemus flavicollis</i>	2	6,0	10	-	-	-	2	5,83	10	4	5,54	10
<i>Myodes glareolus</i>	1	6,0	10	3	4,16	6	-	-	-	2	4,08	7

Фиг. 1. Изменение на дължината на тестисите на *Apodemus sylvaticus* (AS) *A. flavicollis* (AF) и *Myodes glareolus* (MG) в зависимост от хода на средните месечни температури (пунктирна линия) в Огражден



Литература:

- Банников, А. Г., Михеев, А. Б.** Летная практика по зоологии позвоночных. ГУПИМП РСФСР, Москва, 1956, 1-540.
- Башенина Н. В.** Пути адаптаций мышевидных грызунов. Наука, Москва, 1977, 1-215.
- Башенина, Н. В. Груздев, В. В., Дукельская, Н. М., Шилов, Н. А.** Грызуны - вредители садов и огородов. Изд. МГУ, Москва, 1951, 1-120.
- Боев, З.** Еколого-фаунистични изследвания на насекомоядни бозайници и гризачи (Insectivora et Rodentia – Mammalia) от планината Огражден. – Катедра по зоология, Биол. фак. Софийски университет "Климент Охридски". Дипл. работа. 1980, 1-118.
- Боев, З.** Насекомоядни бозайници и гризачи (Mammalia; Insectivora, Rodentia) от Огражден. - *Acta zoologica bulgarica*, 1983, 21: 59-66.
- Димитров, Д.** Климатология. – В: Атлас на НР България. ГУГК. ИК, изд. на БАН. София, 1973.

- Дончев Д.** Природно-огнищни заболявания в Петричко и Гоцеделчевско. – В: Природни огнища на зараза в Петричко и Гоцеделчевско. Изд. на БАН, Отдел, за биол. науки., 1962, 5-19.
- Кошкина, Т. В., Коротков, Ю. С.** Регуляторные адаптации в популяциях красной полевки в оптимуме ареала. – В: Фауна и экология грызунов, 12. Изд. МГУ. Москва, 1975.
- Марков Г.** Еколого-фаунистически изследвания на насекомоядните бозайници и гризачите от Петричко и Гоцеделчевско. - *Известия на зоол. институт и музей*, БАН, 1952, 11.
- Матева, М. Хр.** Проучвания върху екологията и биологията на гризачите от сем. Muridae и средствата за борба срещу тях в природни огнища на зараза в Петричко. Канд. дис. НИИЕМ, 1966, 1-192.
- Матева, М. Хр.** Проучвания върху биологията и екологията на мишевидните гризачи з Петричко. - *Известия на зоол. институт и музей*, БАН, 1972, 35.
- Мозговой, Д. П., Мозговая, О. А.** Повреждения сосен полевками в Башкирском государственном заповеднике. – В: Териология, 1. Наука – Сибирское отд., Новосибирск, 1972, 391-395.
- Наумов, Н. П.** Очерки сравнительной экологии мышевидных грызунов. Москва, 1948.
- Образцов, Б. В., Шитильмарк, Ф. Р.** Лесохозяйственное значение мышевидных грызунов в дубравах Европейской части СССР. – *Труды Инст. леса*, 1957, 35: 5-121.
- Панина, Т. В., Мясников, Ю. А.** Динамика численности и размножение рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreber) в природных очагах геморрагической лихорадки опочечным синдромом в Тульской области. – *Зоологический журнал*, 1960, 39 (11): 1707-1715.
- Паспалев, Г. В., Мартино, К. Вл., Пешев, Ц. Хр.** Изследвания върху някои гризачи на планината Витоша. - *Годишник на Софийския университет*, 1951, т. 47. год. 1950/51-1951/52, кн. 1. Биол.
- Пешев, Ц., Ангелов, В.** Насекомоадните бозайници и гризачите в южните части на България. – *Годишник на Софийския университет*, 1960, т. 61. год. 1950/51-1951/52, кн. 1. Биол.
- Стефанов, Ст., Василев, В.** Размножаването на горската полевка *Clethrionomys glareolus* на Витоша. – *Годишник на Софийския университет*, 1965, т. 58. год. 1950/51-1951/52, кн. 1. Зоол., физиол. и биох. на жив.

Формозов, А. Н. Звери, птицы и их взаимосвязи со средойобитания. Наука, Москва, 1976. 1-310.

Zejda, J. Winter breeding in the bank vole (*Clethrionomys glareolus* Schreber). – *Zool. listy*, 1962, 11(4): 309-321.

Златозар Боев, д-р, проф. д.б.н.

Национален природонаучен музей - БАН

бул. “Цар Освободител” № 1, София 1000

м. т. 0887089049

e-mail: boev@nmnhs.com; zlatozarboev@gmail.com

ON THE BREEDING OF SOME MOUSE-LIKE RODENTS (MUROIDEA ILLIGER, 1811) FROM OGRAZH DEN MOUNTAIN (SOUTH-WESTERN BULGARIA)

Zlatozar Boev

National Museum of Natural History, Bulgarian Academy of Sciences

(Summary)

The breeding of the most numerous muroid rodents of the micromammalian assemblage in the Ograzhden Mountain (*Myodes glareolus*, *Apodemus flavicollis* and *A. sylvaticus*) has been studied. The correlation between the intensity of reproduction and the annual change in average monthly temperatures have been proved. Two periods of mass reproduction have been established: spring (April - May) and autumn (September). The main reason for the existence of a long three-month summer pessimum from June to August is the high summer temperatures, accompanied by a severe drought. The maximum in the breeding process for all three species is reached at a temperature of 16-21⁰ C. *M. glareolus* males of spring generations reach sexual maturity and are involved in breeding earlier than those of autumn generations. The fertility of the three species in the mountain is slightly below the average biological fertility rate for each species. Adult and sexually mature specimens in total for the three species make up about 87% of the age composition of the populations studied.

Key words: *Bank vole, Yellow-necked mouse, Wood mouse, Breeding process, Ograzhden Mountain, Bulgarian fauna of mammals, seasonal phenomena*

Zlatozar Boev, Prof. DSc.

National Museum of Natural History

Bulgarian Academy of Sciences

1, Blvd. Tsar Osvoboditel, 1000 Sofia, Bulgaria

e-mail: boev@nmnhs.com; zlatozarboev@gmail.com;

ПРОСТРАНСТВЕНА СТРУКТУРА И БИОМЕТРИЧНИ ПАРАМЕТРИ НА КОРОНИТЕ В ДЕНДРОЦЕНОЗИ, РАЗСТРОЕНИ ОТ СМЕРЧ В ЗАПАДНИТЕ РОДОПИ

Ангел Ферезлиев, Христо Цаков
Институт за гората- София
Българска академия на науките

Резюме: Целта на изследването е да се илюстрира пространствената хоризонтална структура на дендроценози засегнати от смерч в Западните Родопи през 1961 година, както и да се установят биометричните параметри на дървесните корони на залесените дървета в насаждения, създадени след природната стихия. Независимо от различните условия на месторастене и подходи при възстановяване на насажденията, връзките между параметрите на дървесните корони и диаметрите на гръдна височина се изразяват с хиперболичен модел, като условията на месторастене не оказват съществено влияние върху изведените зависимости, независимо от начина на възстановяване на насажденията.

Ключови думи: *пространствена структура, биометрични параметри, смерч, дескриптивна статистика, регресионни зависимости, хиперболичен модел*

Въведение

Възникналите локални ветровали в горите през последните над 50 години, може да се оценят като закономерни и периодични явления (Мечев, 2012), що се отнася до проявата им в Рило - Родопския масив и Витоша.

Ветровата инвазия нарушава общото състояние на горските екосистеми, прекъсва естествения ход на сукцесионните процеси и развитие, изменя възрастовата структура на дървостойките. Нарушава се топлинния режим на почвата, намалява нейната влажност и водоохранни свойства, засилва се рискът от ерозионни процеси, променя се биоразнообразието на флората и фауната.

У нас бяха регистрирани ветровали през 1958 г. в м. Офелиите на Витоша. В Родопите, през 1961 година ветровата стихия спря растежа и развитието на иглолистните гори в протежение на 40 km. В биосферния резерват „Парангалица” (Рила планина, 1964 г.) се промени вековната структура на девствените гори. През 2001 г. от урагания вятър бяха повалени над 20000 m³ дървесина в резервата „Бистришко бранище” (Витоша).

Анализът на приложените в миналото залесителни работи след природните бедствия и използваните след това и в настоящето лесовъдски прийоми и тяхната ефективност за бъдещо развитие и управление на оцелелите и новосъздадени след смерча гори и натрупаният опит през годините е аргумент за необходимост от бързи действия, лесовъдски мероприятия и борба за защита на оцелелите дървостои. Налага се преоценка на избора на дървесни видове и схемите за залесяване и разумен приоритет на смесените насаждения.

Целта на изследването е да се илюстрира пространствената хоризонтална структура на дендроценози засегнати от ветровата инвазия, както и да се установят биометричните параметри на дървесните корони на залесените след смерча дървета в насаждения, създадени в Западните Родопи.

Материали и методи

Предмет на проучване са горски дендроценози, засегнати от ветровата инвазия в Рило - Родопския масив и по-точно в района на ДГС Селище, където през м. май, 1961 г. само за минути падат най - ценните иглолистни насаждения. Обхваната е площ от 18000 дка в горското стопанство. В последствие, само за 5 години са залесени нови гори на площ 17000 дка, което и досега е едно от най - масовите залесявания, извършвани някога в България.

Основните критерии при избора на изследваните насаждения са:

- да са пострадали от ветровата инвазия;
- да е процедирано различно при последващото им възстановяване (залесяване);
- да са с различна съвременна структура и стадии на естественото възобновяване.

Изследванията са извършени в една постоянна опитна площ, заложена в чиста белборова култура, създадена на изцяло оголен терен след ветровала и в една временна площ в насаждение, в което е имало останали след смерча смърчови екземпляри и е залесен бял бор чрез попълване. Местонахождение и характеристика на площите са показани в таблица 1.

Таблица 1. Местонахождение и характеристика на опитните площи

Териториално административна единица	Опитна площ (ПОП/ ВОП)- отдел/ подотдел	Координати	Надморска височина m	Изложение	Наклон °	Възраст (А) години	Тип местора- стене
ДГССелище	ПОП- 106"а"	N41°49'57.58" E 23° 54'45.91"	1450	ЮИ-склон, горна част	16	50	Т-II-2 С2 (75)
ДГССелище	ВОП- 35"б"	N41°49'53.16" E 23° 52'03.46"	1300	ЮЗ-склон, долна част	6	66-50 см- 70	Т-II-2 С2 (75)

*Забележка: ПОП - постоянна опитна площ; ВОП - временна опитна площ

Измерени са диаметрите (с точност до 0,1 cm) и височините (с точност 0,01 m) на всички дървета в опитните площи. Пространствената структура е показана чрез използване на програмата Stand Visualization System (McGaughey 1997). За целта на терена в рамките на всяка опитна площ е развита локална координатна система, в която са определени координатите на всички дървета, а така също и координатите на хоризонталната проекция на короните им в четирите посоки на света.

Изследването на короните се отнася до определяне на биометричните им параметри – диаметър (ширина) и дължина на короната (Dk и Lk).

Потърсена е връзка между параметрите на дървесните корони и диаметрите на гръдна височина ($D_{1.30}$) чрез прилагане на дескриптивна статистика и изпитване на 7 регресионни зависимости (линейна, хиперболична, експоненциална, логаритмична, степенна, квадратична и кубична).

По отношение на условията на месторастене, двете изследвани площи се характеризират с разлики по отношение на надморските височини, изложението, наклона и географското си разположение (таблица 1). Логичен е въпросът за вариабилността на проучените връзки, като най - често използваните показатели в това отношение са средното квадратично (стандартно) отклонение, вариационният коефициент, средната (стандартна) грешка (Михов, 1973).

При такъв сравнителен анализ се избира онзи от конкуриращите се модели, който е най - адекватен, т.е. който отразява най-точно и вярно моделираната връзка при значими от статистическа гледна точка регресионни коефициенти (за факторните променливи) и на база критерии, разкриващи различията между опитното и

теоретичното разпределение. При близки по тези показатели връзки, предпочитанието се определя от тяхната вариабилност. Обработката е извършена с компютърния програмен продукт SPSS 21.

Резултати и обсъждане

Пространствена структура на изследваните площи:

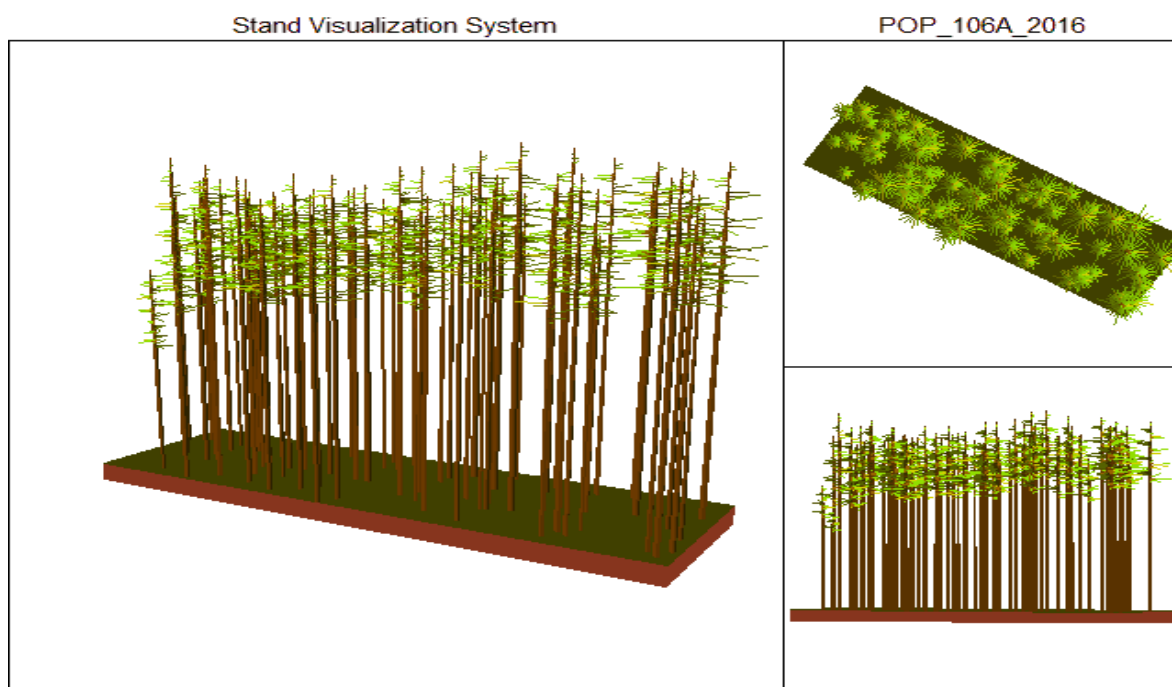
Разположението на дърветата в пространството се характеризира чрез определяне на хоризонталната структура на гората. Широко признато е, че пространствената структура на горите е движещ фактор за процесите на растеж и конкуренция. Също така всяко въздействие върху горите е преди всичко промяна на пространствена им структура (Александров, 2015).

Програмата Stand Visualization System (SVS), изобразява графично насажденията от предварително изготвен образец с база данни в Microsoft Excel.

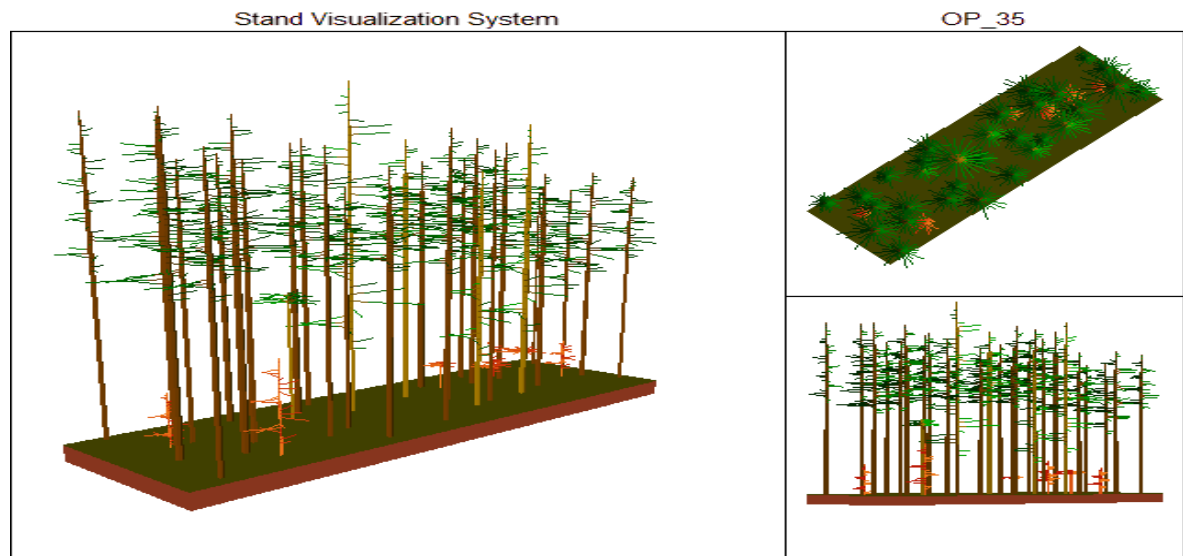
Наличните и измерими на терена са: дървесен вид (или видов индентификатор - species identifier), X и Y координати спрямо развита локална координатна система, диаметри ($d_{1,30}$) и височини (H) на дърветата, ширина (диаметър) на короните (D_k), коефициент на короната L_k/H (crown ratio).

На база извършените измервания в опитните площи и създадения на тази основа входящ файл с данни се получиха следните графични изображения, визуализиращи пространствено структурата на изследваните площи (фиг. 1. и фиг. 2):

Фигура 1. Изглед на постоянна опитна площ (ПОП) - отд. 106 "а" в перспектива, в профил и отгоре



Фигура 2. Изглед на временна опитна площ (ВОП) - отд. 35 "б" в перспектива , в профил и отгоре



Биометрични параметри на короните:

- диаметър на короната (ширина)- Dk

Изведена е връзката, която съществува между ширината на дървесните корони (най - широката част на короните Цаков (1996)) и дебелината на дърветата. В зависимост от използваната методика от фиг.3. 1 се вижда, че диаметърът на 71 здрави корони на белия бор (едно дърво е със счупен връх и е изключено от изследване на параметрите на короните) в ПОП е логаритмична, хиперболична, степенна или експоненциална зависимост от дебелината на дърветата. На база извършен дескриптивен анализ, за представяне на връзката е избран **хиперболичния модел** (фиг. 3. 2), който има следния вид:

$$y(Dk) = -84,091 / (x = D_{1,30}) + 7,712 \quad (1)$$

където:

Корелационен коефициент / на Пирсън – Браве/, $R = 0,717$;

Коефициент на детерминация, $R^2 = 0,514$;

Стандартна грешка на оценката, $S_y = 0,750$;

F - критерия на Фишер, $F = 77,871$;

Равнище на значимост на F - критерия $\text{Sig } F = 0,000$;

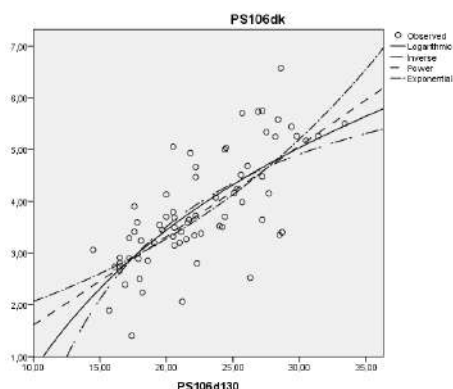
Критерии на Стюдънт, $t^{\text{"a"}} = -8,536$;

Равнище на значимост на свободните членове "a" - $\text{Sig } t^{\text{"a"}} = 0,000$;

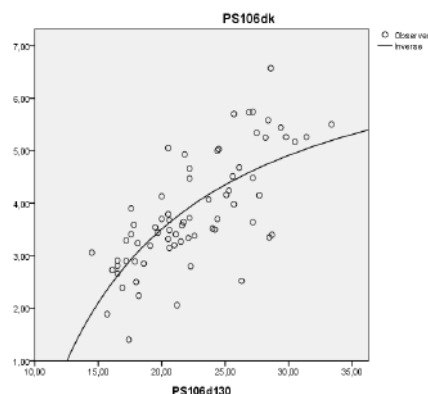
Критерии на Стюдънт - $t^{\text{"b"}} = 16,651$;

Равнище на значимост на факторните променливи "b" - $\text{Sig } t^{\text{"b"}} = 0,000$

Фигура 3. Връзка между ширината на дървесните корони и дебелината на белборовите дървета в ПОП



Фиг. 3. 1.



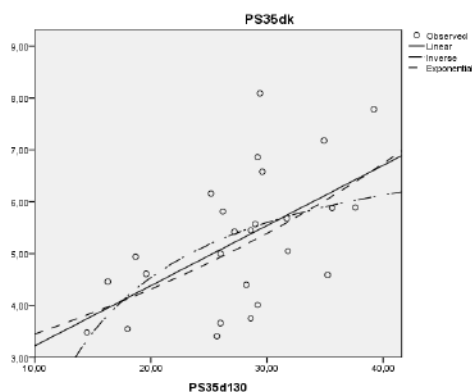
Фиг. 3. 2.

Диаметърът на короните на белия бор във ВОП е линейна, хиперболична и експоненциална зависимост от дебелината на дърветата (фиг.4.1). Предпочетеният за анализ на връзката, както и при предишната изследвана площ е **хиперболичният модел** (фиг.4.2) в следния вид:

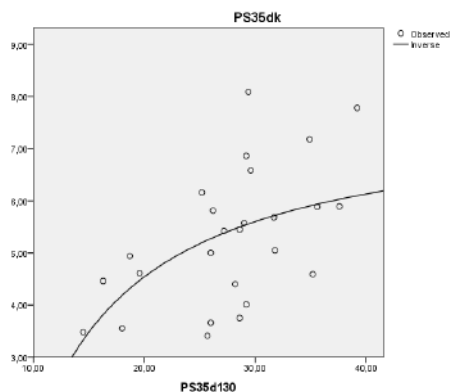
$$y(Dk) = -63,705 / (x = D_{1,30}) + 7,723 \quad (2)$$

при: $R = 0,530$; $R^2 = 0,281$; $Sy = 1,135$; $F = 9,367$; $Sig F = 0,005$; $t''a = -3,061$; $Sig t''a = 0,005$; $t''b = 9,318$; $Sig t''b = 0,000$.

Фигура 4. Връзка между ширината на дървесните корони и дебелината на белборовите дървета във ВОП



Фиг. 4. 1.



Фиг. 4. 2.

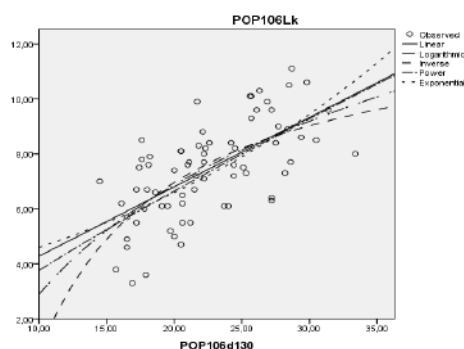
- дължина на короната- Lk

Връзката, която съществува между дължината на дървесните корони и диаметрите на гърдна височина в чистата белборовая постоянна опитна площ е представена от статистически значимите линейен, логаритмичен, хиперболичен, степенен и експоненциален модели (фиг.5.1). За представителна е избрана **хиперболичната зависимост** (фиг.5.2), а именно:

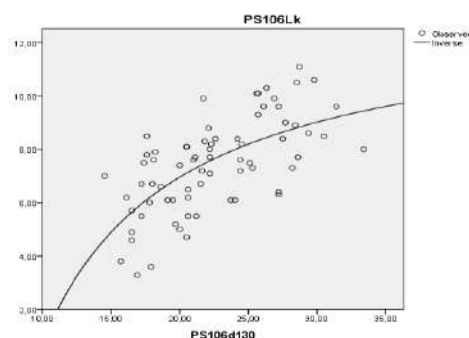
$$y(Lk) = -123,662 / (x=D_{1,30}) + 13,143 \quad (3)$$

при която: $R = 0,647$; $R^2 = 0,418$; $S_y = 1,338$; $F = 49,555$; $\text{Sig } F = 0,000$; $t^{''a} = -7,040$; $\text{Sig } t^{''a} = 0,000$; $t^{''b} = 15,914$; $\text{Sig } t^{''b} = 0,000$.

Фигура 5. Връзка между дължината на дървесните корони и дебелината на белборовите дървета в ПОП



Фиг. 5. 1.



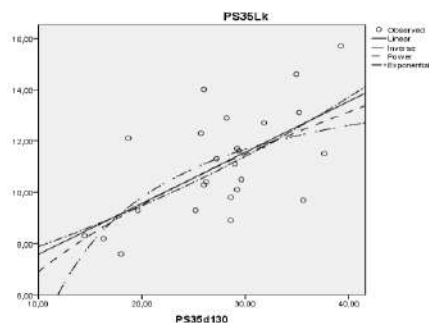
Фиг. 5. 2.

При ВОП, връзката между Lk и $D_{1,30}$ се илюстрира също от по - голям брой зависимости - линейна, хиперболична, степенна и експоненциална (фиг. 6 .1), като на база комплексна оценка, предлагаме отново **хиперболичния** модел (фиг. 6. 2).

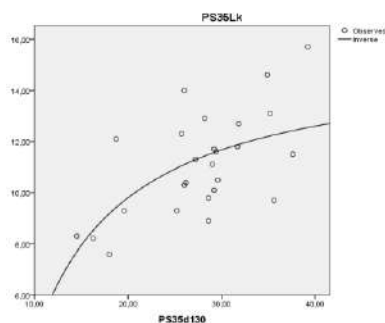
$$Y = -111,807 / (x) + 15,396 \quad (4)$$

където: $R^2 = 0,367$; $S_y = 1,635$; $F = 13,888$; $\text{Sig } F = 0,001$; $t^{''a} = -3,727$; $\text{Sig } t^{''a} = 0,001$; $t^{''b} = 12,888$; $\text{Sig } t^{''b} = 0,000$.

Фигура 6. Връзка между ширината на дървесните корони и дебелината на белборовите дървета във ВОП



Фиг. 6. 1.



Фиг. 6. 2.

Пространствената структура, показана чрез използване на програмата Stand Visualization System (McGaughey, 1997) е сравнително съвременен подход (Александров, 2015). Този компютърен продукт дава възможност за създаване на визуален образ на горския участък, посредством посочените налични и измерими на терена данни и извършва кратка статистическа обработка на данните за диаметрите и височините. В Съединените щати например, софтуерът най - често се използва от горските стопани и проектантите, за да се изобрази представителна площ на горите (Barrett and all., 2007). В тази връзка и за визуализиране на настоящето изследване на терена в рамките на всяка пробна площ е развита локална координатна система, в която

са определени координатите на всички дървета, а така също и координатите на хоризонталната проекция на короните им в четирите посоки на света.

Понеже площите за изследване са с еднаква форма и размери (40 m x 12,5 m, 0,05 ha), може да се направи визуална преценка за изследваните насаждения при двата избрани случая. На фиг.1 е илюстрирана ПОП в чистата белборова култура, създадена на изцяло оголен терен след ветровала, а на фиг. 2 - ВОП, локализирана в насаждение, в което е имало останали след смерча смърчови екземпляри и е залесен бял бор чрез попълване. Освен графичното изображение с програмата SVS са изчислени и някои статистически величини, свързани с таксационните показатели диаметър и височина: средна аритметична (Mean), минимум (minimum), максимум(maximum), стандартно отклонение (Std.Dev.), (табл. 2).

Таблица 2. Кратка статистика, базирана на софтуера Stand visualization system (SVS)

Опитна площ	Таксационен показател	Размер на извадката		Средна аритметична	Минимум	Максимум	Стандартно отклонение	кръгова площ	
		бр. дървета	бр/ ha					изследвана площ	за 1 ha
ПОП	D1.30(cm)	72	1439	22,4	12,1	33,4	4,6	2,9	59,0
	H(m)			23,6	13,5	27,3	2,3		
ВОП	D1.30(cm)	38	759	23,3	4,2	39,2	10,2	1,9	38,3
	H(m)			21,6	3,0	32,3	8,7		

Стойностите на средноаритметичните величини не се различават особено, въпреки че във ВОП има 5 останали от преди ветровала смърчови индивиди с диаметри от 13,2 до 34,1 cm и височини от 12,6 до 32,3 cm. Тук са включени и 7 бр. появил се по естествен път смърчов подраст с актуална височина от 3,0 до 8,5 m и диаметри от 4,2-9,6 cm. Залесените и налични белборови дървета са 26 на брой ($D_{ср.} = 28,4$ cm и $H_{ср.} = 26,2$ cm). Това обаче е видно и от разликите между максималните и минималните им стойности (т.н.размах на извадката), който за диаметрите и височините при ВОП е с 1,6 и съответно с 2,1 пъти по - голям от този показател при ПОП, при сравнително малки стойности на стандартното отклонение във всички случаи.

Изборът на модела, който отразява най - точно и вярно моделираната връзка между ширината, респ. дължината на дървесните корони от една страна и диаметъра на гръдна височина е направен при значими от статистическа гледна точка регресионни коефициенти (за факторните променливи) и на база по - висока стойност на коефициента на детерминация (R^2) и по - малка на стандартаната грешка на оценката (S_y), които са критерии, разкриващи различията между опитното и теоретичното

разпределение. При това, двете разпределения се съгласуват добре при $R^2 \geq 0,900$ и се различават при $R^2 \leq 0,900$ (Димитров, 2003).

Регресионните коефициенти при избраните модели на връзките между D_k и L_k и $D_{1,30}$ ($a_0 = -84,091$; $-63,705$; $-123,662$ и $-111,807$) са *статистически значими*, което се вижда от техните равнища на значимост ($\text{Sig } t''a''$), които са равни съответно на 0,00; 0,005; 0,00 и 0,001 и са по - малки от грешката $\alpha = 0,05$.

Регресионните коефициенти пред факторната променлива "b" (7,712; 7,723; 13,143 и 15,396) също са статистически значими, понеже и техните равнища на значимост ($\text{Sig } t''b''$), са равни на 0 във всички случаи, т.е. са по - малки от грешката α .

Всички от представените статистически модели показват задоволителна връзка между изследваните променливи. Основание за това са емперическите стойности на F - критерия на Фишер и съответстващите им равнища на значимост (означени като Signif F), който при извършения Analysis of variance (ANOVA) имат стойности равни на 0 (0,005 при отношението между D_k и $D_{1,30}$ и 0,001 между L_k и $D_{1,30}$ във ВОП). Те са по - малки от грешката $\alpha = 0,05$ във всички случаи, затова можем да приемем, че моделите представят задоволително връзката между изследваните променливи (адекватни са).

Регресионният анализ е статистически метод за изследване на зависимости, при който и факторните и резултативната променлива са количествени. За да се разбере каква е теснотата на връзката между две променливи се използват корелационни коефициенти. При две променливи се изчислява обикновен корелационен коефициент (R), известен още като коефициент на Пирсън – Браве. Съгласно степенуването в математическата статистика, условно се приема, че когато коефициентът е в граници от 0 до 0.3, връзката е слаба, от 0.3 до 0.7 – средна, и над 0.7 – силна (Стефанов, Тотев, 1960). Не са анализирани връзките между $D_{1,30}$ и биометричните параметри на короните за смърчовите дървета и подраст във ВОП, поради прекалено малкият им брой.

Диаметърът (ширината) на дървесните корони е параметър, свързан с широката част на короната (Ферезлиев, 2008). Кръстанов (1976) установява, че ширината на короната при черната и бяла мура и при смърча е в праволинейна или квадратна параболична зависимост от дебелината на дърветата. Михов (1973), Цаков (1996), Alexandrov et al. (2001), Цаков, Христова (2002) и Ферезлиев (2008 и 2012) са използвали линейни зависимости за характеризиране на тази зависимост, съответно за естествени белмурови насаждения в Северен Пирин, за акациеви култури, създадени при рекултивация на деградирани терени и за средновъзрастни дугласкови култури,

растящи в Северозападните Родопи. Ферезлиев и др. (2015) установяват линейна, логаритмична, експоненциална и хиперболична зависимости между ширините на дървесните корони и диаметрите на гръдна височина за представителни дървостои от Шуменското плато.

При определяне на връзката между диаметрите (ширините) - d_k на короните и диаметрите на гръдна височина - $d_{1,30}$ и на база използваната методика, от изпитаните 7 регресионни зависимости за ПОП, четири се оказват статистически значими по отношение на факторните променливи - логаритмична, хиперболична, степенна и експоненциална функции. Сравнявайки стойностите на коефициентите на детерминация (R^2 е равен съответно на 0,528; 0,514; 0,500 и 0,494) се вижда, че те са доста близки, като при това от 52,8% до 49,4% от случаите диаметрите на короните зависят от диаметрите на гръдна височина. Същевременно навсякъде $R^2 \leq 0,900$, което показва, че теоретичното и опитното разпределение се различават (Димитров, 2003). Стойностите на стандартната грешка на оценката (S_y) са близки помежду си и до нула във всички случаи (съответно 0,739; 0,750; 0,208 и 0,209). Те са критерии за коректността на изчисленията и не влияят съществено, що се отнася до избора на представителния за връзката модел. За да се избере най - коректното представителство, беше извършена дескриптивна статистика за изследване на вариационността и избора на най - подходящата зависимост, описваща връзката между D_k и $D_{1,30}$. Това се извърши на база на сравнение между измерените диаметри на короните и изчислените такива по съответните, оказали се значими статистически модели. Доколко предложения хиперболичен такъв удовлетворява в най - голяма степен посочената корелационна зависимост е видно от таблица 3.

Таблица 3. Дескриптивна статистика за връзката между D_k и $D_{1,30}$ за предложените модели в ПОП

Модел на връзката между D_k и $D_{1,30}$	брой/ N/	Средна аритметична /Mean/	Стандартна средна грешка /Std.err/	Стандартно отклонение /Std. Deviation/	Вариационен коефициент/ Coef.Var.(%)
Степенен $y(D_k)=0,145.x(D_{1,30})^{1,046}$	71	3,8	0,09236	0,77820	20,6
Експоненциален $y=1,300.exp(0,046.x)$	71	3,7	0,09348	0,78764	21,1
Логаритмичен $y=3,933.ln(x)-8,343$	71	3,8	0,09214	0,77640	20,3
Хиперболичен $y=-84,091/(x)+7,712$	71	3,8	0,09079	0,76503	20,0
измерени	71	3,8			

От таблицата се вижда, че най - ниски са стойностите на стандартната средна грешка (0,09079) и стандартното отклонение (0,076503) от средната величина на измерените действителни стойности на диаметрите на короните при хиперболичния модел, при който се наблюдава и най - ниска стойност на вариационния коефициент (20%). Самата стойност на вариационния коефициент е доказателство за слаба изменчивост на разглежданата връзка (Лакин, 1990).

За ВОП значим по отношение на факторните променливи се оказват линейният, хиперболичният и експоненциалният модели със стойности на R^2 съответно 0,317, 0,281 и 0,325, като тук ширините на короните зависят от $D_{1,30}$ в по - малка степен, в сравнение с ПОП (в сравнително тесен интервал между 28,1% и 32,5%). От друга страна, сравнително ниските стойности на R^2 показват значителни различия между опитното и теоретичното разпределения. Експоненциалната зависимост, освен че е с най - голяма сравнителна стойност на R^2 има и най - малка стандартна грешка на оценката ($S_y=0,209$, спрямо 1,105 за линейната и 1,135 за хиперболичната връзки). При извършената дескриптивна статистика за вариационността обаче (таблица 4), стойностите на средните статистически величини показват, че предложението хиперболичен модел удовлетворява в най - голяма степен корелацията между изследваните величини.

Таблица 4. Дескриптивна статистика за връзката между D_k и $D_{1,30}$ за предложените модели във ВОП

Модел на връзката между D_k и $D_{1,30}$	брой / N/	Средна аритметична /Mean/	Стандартна средна грешка /Std.err/	Стандартно отклонение /Std. Deviation/	Вариационен коефициент/ Coef.Var.(%)
Линеен $y(D_k)=0,116.x(D_{1,30})+2,060$	26	5,3	0,14477	0,73820	14,0
Хиперболичен $y=-63,705/(x)+7,723$	26	5,3	0,13630	0,69501	13,2
Експоненциален $y=2,763.exp(0,022.x)$	26	5,1	0,13801	0,70370	13,7
измерени	26	5,3			

Колкото коефициентът на корелация (R) е по - близо до 1, толкова връзката между изследваните показатели е по - тясна. Стойностите на вариационните коефициенти в изследваните площи ($R = 0,717$ и $0,530$), показват сравнително силна корелационна зависимост между белборовите D_k и $D_{1,30}$ в първия случай и средна по сила зависимост във временната опитна площ. И в двата случая тази връзка е

еднопосочна (права), т.е. с увеличаване на диаметрите на гръдна височина се увеличават и ширините на короните.

Връзката, която съществува между дължината на дървесните корони (Lk) и диаметрите на гръдна височина (D_{1,30}) в чистата белборова постоянна опитна площ (ПОП) е представена от статистически значимите линеен, логаритмичен, хиперболичен, степенен и експоненциален модели. Стойностите на коефициентите на детерминация са съответно R² = 0,414; 0,422; 0,418; 0,402 и 0,390 и показват зависимост на Lk от D_{1,30} между 39,0% и 42,2% при значителни разлики между теоретичното и опитното разпределения. Стойностите на стандартната грешка (Sy) са съответно 1,343; 1,334; 1,338; 0,199 и 0,201. Те са сравнително близки помежду си и до 0, което показва коректност на изчисленията. За по - прецизен избор на представителния модел е извършена и дескриптивна статистика (таблица 5).

Таблица 5. Дескриптивна статистика за връзката между Lk и D_{1,30} в ПОП

Модел на връзката между Dk и D _{1,30}	брой / N/	Средна аритметична /Mean/	Стандартна средна грешка /Std.err/	Стандартно отклонение /Std. Deviation/	Вариационен коефициент/ Coef.Var.(%)
Линеен $y(Dk)=0,252.x(D_{1,30})+1,755$	71	7,43	0,13276	1,11868	15,1
Логаритмичен $y=5,728.ln(x)-10,291$	71	7,44	0,13420	1,13082	15,2
Хиперболичен $y=-123,662/(x)+13,143$	71	7,44	0,13362	1,12588	15,1
Степенен $y=0,566.x^{0,822}$	71	7,30	0,14051	1,18397	16,2
Експоненциален $y=3,210.exp(0,036.x)$	71	7,31	0,14215	1,19781	16,4
измерени	71	7,44			

Изследваната вариабилност (ниска стойност на стандартната средна грешка (0,13362) и стандартното отклонение (1,12588) от средната величина на измерените действителни стойности на дължините на короните и една от двете най - ниски стойности на вариационния коефициент (15,1%), конкретизира в определена степен избора на представителен модел, като на база обща оценка за такъв е предпочетена хиперболичната зависимост.

За ВОП, значими по отношение на факторните променливи се оказват същите регресионни зависимости, както при предишната площ (без логаритмичната). И тук значенията на коефициентите на детерминация (R² = 0,395; 0,367; 0,419 и 0,416

съответно за линейната, хиперболичната, степенната и експоненциалната връзки), показват сравнително ниска зависимост (между 36,7% и 41,9%) между двете променливи и отново при съществени разлики между теоретичното и опитното разпределение. Изборът на модел по най - голямата стойност на R^2 и най - малката величина на стандартната грешка на оценката (S_y = съответно на 1,598; 1,635; 0,141 и 0,142) е в посока на степенната зависимост, при която обаче имаме отклонение в средната аритметична величина, спрямо средната стойност на дължините на короните при измерените дървета (таблица 6). Затова и тук изборът на представителен модел е хиперболичната връзка, която е с по - ниски стойности на стандартната средна грешка (0,23891), стандартното отклонение (1,21820) и вариационния коефициент (11,0%) в сравнение с линейния модел.

Таблица 6. Дескриптивна статистика за връзката между L_k и $D_{1,30}$ за предложените модели във БОП

Модел на връзката между D_k и $D_{1,30}$	брой / N/	Средна аритметична /Mean/	Стандартна средна грешка /Std.err/	Стандартно отклонение /Std. Deviation/	Вариационен коефициент/ Coef.Var.(%)
Линеен $y(D_k)=0,199.x(D_{1,30})+5,589$	26	11,11	0,24832	1,26618	11,4
Хиперболичен $y=-111,807/(x)+15,396$	26	11,11	0,23891	1,21820	11,0
Степенен $y=2,372.x^{0,464}$	26	11,00	0,24160	1,23191	11,2
Експоненциален $y=6,556.exp(0,018.x)$	26	10,87	0,23986	1,22304	11,3
измерени	26	11,11			

Стойностите на вариационните коефициенти при предложените модели в изследваните площи ($R=0,647$ и $0,605$), показват средна по сила корелационна зависимост и в двата случая. И тук тези зависимости са еднопосочни, т.е. с увеличаване на диаметрите на гърдна височина се увеличават и дължините на короните.

Заклучение

Установената пространствена структура дава представа за сегашното състояние на двете изследвани насаждения (пострадали при смерча), при които е избран различен подход за възстановяване. Площта, върху която е залесено изцяло с бял бор върху оголен терен е без започнало естествено възобновяване, докато при тази, при която е попълнено с бял бор между останали след смерча смърчови индивиди се е появил естествен смърчов подраст, който поставя началото на класическа по вида си сукцесия.

Изборът на модели, които отразяват най - точно и вярно моделираната връзка между ширината, респ. дължината на дървесните корони от една страна и диаметъра на гръдна височина, осъществен по предложената методика показва, че независимо от различните условия на месторастене и подходи при възстановяване на насажденията, връзките между параметрите на дървесните корони и диаметрите на гръдна височина се изразяват с един тип зависимост във всички случаи - хиперболичната. Изборът на този модел е потвърден от ниски стойности на показателите за вариабилност на връзките (ниски стойности на стандартната средна грешка от 0,09079 до 0,23891 и стандартното отклонение - от 0,69501 до 1,21820). Вариационният коефициент е в границите на 11%-20%, което е критерии за слаба изменчивост на разглежданите връзки. Ниските стойности на посочените статистически показатели дават основание да се смята, че условията на месторастене не оказват съществено влияние върху разглежданите зависимости между параметрите на белборовите корони и диаметрите им на гръдна височина, независимо от начина на създаване на културите след урагания вятър.

Доказано е, че между параметрите на короните и диаметрите на гръдна височина на залесените след смерча белборови дървета съществуват едноточни зависимости, т.е. с увеличаване на диаметрите на гръдна височина се увеличават и диаметрите, респ. дължините на короните. Силата на връзката е средна (със стойности на R от 0,530 до 0,647), като само в изцяло залесената опитна площ и за връзката между D_k и $D_{1.30}$ за белборовите дървета е по - скоро силна ($R=0,717$). В 28,1% - 52,8% от случаите, промяната в стойностите на параметрите на короните зависят от изменението на гръдните диаметри.

Разбира се, това се приема с известна условност и за конкретния случай, тъй като се базира на много малка извадка данни и не са удовлетворени всички условия за прилагане на общовалиден регресионен анализ. Изведените уравнения обаче могат да се ползват с достатъчна точност, що се отнася до създадените след смерча белборови култури в рамките на значимия по площ район, засегнат от природното бедствие.

Литература

Александров, Н. Проучвания върху природната динамика на структурата на високопланински смърчови гори в Родопите. Автореферат към дисертация за присъждане на ОНС „ Доктор, 2015. с. 1-72.

Димитров, Е. Моделиране на строежа, обема и сортиментите на средновъзрастните и дозряващите белборови, смърчови и елови дендроценози, София, 2003, с. 39-40.

Кръстанов, Кр. Морфология на короната и прираст по дебелина в насаждения от черна мура, бяла мура и смърч в горната лесорастителна зона. // В: *Горскостопанска наука*, 1976, N 2, с. 22-32.

Лакин, Г. Ф. Биометрия. Высшая школа, Москва, 1990, с.352.

Мечев, В. Локалните ветровали в Рило - Родопския масив - периодично и закономерно явление. // В: *сп.Гора*, 2012, бр. 1 (35).

Михов, И. Корелационна зависимост между диаметъра на короната и диаметъра на гръдна височина при младите белборови култури. // В: *Горско стопанство*, 1973, N 6, с. 35-37.

Стефанов Ив., Тотев Н. Теория на статистиката, София, 1960.

Ферезлиев, А. Профилни характеристики и биометрични параметри на дървесните корони на култури от зелена дугласка (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в Западни Родопи. // В: *Наука за гората*, 2008, N 4, с. 24-25.

Ферезлиев, А. Растежни особености на зелената дугласка (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в Северозападни Родопи. Автореферат на Дисертация за присъждане на образователна и научна степен "Доктор". Институт за гората, София, 2012, с.18-19.

Ферезлиев, А, Маринков В., Цаков Хр., Христова Хр. Връзката - ширина на короната и диаметър на стъблото в представителни дървостои от Шуменското плато. // В: *Наука за гората*, 2015, N 2, с.57-68.

Цаков, Хр. Биометрични параметри и характеристики на короните на естествените белмурови насаждения в Северен Пирин. // В: *Наука за гората*, 1996, N 2, с. 27-38.

Цаков, Хр., Христова Хр. Растеж и профилни характеристики на дървесните корони на акациева култура, създадена при рекултивация. // В: *Наука за гората*, 2002, N 3/ 4, с.43.

Alexandrov, A., Tsakov H., Dimitrova P. Structure of the tree crown in plantation of *Robinia pseudoacacia* L., created on degraded terrains. // In: *Forest Science*, 2001, N 1 /2, pp.14.

Barrett T.M, Zuuring H.R., Christopher T. Interpretation of forest characteristics from computer - generated images. Science direct. // In: *Landscape and Urban Planning*, 2007, N 80, pp. 398.

McGaughey, Robert J. Visualizing forest and stand dynamics using the stand visualization system. // In: *Proc. 1997 ACSM/ASPRS Annual Convention and Exposition, Bethesda, MD: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, 1997.

гл.ас., д-р **Ангел Ферезлиев**, GSM: 0895665453; e-mail: obig@abv.bg

SPATIAL STRUCTURE AND BIOMETRIC PARAMETERS OF TREE CROWNS IN DENDROCOENOSSES DISTURBED BY WIND INVASION IN WESTERN RHODOPEs

Angel Ferezliev, Hristo Tsakov
Forest Research Institute – Sofia
Bulgarian Academy of Sciences

Summary

The spatial horizontal structure of dendrocoenoses affected by wind invasion in the Western Rhodopes in 1961 has been illustrated by using the computer program Stand Visualization System (SVS). Biometric parameters (width and length) of the crowns of pine trees (*Pinus sylvestris*) in the plantations created after the wind invasion were established.

For establishing the connection between them and diameters at breast height (DBH) seven regressions (linear, quadratic, cubic, speed, hyperbolic, exponential and logarithmic) were tested.

The results of the statistical analysis showed that the link between biometric parameters and DBH are unidirect.

It was found that regardless different planting conditions and approaches for regeneration, the relationship between tree crown parameters and DBH is expressed by the same type of connection. This is a hyperbolic model and site conditions do not significantly affect the derived relationships, regardless how the recovery of plantations was done.

Key words: *spatial structure, biometric parameters, wind invasion, descriptive statistics, regression dependencies, hyperbolic model*

Angel Ferezliev, PhD, Assistant professor, Forest Research Institute - Bulgarian Academy of Sciences, Experimental Station on Coniferous Forests, 44 Khan Asparuh Blvd., 4600, Velingrad, Bulgaria, e-mail: obig@abv.bg

СИСТЕМИ ЗА ПЪЛНОДЪРВЕВЕСТНОСТТА НА ДУГЛАСКАТА В СРЕДНОВЪЗРАСТНИ КУЛТУРИ, СЪЗДАДЕНИ В СЕВЕРОЗАПАДНИТЕ РОДОПИ

Ангел Ферезлиев

Институт за гората- София

Българска академия на науките

Резюме: В настоящето изследване е проучен строежът по пълнодървестност и са съставени таблици за пълнодървестността на чисти и смесени средновъзрастни дугласкови култури в Северозападни Родопи. Формулирани са корелационни зависимости за директно пресмятане на обема с и без кора, които опростяват усилията за определянето на дървесния запас при таксация на дугласковите насаждения от този възрастов клас.

Ключови думи: строеж по пълнодървестност, дугласкови култури, таблица за пълнодървестност

Въведение:

В стремеж за подобряване на точността при таксирането и отчитане на добитата дървесина са съставени видовочислени, сбегови и обемни таблици за голяма част от местните и интродуцирани дървесни видове в страната. Това е наложило изучавания върху строежа по височина и пълнодървестност. За иглолистните дървесни видове, свързани изследвания върху строежа по пълнодървестност и съставяне на таблици (системи) за пълнодървестността са известни за белия бор (Сираков, 1947, 1948; Духовников, 1948, 1957; Недялков, 1959), за белборови култури (Кръстанов, Беяков, Шиков, 1976), черборови култури (Недялков, Кръстанов, Цаков, 1978). В подобни проучвания, Шиков (1963) е изследвал влиянието на сместа върху пълнодървестността в естествени смесени дървостои от бял бор и смърч.

Таблици за пълнодървестността на възрастни букови стъбла е съставил Сираков (1948), а относно стъблената пълнодървестност на дъба с оглед на кубирането и сортиментирането на дъбовите насаждения е публикувал Духовников (1949).

Дугласката в България има общ запас $2\,781\,465\text{ m}^3$ (по данни от Отчета за разпределение на залесената площ по дървесни видове 2010 г.) и обхваща площ 7372

ha, което е 0,69% от площта, заета от иглолистни гори у нас. Най- много (74,8 % - 5511 ha) все още са културите от втори клас на възраст (21- 40 г.), като повече от двойно се е увеличил делът на тези от трети клас на възраст (41-60 г.) - 12,1% (891 ha).

Посоченото е валидно и за повечето от насажденията от дугласка в района на Северозападните Родопи, които не са компактни, но тя участва в състава на почти всички култури, като липсват конкретни препоръки за диференцирано стопанисване, особено след преминаване на насажденията в III (41-60 г.) клас на възраст (Ферезлиев, 2012).

За дугласката са налични проучвания за строежа по височина и дебелина на средновъзрастни култури в Западни Родопи и е съставена местна таблица за видовете им числа (Ферезлиев, Цаков, 2010). За пълнодървестността на този дървесен вид у нас не са правени проучвания. Предвид допълване на нормативно - справочната база и за опростяване на определянето на дървесния запас при таксация на насажденията се налагат подобни изследвания.

Целта на настоящето такова е да се проучи строежа по пълнодървестност и да се съставят таблици за пълнодървестността на чисти и смесени дугласкови култури в Северозападни Родопи.

Материал и методи:

Районът на проучване е част от подобласт Западни Родопи, включващ нейните северозападни разклонения в преходно - континенталната подобласт на Европейско - континенталната климатична област с характерните особености на планинския климат (Събев, Станев, 1963). Разнообразните физикогеографски условия в планината обуславят естествено и значителната диференциация на нейния климат и се формират разнообразни във вертикална посока по своя състав и структура растителни пояси.

Средната годишна температура на въздуха е от 3,7 до 6,8°C (средна януарска температура от -2,9 до -6,0°C, абсолютна минимална от -21,5 до -34,6°C, абсолютна максимална от 28,0 до 38,8 °C). Средната годишна амплитуда е около 18,5°C. Годишната сума на валежите е от 727 до 1230 mm/ m². Относителната влажност на въздуха е 60- 80%. По-честите засушавания са през есента. Продължителността на вегетационния период е от 3 до 4,5 месеца (Табаков, 1991).

Средната надморска височина на дървопроизводствената площ е 1170 m, като най - голям дял от нея - 60,2% е съсредоточена между 1000 и 1600 m, от 600 до 1000 m - 23,6%, под 600 m - 5,9% и над 1600 m - 10,3%. Това разпределение на горската площ определя среднопланинския характер на планината (Шиков и др., 1989). По

класификационната система на горските месторастения (1983) насажденията обект на проучване, са разпространени върху свежи месторастения, преходна кафява горска почва (C₂) - средно дълбока до дълбока, средно богата, средно каменлива, на северозападно изложение (Т-II-1(71)) и свежи месторастения, на тъмна кафява горска почва (D₂) - дълбока, богата, слабо каменлива, на северни изложения и стръмни терени (Т-II-2(73)) и свежи до влажни месторастения; на преходна кафява горска почва (C_{2,3}), средно дълбока до дълбока, средно каменлива (Т-II-2(76)).

Обособени са 9 Опитни участъци (ОУ), в които са заложени 27 постоянни и една временна опитни площи на територията на горските стопанства: ДГС Алабак - Велинград, ДЛС Чепино – Велинград, ДГС Ракитово и УОГС Юндола, при надморска височина от 1100 m до 1450 m.

Според горскорастителното райониране (Захариев и др., 1979) и Инструкцията за картиране на типовете горски месторастения (2011), обектите на проучване попадат в Тракийската горскорастителна област, в средния планински пояс на горите от бук и иглолистни.

Местонахождението и характеристиката на изследваните обекти са представени в таблица 1.

Таблица 1. Местонахождение и характеристики на опитните насаждения

№ на ОУ	Териториално-административна единица	№ на опитна площ (ОП)	Отдел / подотдел	Надморска височина (m)	Изложение	Тип месторастение	Наклон (°)	Възраст (години)	Площ на ОП (ha)	Брой дървета		Състав	Д1,30 (ср) (cm)		H (ср) (m)	
										дг	о		дг	з	дг	з
1	ДГС Алабак	1	366"г"	1250	Ю-склон горна част	Т-II-2 C2 (75)	16	41	0,10	195	232	здгл9, брз1, бб1	18,5	18,4	23,2	22,7
		2	366"р"	1250					0,10	202	207	здгл10,бб (ед)	20,9	20,8	24,2	24,2
		3	361"к"	1150					0,06	120	126	здгл10,бб,брз(ед)	21,7	21,5	25,6	25,4
2	ДГС Алабак	4	474"в"	1400	И-склон горна част	Т-II-2 C2,3 (76)	10-15	44	0,10	115	153	здгл9, трпл1,бб, брз (ед)	25,0	22,9	27,5	27,0
		5	474"в"	1400					0,12	101	150	здгл8,бб2,брз,трпл, бк(ед)	24,2	22,6	26,5	25,8
		6	474"в"	1400					0,14	119	141	здгл9, бб1,брз,трпл,бк(ед)	26,9	26,1	28,3	27,8
		7	474"в"	1400					0,10	107	134	здгл9, бб1, трпл, брз, бк, см(ед)	26,0	24,9	29,1	28,4
3	ДГС Ракитово	8	207"д"	1100	С-склон долна част	Т-II-2 C2(71)	10-15	47	0,16	103	103	здгл10	30,0	30,0	31,5	31,5
		9	207"д"	1100					0,10	105	105	здгл10	26,3	26,3	30,0	30,0
		10	207"д"	1100					0,10	105	105	здгл10	27,1	27,1	30,3	30,3
		11	207"д"	1100					0,16	104	114	здгл10,см,бб,бк, брз(ед)	30,0	29,4	31,4	31,1
4	ДГС"Чепино"	12	98"в"	1350	И-склон Средна и долна част	Т-II-2Д2 (73)	10-15	48	0,30	102	105	здгл10, см(ед)	34,9	34,8	30,6	30,5
		13	98"в"	1350					0,33	114	138	здгл9, см1, яв, бк, епа(ед)	35,9	33,9	32,2	31,5
		14	98"в"	1400					0,13	100	107	здгл 10, см, бк (ед)	30,5	29,7	32,1	32,0
5	УОГС-Юндола	15	127"е"	1400	Ю-склон долна част	Т-II-2 C2(75)	14	51	0,22	109	173	здгл8, лст1, бб1	35,2	30,6	27,3	26,6

С оглед уточняване на таксационните работи е важен въпросът за определяне на средната пълнодървестност. За нейното определяне се използваха общо 60 моделни стъбла- 32 бр. в чисти и 28 бр. в смесени средновъзрастни дугласкови изкуствени насаждения (24 бр. в смесени със светлолюбиви видове и 4 бр. в смесени със сенкоиздръжливи дървесни видове).

За опростяване на определянето на дървесния запас при таксация на насажденията се извеждат взаимовръзки между височината на дърветата и тяхната видова височина, чрез използване на линейна зависимост между тези два параметъра ($y = bx + a$) (Сираков, 1947; Захаров, 1967; Анучин, 1971; Кръстанов и др., 1971). При средновъзрастните дугласкови култури, тази връзка е изчислена въз основа на съставен модел на видовете числа и височини (Ферезлиев, Цаков, 2010) и на база голям набор от числени стойности на видовете височини, определени за височини на дугласките от 6 до 40 m (относителни от 0,217 до 0,033).

Резултати и обсъждане

За определяне на средната пълнодървестност е направено разпределение на моделните дървета по класове на пълнодървестност. Пълнодървестността е изразена чрез нормалното видово число за относителна височина 1/10 от височината на стъблото. Разпределението на моделните дървета по коефициенти и класове на пълнодървестност (без и с кора) е показано на таблици 2, 3 и 4.

Таблица 2. Разпределението на моделните дървета по коефициенти на пълнодървестност (без кора)

№ на пробно дърво	№83	№28	№51	№7	№71	№101	№35	№138	№166	№89
клас на пълнодървестност	0,46	0,47	0,47	0,49	0,49	0,49	0,50	0,50	0,50	0,50
брой дървета	1	2		3						
% от бр. дървета	1,7	3,3		5,0						
№ на пробно дърво	№144	№73	№91	№138	№144	№26	№87	№105	№42	№106
клас на пълнодървестност	0,50	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
брой дървета	7									7
% от бр. дървета	11,7									11,7
№ на пробно дърво	№153	№175	№127	№129	№88	№133	№25	№119	№34	№56
клас на пълнодървестност	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
брой дървета										
% от бр. дървета										
№ на пробно дърво	№45	№17	№81	№48	№18	№146	№87	№53	№86	№65
клас на пълнодървестност	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53
брой дървета							17			
% от бр. дървета							28,3			
№ на пробно дърво	№117	№81	№73	№121	№18	№63	№113	№107	№70	№99
клас на пълнодървестност	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
брой дървета	4									
% от бр. дървета	6,7									
№ на пробно дърво	№17	№163	№101	№58	№84	№75	№21	№71	№210	№49
клас на пълнодървестност	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,56	0,57	0,59	0,62
брой дървета	10	5			1	1	1	1	1	1
% от бр. дървета	16,7	8,3			1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7

Таблица 3.Разпределението на моделните дървета по коефициенти на пълнодървестност (с кора)

№ на пробно дърво	№28	№51	№138	№144	№87	№42	№81	№89	№166	№83
клас на пълнодървестност	0,46	0,46	0,48	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
бр.дървета	2		1							
% от бр.дървета	3,3		1,7							
№ на пробно дърво	№146	№144	№105	№25	№73	№91	№71	№35	№48	№138
клас на пълнодървестност	0,49	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
бр.дървета	8									9
% от бр.дървета	13,3									15,0
№ на пробно дърво	№26	№133	№7	№106	№101	№175	№127	№129	№71	№63
клас на пълнодървестност	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
бр.дървета	5									
% от бр.дървета	8,3									
№ на пробно дърво	№45	№153	№88	№53	№86	№119	№56	№75	№18	№87
клас на пълнодървестност	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
бр.дървета	6									9
% от бр.дървета	10,0									15,0
№ на пробно дърво	№101	№81	№121	№34	№113	№17	№65	№70	№117	№163
клас на пълнодървестност	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55
бр.дървета										9
% от бр.дървета										15,0
№ на пробно дърво	№73	№84	№58	№107	№99	№17	№21	№18	№210	№49
клас на пълнодървестност	0,55	0,55	0,56	0,56	0,56	0,56	0,57	0,58	0,62	0,63
бр.дървета	3					4	1	1	1	1
% от бр.дървета	5,0					6,7	1,7	1,7	1,7	1,7

Таблица 4: Разпределение на моделните дървета по класове на пълнодървестност

Класове на пълнодървестност	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	Общо:
брой дървета	без кора	3	34	21	2	60
%		5,0	56,7	35,0	3,3	100,0
брой дървета	с кора	2	30	24	3	60
%		3,3	50,0	40,0	5,0	100,0

При така получените класове на пълнодървестност се определиха нормалните криви на кръговоплощните отношения ($\varphi = g_{0,x}/g_n$) и производните ѝ крива на нормалните видови числа ($f_{0,x} = g_n/g_{0,x}$), нормална крива на диаметровите отношения ($\sqrt{\varphi} = d_{0,x}/d_n$) и нормалната крива на обемните отношения ($\varphi \cdot 1/n = \sum(V_{0,x}/V_n)$). Обобщени данни за пълнодървесността на дугласката без и с кора при среден клас на пълнодървесност са отразени в таблица 5.

Таблица.5. Системата за пълнодървестността на дугласката на средновъзрастни дугласкови стъбла при среден клас на пълнодървестност

Относителна височина (о,х)	без кора , при $g_{0,1}/g_n=1,915$; $f_{0,1}=0,52$				с кора , при $g_{0,1}/g_n=1,916$; $f_{0,1}=0,52$			
	ϕ средноар. $=g_{0,x}/g_n$ (нормална крива на кръговоплощните)	f о,х= g_n/g о,х (крива на нормалните видови числа)	$\sqrt{\phi}=d_{0,x}/dn=\sqrt{g}$ о,х/ g_n (нормална крива на диаметровите отношения)	$\phi 1/n=\sum(V_{0,x}/V_n)$ (нормална крива на обемните отношения)	ϕ средноар. $=g_{0,x}/g_n$ (нормална крива на кръговоплощните отношения)	f о,х= g_n/g о,х (крива на нормалните видови числа)	$\sqrt{\phi}=d_{0,x}/dn=\sqrt{g}$ о,х/ g_n (нормална крива на диаметровите отношения)	$\phi 1/n=\sum(V_{0,x}/V_n)$ (нормална крива на обемните отношения)
0,025	2,262	0,44	1,50	0,1131	2,405	0,42	1,55	0,1202
0,050	2,057	0,49	1,43	-	2,140	0,47	1,46	-
0,075	1,975	0,51	1,41	0,2119	2,015	0,50	1,42	0,2210
0,100	1,915	0,52	1,38	-	1,916	0,52	1,38	-
0,125	1,836	0,54	1,35	0,3036	1,826	0,55	1,35	0,3123
0,175	1,737	0,58	1,32	0,3905	1,722	0,58	1,31	0,3984
0,225	1,636	0,61	1,28	0,4723	1,612	0,62	1,27	0,4790
0,275	1,523	0,66	1,23	0,5484	1,495	0,67	1,22	0,5537
0,325	1,397	0,72	1,18	0,6183	1,371	0,73	1,17	0,6223
0,375	1,285	0,78	1,13	0,6825	1,256	0,80	1,12	0,6851
0,425	1,173	0,85	1,08	0,7412	1,148	0,87	1,07	0,7425
0,475	1,052	0,95	1,03	0,7938	1,032	0,97	1,02	0,7941
0,525	0,937	1,07	0,97	0,8406	0,923	1,08	0,96	0,8403
0,575	0,808	1,24	0,90	0,8811	0,799	1,25	0,89	0,8802
0,625	0,695	1,44	0,83	0,9158	0,692	1,45	0,83	0,9148
0,675	0,571	1,75	0,76	0,9444	0,568	1,76	0,75	0,9432
0,725	0,441	2,27	0,66	0,9664	0,441	2,27	0,66	0,9653
0,775	0,322	3,11	0,57	0,9825	0,325	3,08	0,57	0,9816
0,825	0,203	4,93	0,45	0,9926	0,210	4,77	0,46	0,9920
0,875	0,103	9,70	0,32	0,9978	0,110	9,09	0,33	0,9975
0,925	0,040	25,32	0,20	0,9998	0,043	23,06	0,21	0,9997
0,975	0,005	221,37	0,07	1,0000	0,006	166,18	0,08	1,0000

От така получения модел на пълнодървестност се извърши сепариране и съставяне на подсистеми за пълнодървестността на средновъзрастни дугласкови стъбла без кора по видове насаждения и среден клас на пълнодървестност (таблица 6).

Таблица.6. Система за пълнодървестността на средновъзрастни дугласкови стъбла без кора по видове насаждения и среден клас на пълнодървестност

Относителна височина (о,х)	среден клас на пълнодървестност $F_{0,1}=0,51$				среден клас на пълнодървестност $F_{0,1}=0,52$							
	при смесена със сенкоиздръжлив дървесен вид дугласкова култура				при чисти дугласкови култури				при смесени със светлолюбиви дървесни видове дугласкови култури			
	ϕ средноар. $=g_{0,x}/g_n$	f о,х= g_n/g о,х	$\sqrt{\phi}=d_{0,x}/dn=\sqrt{g}$ о,х/ g_n	$\phi 1/n=\sum(V_{0,x}/V_n)$	ϕ средноар. $=g_{0,x}/g_n$	f о,х= g_n/g о,х	$\sqrt{\phi}=d_{0,x}/dn=\sqrt{g}$ о,х/ g_n	$\phi 1/n=\sum(V_{0,x}/V_n)$	ϕ средноар. $=g_{0,x}/g_n$	f о,х= g_n/g о,х	$\sqrt{\phi}=d_{0,x}/dn=\sqrt{g}$ о,х/ g_n	$\phi 1/n=\sum(V_{0,x}/V_n)$
0,025	2,31	0,43	1,52	0,115	2,29	0,437	1,513	0,1144	2,22	0,451	1,490	0,1110
0,050	2,10	0,48	1,45	-	2,09	0,479	1,446	-	2,01	0,499	1,416	-
0,075	2,04	0,49	1,43	0,217	1,99	0,503	1,410	0,2138	1,95	0,514	1,395	0,2083
0,100	1,96	0,51	1,40	-	1,91	0,523	1,382	-	1,91	0,523	1,383	-
0,125	1,90	0,53	1,38	0,312	1,84	0,544	1,355	0,3057	1,82	0,548	1,351	0,2995
0,175	1,82	0,55	1,35	0,403	1,74	0,576	1,318	0,3925	1,72	0,580	1,313	0,3857
0,225	1,69	0,59	1,30	0,488	1,62	0,616	1,274	0,4737	1,64	0,609	1,282	0,4678
0,275	1,58	0,63	1,26	0,567	1,51	0,66	1,228	0,5491	1,53	0,65	1,239	0,5446
0,325	1,44	0,69	1,20	0,639	1,38	0,73	1,174	0,6180	1,41	0,71	1,189	0,6152
0,375	1,29	0,77	1,14	0,703	1,27	0,79	1,128	0,6817	1,30	0,77	1,140	0,6802
0,425	1,16	0,86	1,08	0,761	1,16	0,86	1,078	0,7398	1,19	0,84	1,090	0,7397
0,475	1,02	0,98	1,01	0,813	1,05	0,95	1,023	0,7922	1,06	0,94	1,031	0,7928
0,525	0,91	1,10	0,95	0,858	0,93	1,07	0,966	0,8388	0,95	1,06	0,973	0,8402
0,575	0,76	1,32	0,87	0,896	0,81	1,24	0,899	0,8793	0,82	1,23	0,903	0,8810
0,625	0,65	1,53	0,81	0,929	0,69	1,44	0,833	0,9139	0,70	1,42	0,839	0,9162
0,675	0,51	1,96	0,71	0,954	0,57	1,76	0,755	0,9424	0,58	1,71	0,764	0,9454
0,725	0,37	2,71	0,61	0,973	0,45	2,22	0,672	0,9650	0,44	2,28	0,662	0,9673
0,775	0,27	3,75	0,52	0,986	0,33	3,00	0,577	0,9816	0,32	3,16	0,562	0,9831
0,825	0,17	5,99	0,41	0,994	0,21	4,74	0,459	0,9922	0,20	5,04	0,445	0,9930
0,875	0,08	11,95	0,29	0,998	0,11	9,25	0,329	0,9976	0,10	10,04	0,316	0,9980
0,925	0,03	34,31	0,17	1,000	0,04	22,95	0,209	0,9998	0,04	27,92	0,189	0,9998
0,975	0,00	492,86	0,05	1,000	0,005	202,44	0,070	1,0000	0,004	228,88	0,066	1,0000

Зависимостта между височината на дърветата и тяхната видова височина, чрез използване на линейната зависимост между тези два параметъра ($y = bx + a$) е изчислена на основа на 137 данни числени стойности на видовете височини (Ферезлиев, Цаков, 2010) и има следния израз:

$$y(H_f) = 0,3951x(H) + 1,6518 \text{ (с кора)} \quad (1)$$

$$r = 0,999, r^2 = 99,86\% \text{ и } Sy = 0,147;$$

$$Hf = 0,4281 \cdot x(H) + 1,2907 \text{ (без кора) (2)}$$

$$r = 1,000, r^2 = 99,91\% \text{ и } Sy = 0,125,$$

където:

$y(Hf)$ – видова височина;

$x(H)$ – височина на дърветата (m);

r - коефициент на корелация (показващ вариацията между двете променливи величини);

r^2 - коефициент на детерминация;

Sy - стандартна грешка на оценката.

На база на изразените зависимости се съставиха формули за директно пресмятане на обема:

$$V = g_{1,30} (1,6518 + 0,3951H) \text{ (с кора) (3)}$$

и

$$V = g_{1,30} (1,2907 + 0,4281H) \text{ (без кора) (4),}$$

в допълнение на представените такива за други различни по произход и вид насаждения (Михов, 2005).

От таблица 4 се вижда, че пълнодървестността е от 0,45 до 0,60 за данните без кора и от 0,45 до 0,65 с кора, като най - голямо насищане има при групите на пълнодървестност от 0.50 (34 бр. - 56,7% без кора и 30 бр. - 50% с кора) - 0,55 (21 бр. - 35,0% без кора и 24 бр. - 40% с кора).

Потвърждава се изнесеното от Захаров (1961), че най - голям брой дървета се групират около средните степени на пълнодървестност, а разпределението може да се изрази с хода на звънчевидна крива по Закона на нормалното разпределение. В случая това разпределение има различен характер. Въз основа на натрупания емперичен материал се установи, че средният клас на пълнодървестност е **0,52** и с и без кора (таблица 2 и 3), като хода на звънчевидните криви в двата случая е коренно различен. Средната пълнодървестност при дърветата без кора се е формирала на база по - силно влияние на дърветата отговарящи на тази степен (28,3% от дърветата) и тези с близка пълнодървестност (0,54 - 16,7% и 0,50 и 0,51 - 11,7%), при налични 13 класа на пълнодървестност. Във варианта с кора, по - малко дървета са попаднали в класа на средната пълнодървестност (10 %), като средната й стойност се е получила под влияние

на дървета, преобладаващо попаднали в по – ниски (0,49 - 13,3% и 0,50 - 15,0%) и по - високи класове (0,53 и 0,54 - и двата с 15% от дърветата) и при налично по - разпръснато представителство в 14 класа на пълнодървестност (Таблица 1 и 2).

При белборовите и черборовите култури (Кръстанов и др. 1976; Недялков и др. 1978) е установена същата средна пълнодървестност за варианта *без кора*, докато *с кора* при черборовите култури е 0,50 (по - ниска пълнодървестност с около 4%). При естествените черборови насаждения (Недялков, 1952), средната пълнодървестност е 0,52 (0,50, Недялков, 1959) без кора и 0,51 с кора (около 2% по - ниска пълнодървестност), а за смесени естествени от бял бор и смърч (Шиков, 1963) - 0,52 без кора. Потвърждава се установеното, че независимо от дървесния вид и произхода на насажденията, дърветата без кора са с една и съща пълнодървестност, а данните с кора се различават с 0,01-0,02.

Установените корелационни коефициенти за връзката *между височината на дърветата и тяхната видова височина*, показват почти функционална зависимост между двете величини (поради високите стойности на коефициентите на детерминация (r^2)).

Близките до 1 стойности на коефициента на корелация (r) показват тясна зависимост между изследваните параметри.

Зависимостта навсякъде е праволинейна („b“ е с положителни стойности във всички случаи), а близките до 0 стандартни грешки на оценката (S_y) са израз за високата точност на изчисленията.

Заклучение

Зависимостта между височината на дърветата и тяхната видова височина е представена чрез използване на линейната зависимост между тези два параметъра и е изчислена въз основа на голям брой числени стойности на видовете височини, което е гаранция за максимална точност.

Съставените формули за директно пресмятане на обема, само чрез използване на кръговата площ на гръдна височина и височината на дугласковите дървета води до опростяване на работата при таксиране на тези насаждения.

Съставените таблици за пълнодървесността на средновъзрастни дугласкови култури в Северозападните Родопи („Системата за пълнодървестността на дугласката на средновъзрастни дугласкови стъбла при среден клас на пълнодървестност” и

„Системата за пълнодървестността на средновъзрастни дугласкови стъбла без кора по видове насаждения и среден клас на пълнодървестност”), допълва нормативно - справочната база за този дървесен вид.

Литература:

Анучин, Н. П. Лесная таксация, Москва, 1971.

Духовников, Ю. Постоянни криви на коефициентите на стъблената пълнодървестност в белборовите насаждения и уточняването, което те дават при кубирането и сортиментирането на същите. // В: *Горско стопанство*, 1948, N 5.

Духовников, Ю. Върху стъблената пълнодървестност на дъба с оглед на кубирането и сортиментирането на дъбовите насаждения. // В: *Горско стопанство*, 1949, N 1 /2, с.26-33.

Духовников, Ю. Опитни сортиментни таблици за белия бор у нас. // В: *Научни трудове на ВЛТИ*, т.IV, София, 1957, с. 57-82.

Захариев, Б., Донов В., Петрунов К., Масъров С. Горскорастително райониране на България. Земиздат, София, 1979, с.129-133.

Захаров В. К. Лесная таксация, Москва, 1961, с. 106.

Захаров, В. К. Лесная таксация, Москва, 1967.

Изпълнителна агенция по горите. Инструкция за картиране на типовете горски месторастения и определяне състава на дендроценозите. ИК Булпрофор, София, 2011, с.71.

КСТГМ (Класификационна схема на типовете горски месторастения в НРБ), 1983, с.38-40

Кръстанов Кр., Беяков П., Андонов А., Ташков К. Възможности за прилагане на метода на Битерлих при определяне на дървесния запас у нас. // В: *Горскостопанска наука*, 1971, N 1, с.19-32.

Кръстанов Кр., Беяков П., Шиков К. Строеж по височина и пълнодървестност на бялборовите култури. // В: *Горскостопанска наука*, 1976, N 3, с. 13-23.

Михов, И. Горска таксация, РИК Литера, София, 2005, с. 60.

Недялков, С. Обемни (масови) и сбегови таблици за черния бор. // В: *Научни трудове на ЦНИИГС*, 1952, т.I, с.235-256.

Недялков, С. Върху някои фактори, от които зависи количеството на минните подпори при белия бор. // В: *Научни трудове на НИИГГС*, 1959, т.VII, София, с.201.

Недялков С., Кръстанов Кр., Цаков Хр. Закономерности в строежа по височина и пълнодървестност на черноборовите култури с оглед съставяне на обемни таблици. // В: *Горскостопанска наука*, 1978, N 6, с.10-22.

Сираков, С. Таблици за пълнодървестността на възрастни смърчови стъбла у нас с оглед на сортиментни изчисления. // В: *Сборник на Централния горски изследователски институт*, 1947, N 3, с. 297.

Сираков, С. Таблици за пълнодървестността на възрастни елови стъбла. // В: *Горско стопанство*, 1948, N 8, с.269-273.

Сираков, С. Таблици за пълнодървестността на възрастни букови стъбла. // В: *Горско стопанство*, 1948, N 9/10, с.313-317.

Сираков, С. Таблици за пълнодървестността на възрастни смърчови стъбла у нас, с оглед на сортиментни изчисления. // В: *Сборник на Централния горски изследователски институт*, 1947, N 3, с. 297.

Събев, Л., Станев Св. Климатичните райони на България и техния климат. Земиздат, София, 1963, с.123-125.

Табаков, Д. Формиране и отглеждане на млади насаждения от ела и смърч в Западните Родопи. Дисертация за получаване на НС"КСН", София, 1991,с. 31-32.

Ферезлиев, А., Цаков Хр. Определяне на средните видови числа и съставяне на таблица за видовите числа на дугласката (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в Западни Родопи. // В: *Наука за гората*, 2010, N 1, с.15-30.

Ферезлиев, А. Растежни особености на зелената дугласка (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в Северозападни Родопи. Автореферат на Дисертация за присъждане на образователна и научна степен "Доктор". Институт за гората, София, 2012, с.1- 38.

Шиков, К. Растеж, строеж и продуктивност на някои смесени дървостои от бял бор и смърч. // В: *Известия на Института за гората*, 1963, кн.XIV, с.59-75.

Шиков, К., Василев З., Табаков, Д. Западни Родопи. Природния и икономически потенциал на планините в България. Природа и ресурси, т. I, София, Издателство на БАН, 1989, с. 354-359.

SYSTEMS FOR THE DOUGLAS FIR SWELLING IN MIDDLE - AGE PLANTATIONS IN NORTH-WESTERN RHODOPES

Angel Ferezhiev

Forest Research Institute

Bulgarian Academy of Sciences

Summary

The current study is on the structure according to swelling and creating of tables for the swelling of pure and mixed middle-age Douglas fir plantations in North - Western Rhodopes (System for the swelling of Douglas fir of middle - age Douglas fir stems of middle class of swelling and system for the swelling of middle - age Douglas fir stems without bark according to types of stands and middle class of swelling). Correlation subordinations for direct calculation of the volume with and without bark were formulated, using only the basal area at breast height and the height of Douglas fir trees. These formulas simplify the efforts for determination of the growing stock during the inventory of Douglas fir stands of this age class. The carried out investigation supplements the normative and manual base for this tree species.

Key words: *structure according to swelling, Douglas fir plantations, table for the swelling*

Angel Ferezhiev, PhD, Assistant professor, Forest Research Institute - Bulgarian Academy of Sciences, Experimental Station on Coniferous Forests, 44 Khan Asparuh Blvd., 4600, Velingrad, Bulgaria, e-mail: obig@abv.bg

ОСОБЕНОСТИ В СТРОЕЖА ПО ВИСОЧИНА И ОБЕМ НА ДЕНДРОЦЕНОЗИ, РАЗСТРОЕНИ ОТ СМЕРЧ В ЗАПАДНИТЕ РОДОПИ

Ферезлиев, А., Хр. Цаков
Институт за гората- София
Българска академия на науките

Резюме: Изследван е строежът по височина и обем в заложените опитни участъци в насаждения, създадени чрез различен подход на мястото на пострадали такива след смерч, настъпил в района на ДГС Селище - Западните Родопи в средата на XX век. Проучени са особеностите в строежа по височина и обем, чрез разпределението на дърветата по височина, кривите на височините и установени закономерности в строежа по обемообразуващите фактори. Установените особености в строежа по посочените таксационни показатели могат да се използват за по - правилното и целесъобразно стопанисване в насажденията, създадени след едромасщабно природно нарушение, причинено от ураганен вятър.

Ключови думи: строеж по височина, строеж по обем, смерч, криви на височините, права и крива линия на масите

Въведение

Действието на различните по големина природни нарушения, предопределя горската структура, видовия състав и наличието на хранителни ресурси (Schmidt - Vogt, 1991; Neurich, 2001; Schulze et al., 2005; Panayotov et al., 2015). В резултат от настъпил силен ветровал (смерч) се нарушава общото състояние на горските екосистеми, прекъсва естествения ход на сукцесионните процеси и развитие и се изменя възрастовата структура на дървостойките. Нарушава се топлинния режим на почвата, намалява нейната влажност и водоохранни свойства, засилва се рискът от ерозионни процеси, променя се биоразнообразието на флората и фауната (Ферезлиев, Цаков, 2017). В голям мащаб вятърните смущения сериозно засягат всички компоненти на горските екосистеми и често причиняват сериозни социално-икономически проблеми (Konôpka et al., 2016).

В Западните Родопи, в средата на миналия век ветровата стихия спира растежа и развитието на иглолистните гори в протежение на 40 km. На 29 май 1961 година, се

„развихря” смърч, започнал от м. Вищерица и продължил през с. Нова махала, с. Медени поляни, с. Побит камък, м. Селище, където се разклонява и десният клон достига ГС Беглика, а левият през местностите Кара тепе, Чадъра и Кондев чарк на Велинградското стопанство достига м. Стояново дърво на Ракитовското землище. В района на ДГС Селище за минути падат най - ценните иглолистни дървостои на площ от 18000 дка. В продължение на 5 години са залесени нови гори от 17000 дка. Това е от най - масовите залесявания, извършвани в България (Ферезлиев и др., 2017).

Над половин век след природното бедствие, може да се анализират приложените при възстановяване на щетите лесовъдски действия в засегнатите гори и да продължат научните и интердисциплинарните дейности за възстановяването на горските дендроценози след ветровата стихия.

Признаването, че екосистемите са динамични и че смущенията играят ключова роля в развитието на много екосистеми беше важна парадигма, провъзгласена сред еколози и мениджъри на ресурси през 20-ти век (Panayotov et al., 2011, Szmyt, Dobrowolska, 2015).

В управлението на засегнатите от природни нарушения гори в Европа, най - често се прилагат два подхода. Единият път е ненамеса в строго защитените територии, където естествените процеси се оставя да протичат без човешка намеса, а санитарните мерки се прилагат в буферни зони, а другият е извеждане на санитарни сечи и залесяване на почистените територии, което води до създаването на изкуствени насаждения (Дунчев, 2017).

При възстановяване на поразените от вятъра насаждения за изследвания регион в миналото е избран вторият подход. Днес е нужно е да продължат научните и интердисциплинарните дейности за промените и възстановяването на горските дендроценози след ветрова стихия и да се определи ефективността на антропогенното въздействие и лесовъдските действия.

Стъпки в тази посока са усилията за обобщаване на информацията относно случилите се известни и по - едромасабни ветровали в планинските масиви на България (Панайотов и др., 2012; Панайотов, Дунчев, 2015), а динамиката на възобновителните процеси в засегнатите от природни нарушения гори от смърч в резерват „ Парангалица” и природен парк „ Витоша” са проучили Цветанов (2017) и Дунчев (2017).

Актуални научни изследвания, касаещи пространствената структура и биометрични параметри на короните, както и особеностите в строежа по диаметър на

новосъздадените след смерча в Западните Родопи насаждения са извършени от Ферезлиев и др. (2017) и Ферезлиев, Цаков (2017).

Целта на настоящето проучване е да се характеризира строежа по височина и обем в днешно време на новосъздадени след смерча дендроценози, в района на ДГС Селище, най - сериозно засегнат от смерча в Западните Родопи.

Материали и методи

Предмет на проучване са горски дендроценози, засегнати от ветровала в района на ДГС Селище, Западните Родопи преди 56 години. Основните критерии при избора на изследваните насаждения (постоянна опитна площ (ОП1), заложена в чиста белборова култура, създадена върху оголен терен след ветровала и във временна опитна площ (ОП2), в която са останали оцелели смърчови екземпляри след смерча и е попълнено с бял бор) са:

-да са пострадали от смерча;

-да е процедирано различно при последващото им възстановяване (залесяване);

-да са с различна съвременна структура и стадии на естественото възобновяване.

Местонахождение и характеристика на площите са показани в таблица 1.

Таблица 1. Местонахождение и характеристика на опитните площи

Териториално административна единица	Опитна площ- отдел/ подотдел	Координати	Надморска височина m	Изложение	Наклон °	Възраст (А) години	Тип местора- стене
ДГС Селище	ОП1 - 106"а"	N41°49'57.58" E 23° 54'45.91"	1450	ЮИ - склон, горна част	16	50	Т-II-2 С2 (75)
ДГС Селище	ОП2 - 35"б"	N41°49'53.16" E 23° 52'03.46"	1300	ЮЗ - склон, долна част	6	Бб - 50 см - 70	Т-II-2 С2 (75)

Строежът по височина е определен и сравнен чрез прилагане на два подхода:

1. Програмата Stand Visualization System (SVS), изобразяваща графично насажденията от предварително изготвен образец с база данни в Micrisoft Excel (McGaughey, 1997).

2. Методът на относителните височини и сравнение на кривите на височините чрез използване на вариационните криви на разпределение на стъблата по т.н. естествени степени на дебелина (ЕСД) (Тюрин, 1931, Кръстанов, 1969).

Строежът по обем е получен по изчислителен път от основната формула за изчисляване на обема: $V = g_{1,30} h_{f1,30} = 0,785 d_{1,30}^2 h_{f1,30}$ (1)

На база установени стойности на обемообразуващите фактори в относителни числа (относителни кръгови площи, видови височини и относителни обеми) и разпределението им по естествени степени на дебелина са получени известните в горската таксация крива (на Шпайдел) и права (на Копецки) линии на масите и посредством видовете височини в абсолютни стойности за белия бор (Кръстанов, Беляков, Шиков, 1976) и видовете височини за смърча (Кръстанов, Райков, 2004).

Резултати и обсъждане

Налични и измерими на терена, за използване от програмата SVS са: дървесен вид (или вид индентификатор - species identifier), X и Y координати спрямо развита локална координатна система, диаметри ($d_{1,30}$) и височини (H) на дърветата, ширина (диаметър) на короните (Dk), коефициент на короната Lk/H (crown ratio).

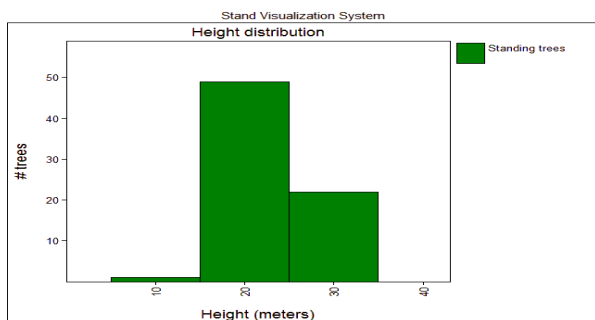
Първоначално са заложили две площи от 0,05 ha, за които след съответната обработка се получи следните илюстративни графични модели (фиг.1)

Фиг. 1. Вертикална структура на дървостойите (ОП1) – чиста белборова култура и ОП2 – смесено насаждение от бял бор и смърч

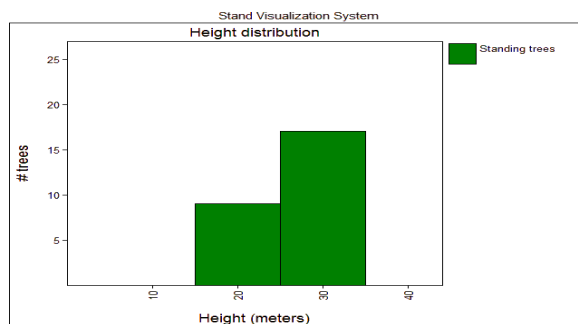


Строежът по височина, определен чрез SVS е илюстриран на фиг. 2.

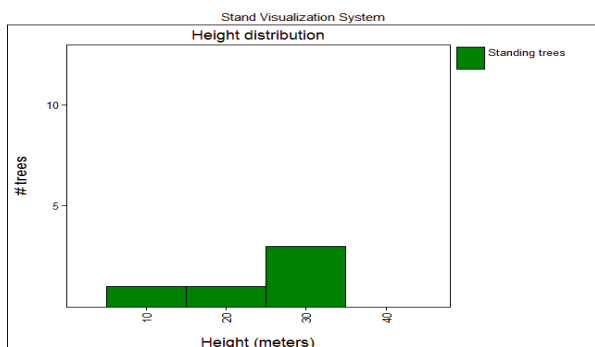
Фиг. 2. Разпределение на дърветата по височина от ОП1 (а- *Pinus sylvestris* L. – бял бор) и ОП2 (b - бял бор; c - *Picea abies* Karst. – смърч; d - смърчов подраст



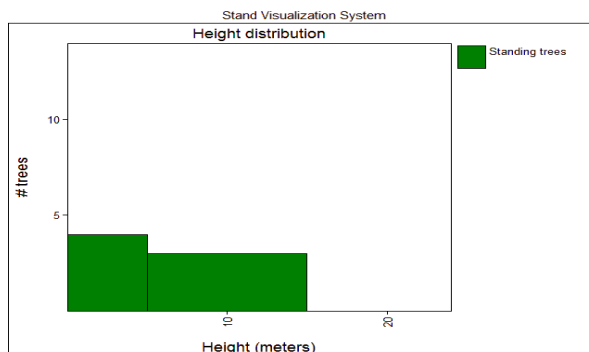
a



b



c



d

Разпределението на броя на белборовите дървета по височина е в диапазона 10 – 30 m и показва сегашния строеж на един чист белборов дървостой, резултат от провеждани в миналото отгледни мероприятия (фиг. 2 a).

На фиг. 2 (b, c и d) е показано разпределението на дърветата по височина в площта, където след смерча са останали единични смърчови екземпляри и е попълнено чрез залесяване с белборови фиданки. Вижда се, че понастоящем белият бор се е разположил в по - свит височинен интервал (20-30 m, фиг. 2 b), докато участващите в основния склоп смърчови екземпляри заемат постигнатия от белия бор в ОП1 интервал 10 - 30 m.

Оформилия се групово и с добър растеж смърчов подраст, попълва вертикалния строеж - заемайки височинния интервал до 10 m.

Строежът по височина в двете опитни площи е изследван в два аспекта.

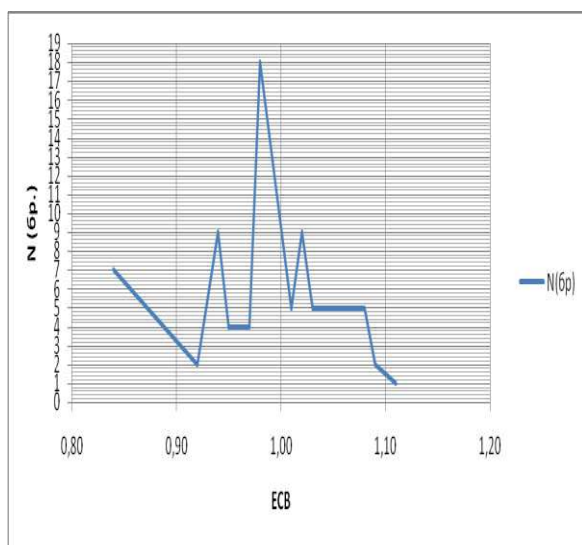
1. Разпределение на дърветата по височина;
2. Криви на височините.

За изследване на строежа по височина чрез разпределението по височина е използван методът на относителните височини. Същността на този метод е, че височините на дърветата в даден дървостой са определени като относителни по

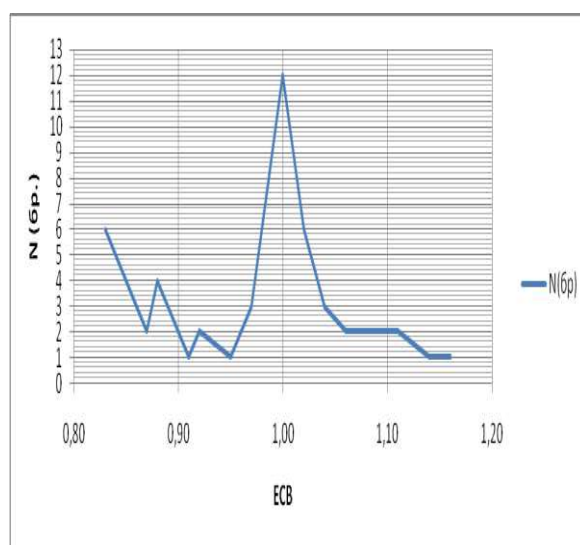
отношение на средната височина (Давидов, 1949), а броят на дърветата е даден като процент от общия брой (Кръстанов, 1969).

На фиг.1. са представени разпределенията на дърветата от бял бор и на смърчовите солитиери в двете изследвани площи по естествени степени на дебелина. Поради малкия брой дървета в ОП2, за по-добро изучаване на строежа по височина, нейната площ е увеличена до 0,1 ha.

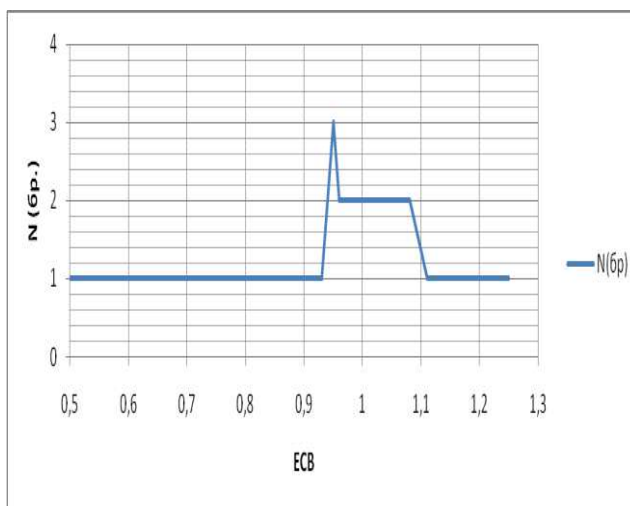
Фигура 1. Вариационни криви на разпределение на броя на дърветата от бял бор в ОП 1 (а) и от бял бор ОП2 (б) и смърч ОП2 (с) по естествени степени на височина



а



б



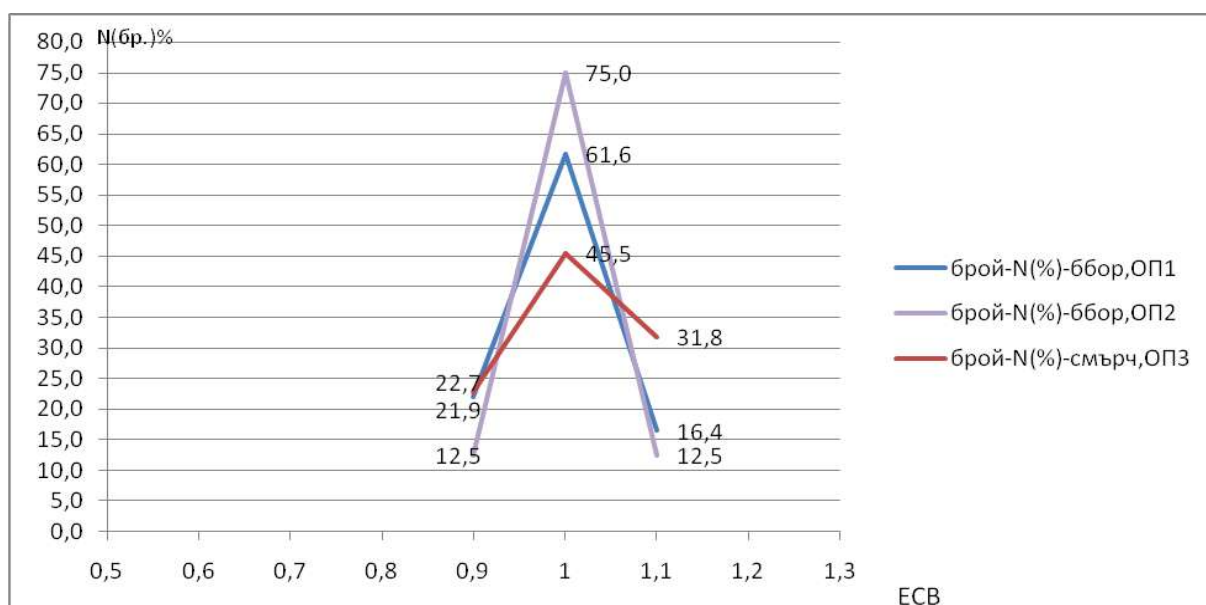
с

Вариационните криви при белия бор в ОП1 и при двата дървесни вида (бял бор и смърч) в ОП2 имат изразен звънчевиден характер, с най - голям брой на стъблата при и около средните височини за съответните площи. И трите криви имат ясно изразен максимум. При белия бор в ОП1 и смърча в ОП2, той е изтеглен незначително наляво

от средната височина, а при белия бор в ОП2 - максимумът е при средната височина. Констатираното показва, че най - голям брой са около и при средната височина за съответната изследвана площ.

За сравнително проучване на формата на вариационните криви се извърши превръщане на кривите за разпределение на броя на дърветата по степени на височина във вариационни криви на разпределение на броя на дърветата в проценти по естествени степени на височина (ЕСВ) (фиг.2).

Фигура 2. Строеж по височина – процентно разпределение на броя на дърветата в пробните площи по ЕСВ



От фиг.2 се вижда, че формата на кривите и при двата дървесни вида и в двете опитни площи е еднаква, при един и същи, сравнително тесен интервал по ЕСД - от 0,9 до 1,1. Това показва, че най - ниските дървета са с височина 90%, а най-високите - 110% от средната височина.

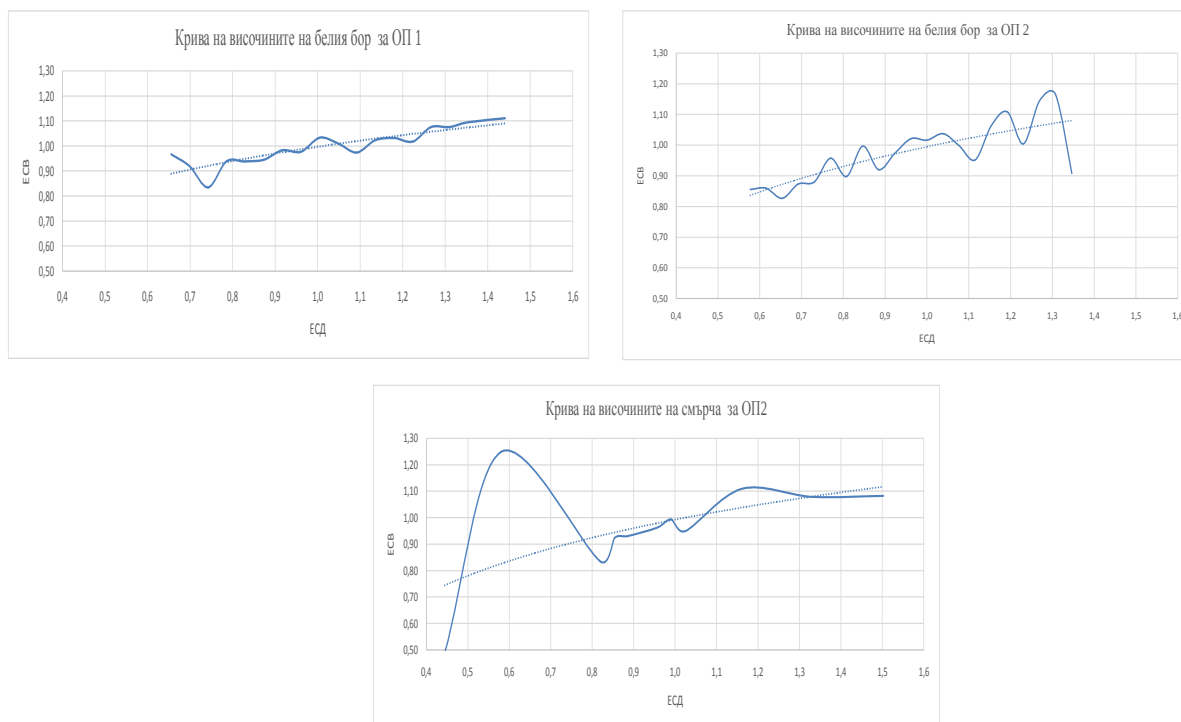
И при трите дървесни вида се наблюдава ясно изразен максимум при средните височини, който е най - голям при белия бор в ОП2 (75,0%), следван от белия бор в ОП1 (61,6%) и смърча в ОП2 (45,5%). Вижда се, че вариационните криви на белия бор и в двете площи са близки по форма, като по – голяма (21,9% в ОП1) или равна част (12,5% В ОП2) от дърветата с височина, различна от средната са макар и минимално под средното значение на височината. При смърча в ОП2, по - голяма част от тези дървета (31,8%) са над средната височина.

При строежа по височина вниманието е насочено главно към кривите на височините, като е използвана известната връзка между дебелината на дърветата и тяхната височина (Нср. за ОП1 = 24,3 m., за ОП2 = 24,9 m за белия бор и 26,1 m за

смърча). За сравняване на формата на кривите на височините се използваха естествените степени на дебелина (ЕСД) и относителни височини, които са отношения между височините на отделните степени на дебелина към средната височина на дървостоя.

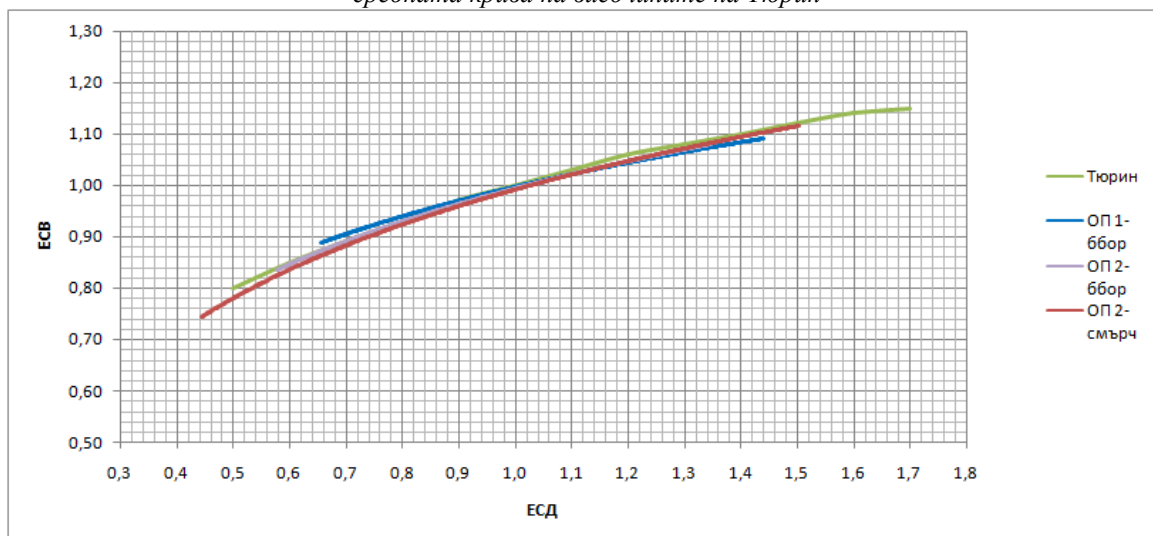
На фиг. 3 са показани кривите на височините за двете опитни площи по естествени степени на височина(ЕСВ) и ЕСД (в относителни числа), както и изравнената крива за всяка една от тях.

Фигура.3. Криви на височините в относителни числа за изследваните опитни площи по дървесни видове



Изравнените криви са способ за сравнение между кривите на височините на опитните площи с единната крива на височините на Тюрин (фиг. 4).

Фигура 4. Сравнение на изравнените криви на височините в изследваните опитни площи със средната крива на височините на Тюрин



От фиг. 3 се вижда, че изравнените криви на височините за двата дървесни вида и в двете опитни площи, както и единната вариационна крива на разпределение (Тюрин), имат една и съща форма. Наблюдава се разлика, що се отнася до интервала на вариране на относителните височини, както за дървесните видове в двете площи, така и с вариационната крива на Тюрин (от **0,8** за ЕСД 0,5 до **1,15** при ЕСД 1,7). За белия бор в ОП1, варирането е от **0.89** при естествена степен на дебелина 0,66 до **1,09** при ЕСД 1,44. В ОП2, интервалите в които се определят изравнените криви на височините са от **0,84** за ЕСД 0,58 до **1,08** за ЕСД 1,35 за белия бор и от **0,74** при ЕСД 0,44 до **1,13** за ЕСД 1,51 за смърча. Изравнените криви на височините показват, че най - голямата височина в изследваните площи - представлява средно 110%, а най-малката средно 81% от средната височина, което се доближава в известна степен до изчисленията на Тюрин, който в своите изследвания е изключвал най - изостаналите в своя растеж дървета (Михов, Цогтбаатар, 1994). От друга страна, при белия бор и в двете изследвани насаждения се наблюдават сходни долни (0,84 за двете площи) и горни граници (1,09 за ОП1 и 1,08 за ОП2) на относителните височини, които се различават с тези на смърча в ОП2 (долна граница 0,74 и горна - 1,13).

На база установени закономерности в строежа по обемообразуващите фактори (от основната формула за изчисляване на обема) са определени особеностите в строежа по обем по изчислителен път и използване на т.нар. относителни кръгови площи, видови височини (H_f) в относителни числа и относителни обеми (табл.2).

Таблица 2. Връзки между обемите, естествените степени на дебелина и относителните кръгови площи за белия бор в ОП1 (а), белия бор (b) и смърча (с) в ОП2.

ЕСД	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4
Относителни кръгови площи	0,40	0,48	0,54	0,61	0,67	0,74	0,82	0,92	0,97	1,11	1,18	1,27	1,40	1,48	1,58	1,69	1,82	2,12
Относителни обеми	0,388	0,450	0,508	0,580	0,644	0,710	0,807	0,889	0,991	1,112	1,150	1,300	1,428	1,491	1,665	1,782	1,969	2,311
H_f (относителни)	0,97	0,94	0,94	0,95	0,95	0,95	0,99	0,97	1,02	1,01	0,97	1,02	1,02	1,01	1,06	1,06	1,08	1,09

а

ЕСД	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3
Относителни кръгови площи	0,31	0,39	0,47	0,53	0,59	0,65	0,73	0,79	0,85	0,93	0,99	1,10	1,16	1,25	1,30	1,49	1,82	1,88	2,09	2,27
Относителни обеми	0,282	0,350	0,412	0,481	0,545	0,644	0,682	0,812	0,816	0,924	1,020	1,123	1,227	1,276	1,285	1,607	2,021	1,923	2,397	2,644
H_f	0,91	0,91	0,87	0,91	0,92	0,99	0,94	1,02	0,96	0,99	1,03	1,03	1,06	1,02	0,99	1,08	1,11	1,02	1,15	1,16

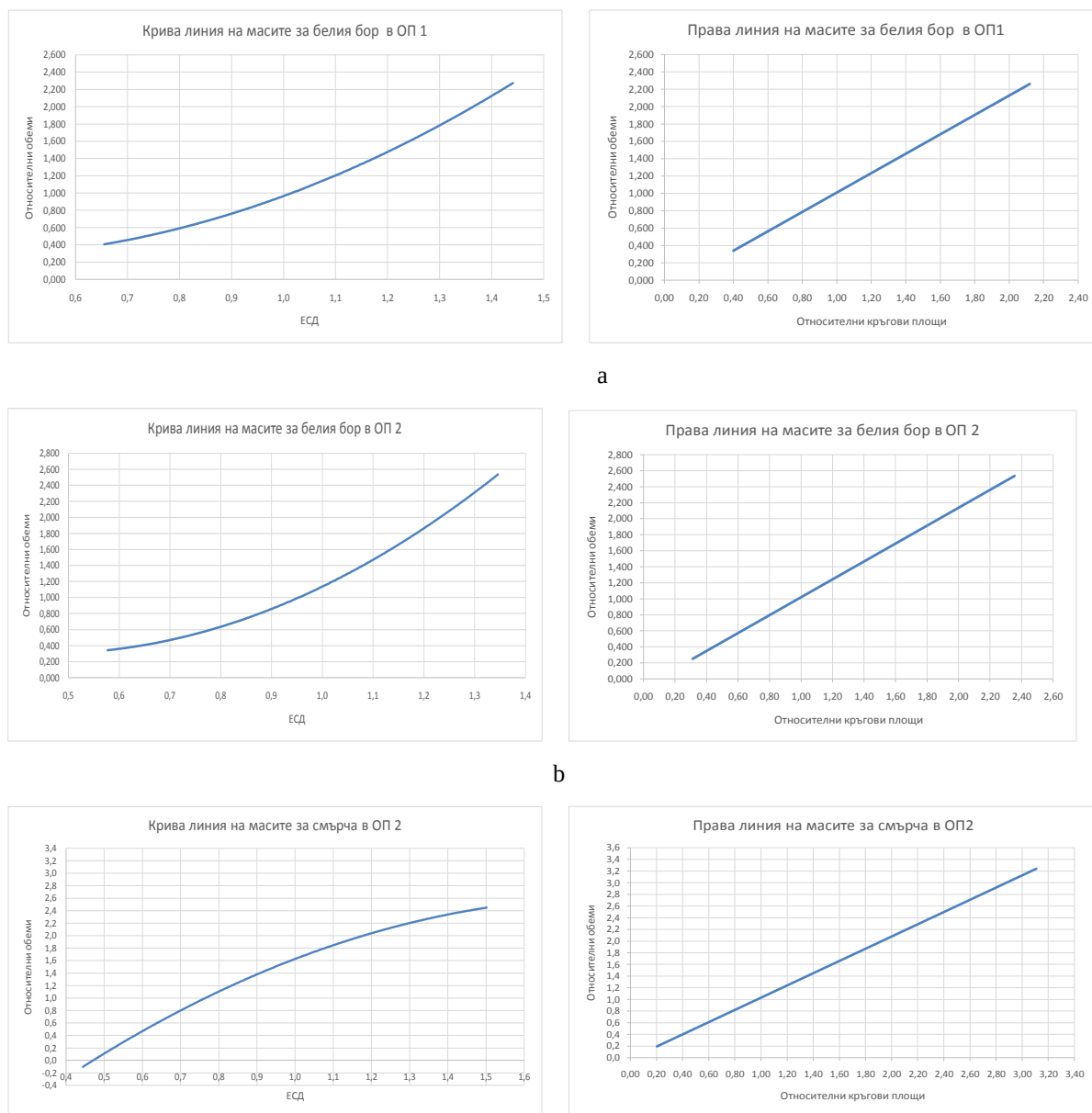
б

ЕСД	0,4	0,6	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	1,5
Относителни кръгови площи	0,20	0,32	0,67	0,71	0,76	1,84	1,97	3,11	1,36	1,78	2,28
Относителни обеми	0,1	0,4	0,6	0,7	0,7	1,8	2,1	3,1	1,5	2,0	2,5
Hf (относителни)	0,60	1,20	0,90	0,98	0,98	1,00	1,04	1,00	1,11	1,10	1,10

С

При нанасяне по абсцисната ос на ЕСД или относителните кръгови площи, а по ординатата - относителните обеми се получават съответно – крива линия на масите на Шпайдел (разпределение на относителните обеми по ЕСД) и права линия на масите на Копецки (разпределение на относителните обеми по относителни кръгови площи) (фиг. 5).

Фигура 5. Крива и права линия на масите за белия бор в ОП1 (а), белия бор (b) и смърча (с) в ОП2.



С

Получените крива и права линия на масите може да са основа за кубиране на дървостойите, т.е. по графичен път може да се извърши кубирането на даден дървостой и групи от сравнително еднородни дървостойи.

Заклучение

Избраните два различни подхода при последващото възстановяване (залесяване) на изследваните насаждения, не е оказало съществено влияние върху строежа по височина, що се отнася до разпределението на дърветата по височина и формата на вариационните криви на височините. При всички изследвани случаи, най - голям брой са около и при средната височина, а формата на кривите е еднаква и разположена в един и същи, сравнително свит интервал по естествени степени на височина, независимо от дървесния вид.

Потвърждава се извода от предишни проучвания, че изравнените криви на височините на дървостойите имат приблизително една и съща форма и техният ход не зависи от дървесния вид и условията на месторастене. В случая формата на кривите се доближава до кривата на Тюрин, като при това не зависи от стопанската дейност на човека, касаеща начина на възстановяване на дървостойите.

Изравнените криви на височините показват, че най - голямата височина в изследваните площи, представлява средно 110%, а най - малката средно 81% от средната височина.

Отклоненията по отношение на началото и края на вариационните интервали показват за съществуването на известни различия по отношение на строежа по височина между белия бор и смърча.

Построените при изследване на строежа по обем крива и права линия на масите са основа за кубиране на проучваните дървостойи, поради което се препоръчва използването им за кубирането в тях и при други групи подобни дървостойи, създадени след едромащабно природно нарушение, причинено от ураганен вятър.

Установените особености в строежа по височина и обем трябва да се имат предвид, както при таксирането на създадените след смърча чисти и смесени иглолистни дървостойи, така и при стопанските мероприятия за регулиране на техния състав и височинната им структура, за да се получат устойчиви насаждения и качествена продукция от тях.

Литература

- Давидов, М. В.** Исследование хода роста насаждений в западных областях УССР, 1949.
- Дунчев, Ал.** Динамика на горите от обикновен смърч (*Picea abies* (L.) Karst.) в Природен парк „Витоша“. Автореферат за присъждане на ОНС „Доктор“, 2017, с.1-42.
- Кръстанов, Кр.** Закономерности в строежа по височина на смесените буково - дъбови насаждения. Горскостопанска наука, 1969, N 1, с. 37-51.
- Кръстанов Кр., Беяков П., Шиков К.** Видови височини за белборови култури с кора, 1976. // В: Кръстанов, Райков, 2004. *Справочник по дендробиометрия*, с.611.
- Кръстанов, Кр., Райков Р.** Видови височини за различни дървесни видове - смърч. // В: Кръстанов, Райков, 2004. *Справочник по дендробиометрия*, с.615.
- Михов, И., Цогтбаатар Ж.** Някои особености в строежа по дебелина и височина на Сибирската лиственица в Западна Монголия. // В: *Наука за гората*, 1994, N 4, с.80-90.
- Панайотов, М., Гогушев Г., Цавков Е., Александров Н., Лазаров Ст.** Природните нарушения в планинските гори на България. // В: *Гора*, 2012, N 3, с.16-22.
- Панайотов, М., Дунчев А.** Бистришко бранище 80 години след обявяването му - какво научихме от последните събития. // В: *Гора*, 2015, N 1, с. 4-7.
- Тюрин, А.** Нормальная производительность лесонасаждения сосны, березы и ели. Москва, 1931.
- Ферезлиев А., Цаков Хр.** Пространствена структура и биометрични параметри на короните в дендроценози, разстроени от ветрова инвазия в Западните Родопи. // В: *Сборник от национална научна конференция „Образование и наука - за личностно и обществено развитие“*, 2017, под печат.
- Ферезлиев, А., Цаков Хр., Михал И., Барна М., Цицак А.** Особенности в строежа по диаметър на дървостои, разстроени от ураганен вятър в Западни Родопи. // В: *Наука за гората*, 2017- под печат.
- Цветанов, Н.** Динамика на възобновителните процеси след природни нарушения в гори от обикновен смърч (*Picea abies* (L.) Karst) в резерват “Парангалица”. Автореферат за присъждане на ОНС „Доктор“, 2017, с. 1-40.
- Heurich, M.** Waldentwicklung im hochmontanen Fichtenwald nach großflächigem Buchdruckerbefall im Nationalpark Bayerischer Wald. // In: *Waldentwicklung im Bergwald nach Windwurf und Borkenkäferbefall*. Nationalpark Bayerischer Wald, Wissenschaftliche Reihe, 2001, N 14, pp. 99–176.
- Konôpka B., Zach P., Kulfan J.** Wind – an important ecological factor and destructive agent in forests. // In: *Lesnisky Casopis Forestry Journal*, 2016, N 62, pp.123–130.
- McGaughey, Robert J.** Visualizing forest and stand dynamics using the stand visualization system. // In: *Proc. 1997 ACSM/ASPRS Annual Convention and Exposition*. Bethesda, MD: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1997.
- Panayotov M., Kulakowski D., Laranjeiro Dos Santos L., Bebi P.** Wind disturbances shape old Norway spruce-dominated forest in Bulgaria. // In: *Forest Ecology and Management*, .2011, N 262, pp. 470-481.
- Panayotov, M., Bebi P., Tsvetanov N., Alexandrov N., Laranjeiro L., Kulakowski D.** The disturbance regime of Norway spruce forests in Bulgaria. // In: *Can J For Res*, 2015, N 45, pp. 1143–1153.
- Schmidt-Vogt, H.** Die Fichte, 2 Bde. in 4 Tl.-Bdn., Bd.2/3, Waldbau, Ökosysteme, Urwald, Wirtschaftswald, Ernährung, Düngung, Ausblick, 1991, Berlin.
- Schulze, E.D., Wirth C., Mollicone D., Ziegler W.** Succession after stand replacing disturbances by fire, windthrow and insects in the dark Taiga of Central Siberia. // In: *Oecologia*, 2005, N 146, pp. 77–88.
- Szmyt J., Dobrowolska D.** Spatial diversity of forest regeneration after catastrophic wind in northeastern Poland. // In: *iForest*, 2015, N 9, pp. 414-421.

гл.ас., д-р **Ангел Фerezлиев**, GSM: 0895665453; e-mail: obig@abv.bg

PECULIARITIES IN STRUCTURE ACCORDING TO HEIGHT AND VOLUME IN DENDROCOENOSSES DAMAGED BY HURRICANE IN WESTERN RHODOPES

Angel Ferezliev, Hristo Tsakov

**Forest Research Institute
Bulgarian Academy of Sciences**

(Summary)

The structure according to height and volume of plantations, which were damaged by hurricane winds in Western Rhodopes in 1961, were investigated. The spatial horizontal structure of dendrocoenoses affected by wind invasion has been illustrated by using the computer program Stand Visualization System (SVS) in Microsoft Excel (McGaughey, 1997). The structure according to height is analysed by the distribution of the stems by natural degrees of height and curves heights. The structure according to volume is analysed by the established regularities in the structure of the volume-forming factors. The established regularities in the structure according to the above - mentioned inventories indicators can be used for the more proper and appropriate management of the plantations established after large - scale natural disaster caused by hurricane.

Key words: *structure according to height, structure according to volume, hurricane, curve of height, straight and curved line of volumes*

Angel Ferezliev, PhD, Assistant professor, Forest Research Institute - Bulgarian Academy of Sciences, Experimental Station on Coniferous Forests, 44 Khan Asparuh Blvd., 4600, Velingrad, Bulgaria, e-mail: obig@abv.bg

МАСНОКИСЕЛИНЕН СЪСТАВ И ЛИПИДНИ ИНДЕКСИ НА МАСЛО ОТ СЕМЕНА НА АМАРАНТ (*AMARANTHUS CAUDATUS* L.)

Жана Петкова, Мария Ангелова-Ромова, Благо Чучков

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Катедра Химична технология,
ул. „Цар Асен“ 24, 4000 гр. Пловдив, България

Резюме

Определен е мастнокиселинният състав на глицеридно масло от семена на амарант (*Amaranthus caudatus* L.) с различен произход (Индия и Турция) и са изчислени липидните им индекси (съотношение между полиненаситени и наситени мастни киселини, атерогенен, тромбогенен и холестеролемичен индекс). На базата на тези индикатори се установява ползното влияние на изследваните масла върху човешкия организъм. Преобладаващите мастни киселини в триацилглицероловата фракция на маслото от семена с произход Индия са олеиновата и палмитиновата киселина, докато в това от семена с произход Турция са палмитиновата, олеиновата и линоловата киселина. Съотношението между полиненаситени и наситени мастни киселини в маслата от семена на амарант с турски произход е в препоръчителните норми, докато в това с индийски произход е по-ниско. Стойностите на атерогенния индекс са сравнително ниски и показват добри антиатерогенни свойства. Холестеролемичният индекс на изследваните масла е в препоръчителните норми, докато стойностите на тромбогенния индекс са леко завишени.

Ключови думи: *амарант, мастнокиселинен състав, липидни индекси*

Въведение

Въпреки биоразнообразието на растителни ресурси в природата, много малка част от тях се използват за хранителни цели. Неоценени и неизследвани остават голям брой култури, които са потенциален източник на ценни хранителни вещества. Поради тази причина в последно време обект на различни изследвания представляват много растения, които не са достатъчно проучени, но са източник на ценни хранителни съставки и могат успешно да заменят в храненето вече установените растителни видове (Antova et al., 2017).

Подобно растение е амарантът (*Amaranthus caudatus* L.) от семейство Щирови (Amaranthaceae). Той представлява едногодишно тревисто растение, което се използва като зърнена и зеленчукова култура. Спада към групата на псевдо-житните растения, широко разпространен е във всички географски ширини.

Амарантът има някои агрономически предимства, като бърз растеж и способност да се приспособява към неблагоприятни условия на отглеждане. Поради това представлява интерес потенциалното му използване като питателна зърнена култура в много географски райони (Achigan-Dako et al., 2014; Wu et al., 2000).

Семената от амарант имат висока хранителна стойност, която е по-висока дори от тази на някои други зърнени култури, като ориз, пшеница и царевица (Orona-Tamayo, Paredes-López, 2017). Съдържанието на масло в семената е сравнително ниско (между 4,8 и 10,0%) (Gamel et al., 2007; Ogrodowska et al., 2014; Segura-Nieto et al., 1994), като преобладава количеството на ненаситените мастни киселини (главно олеинова и линолова киселина) (Orona-Tamayo, Paredes-López, 2017; Tang et al., 2016).

Установеният промишлен и обществен интерес върху тези семена се дължи не само на техните хранителни свойства, но и на потенциалната им полезна употреба като терапевтично спомагателно средство при редица заболявания (Chatuverdi et al., 1993; Chatuverdi et al., 1997).

Това инициира провеждането на изследвания върху липидния състав на семена от амарант с различен произход, което ще даде възможност за по-пълна оценка на хранителните им качества. Във връзка с това е и поставената цел на настоящата работа да се изследва мастнокиселинният състав на масло от семена на амарант и да се определят показатели, които са критерии за терапевтичния му ефект: съотношение между полиненаситени и наситени мастни киселини, атерогенен, тромбогенен и холестеролемичен индекс.

Материали и методи

За провеждане на изследванията са използвани семена от амарант (*Amaranthus caudatus* L.) с различен произход (Индия и Турция), закупени от търговската мрежа.

Мастнокиселинен състав

Мастнокиселинният състав на триацилглицеролите (ТАГ) е определен чрез газова хроматография след преестерифициране на проба от растителните масла с 2% H₂SO₄ в абсолютен CH₃OH (ISO 12966-2:2011). Определянето на индивидуалния мастнокиселинен състав се провежда на газов хроматограф HP 5890 с пламъково-йонизационен детектор и капилярна колона Supelco с дължина 75 m и диаметър 0,18

mm при следните условия: газ – носител – водород със скорост 20 cm³/min; температура на инжектора и детектора – 250°C; температура на колоната – 140°C в продължение на 5 min, увеличение до 240°C със стъпка 4°C/min и задържане 3 min при тази температура (ISO 12966-1:2014).

Индивидуалният състав на мастните киселини се определя чрез сравняване на получените времена на задържане от хроматограмата на анализираната смес с времената на свидетелите – метилови естери на индивидуално чисти мастни киселини. Количественият състав на мастните киселини се определя от процентното съотношение между площите на отделните пикове в хроматограмата.

Атерогенен индекс

Атерогенният индекс (АИ) се изчислява въз основа на мастнокиселинния състав на маслото по следната формула (Ulbricht, Southgate, 1991):

$$AI = \frac{C_{12:0} + 4 \times C_{14:0} + C_{16:0}}{\sum \text{МНМК} + \sum \text{ПНМК}} \quad (1)$$

Тромбогенен индекс

Тромбогенният индекс (ТИ) се определя като съотношение между протромбогенните (НМК) и антитромбогенните (МНМК, n-3 и n-6 ПНМК) мастни киселини (Ulbricht, Southgate, 1991). Изчислява се по следната формула:

$$ТИ = \frac{C_{14:0} + C_{16:0} + C_{18:0}}{0,5 \times \sum \text{МНМК} + 0,5 \times \sum \text{n-6 ПНМК} + 3 \times \sum \text{n-3 ПНМК} + \frac{\sum \text{n-3 ПНМК}}{\sum \text{n-6 ПНМК}}} \quad (2)$$

Холестеролемичен индекс

Холестеролемичният индекс (h/H) се изчислява по формулата на Santos-Silva et al. (2002):

$$(h/H) = \frac{C_{18:1n-9} + C_{18:2n-6} + C_{18:3n-3} + C_{18:3n-6} + C_{20:2n-6} + C_{20:3n-3} + C_{20:4n-6} + C_{20:5n-3} + C_{22:6n-3}}{C_{12:0} + C_{14:0} + C_{16:0}} \quad (3)$$

Във формулите (1), (2) и (3) са използвани следните съкращения:

C_{12:0} – количество на лауриновата киселина, %;

C_{14:0} – количество на миристиновата киселина, %;

C_{16:0} – количество на палмитиновата киселина, %;

C_{18:0} – количество на стеариновата киселина, %;

$C_{18:1n-9}$ – количество на олеиновата киселина, %;
 $C_{18:2n-6}$ – количество на линоловата киселина, %;
 $C_{18:3n-3}$ – количество на α -линоленовата киселина, %;
 $C_{18:3n-6}$ – количество на γ -линоленовата киселина, %;
 $C_{20:2n-6}$ – количество на ейкозациеновата киселина, %;
 $C_{20:3n-3}$ – количество на ейкозатриенова киселина, %;
 $C_{20:4n-6}$ – количество на арахидоновата киселина, %;
 $C_{20:5n-3}$ – количество на ейкозапентаеновата киселина, %;
 $C_{22:6n-3}$ – количество на докозахексаеновата киселина, %;
 Σ МНМК – количество на мононенаситените мастни киселини, %;
 Σ ПНМК – количество на полиненаситените мастни киселини.

Резултати и обсъждане

В таблица 1 са представени основните мастни киселини в триацилглицероловата фракция на масла от семена на амарант с различен произход.

Таблица 1. Основни мастни киселини на масло от семена на амарант

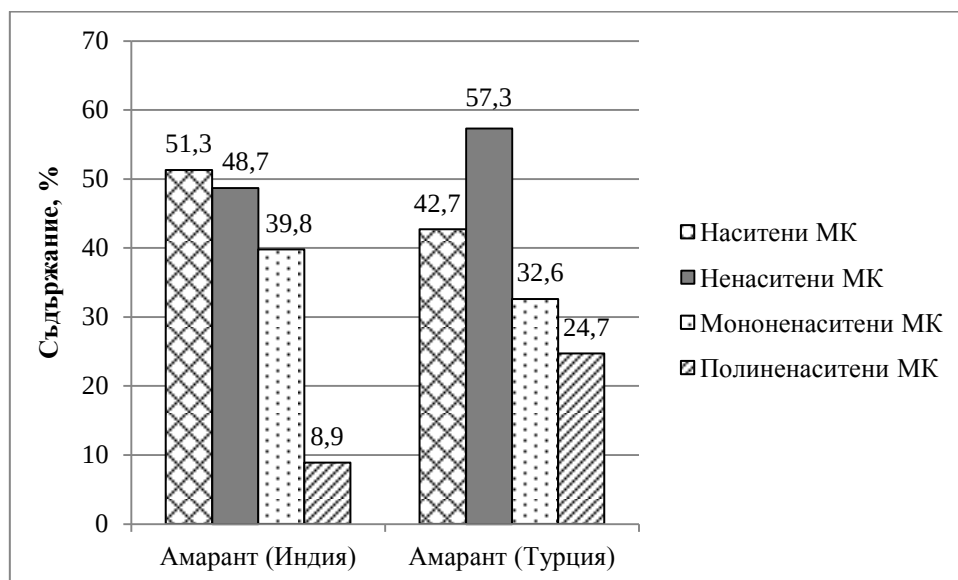
Мастни киселини, %	Амарант (Индия)	Амарант (Турция)
Палмитинова ($C_{16:0}$)	38,4 $\pm$ 0,2	33,1 $\pm$ 0,1
Стеаринова ($C_{18:0}$)	8,6 $\pm$ 0,1	6,3 $\pm$ 0,1
Олеинова ($C_{18:1}$)	38,7 $\pm$ 0,4	31,7 $\pm$ 0,3
Линолова ($C_{18:2}$), n-6	6,8 $\pm$ 0,1	22,6 $\pm$ 0,2
Линоленова ($C_{18:3}$), n-3	0,4 $\pm$ 0,1	0,5 $\pm$ 0,1
Арахинова ($C_{20:0}$)	1,8 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,1
Лигноцеринова ($C_{24:0}$)	1,1 $\pm$ 0,1	1,1 $\pm$ 0,1

Маслото от семена с индийски произход е с най-високо съдържание на олеинова (38,7%), последвана от наситената палмитинова киселина (38,4%), като са установени и съизмерими количества на стеаринова (8,6%) и линолова киселина (6,8%). За разлика от това в маслото от семена с произход Турция преобладава палмитиновата (33,1%), последвана от олеиновата (31,7%) и се наблюдава значително по-високо съдържание на линолова киселина (22,6%). В двете изследвани масла съдържанието на линоленова киселина е ниско (0,4 – 0,5%). В сравнение с други растителни масла (Codex-Stan 210, 1999) в мастнокиселинния състав масла от семена на амарант са установени в по-големи количества арахидинова (1,2 – 1,8%) и лигноцеринова (1,1%) киселина.

Получените резултати за мастнокиселинния състав на изследваните масла се различават от данните на предишни автори, изследващи масла от семена с произход Еквадор, Боливия, Полша и Канада, според които основната мастна киселина е линоловата и нейното количество варира от 37,0 до 47,8%, последвана от олеиновата киселина (20,2 – 32,9%). Съответно данните за съдържание на палмитинова киселина (12,3 – 25,9%) са много по-ниски от установените в настоящото изследване (33,1–38,4%) (Alvarez-Jubete et al., 2010; Bruni et al., 2002; Bruni et al., 2001; Kraujalis et al., 2013; Ogrodowska et al., 2014; Tang et al., 2016). Количеството на лигноцериновата киселина (1,1%) е по-високо от това, съобщено от Kraujalis et al. (2013) (0,23%).

На фигура 1 е показано съдържанието на наситени, ненаситени, моно- и полиненаситени мастни киселини в маслата от семена на амарант.

Фиг. 1 Съдържание на наситени, ненаситени, моно- и полиненаситени мастни киселини в масла от семена на амарант



Маслото от семена с турски произход се отличава с по-високо съдържание на ненаситени мастни киселини (57,3%), докато в това от Индия преобладават наситените мастни киселини (51,3%). От друга страна, последното е с по-голямо количество на мононенаситени (39,8%) и по-малко на полиненаситени мастни киселини (8,9%). За сравнение в маслото от семена на амарант от Турция процентното им съдържание е съответно 32,6 и 24,7%.

Разликите в мастнокиселинния състав на изследваните семена се дължи на различните географски райони, в които са отглеждани растенията. В страните с умерен и хладен климат в маслодайните суровини се синтезират триацилглицероли, съдържащи предимно ненаситени мастни киселини, а в топлите южни райони –

триацилглицероли с наситени мастни киселини (Стоянова и сътр., 2006). Най-вероятно това е причината маслото от семена с турски произход да е по-богато на ненаситени мастни киселини (57,3%).

Биологичната пълноценност на маслата зависи предимно от съдържанието на определени групи мастни киселини, които влияят положително върху здравето на хората. Тя се оценява на базата на основни липидни индекси – съотношение между полиненаситени и наситени мастни киселини, атерогенен, тромбогенен и холестеролемичен индекс.

В Таблица 2 са представени данни за съотношението между полиненаситени и наситени мастни киселини, атерогенния, тромбогенния и холестеролемичния индекс.

Таблица 2. Съотношение между полиненаситени и наситени мастни киселини (ПНМК/НМК), атерогенен, тромбогенен и холестеролемичен индекс

Произход на семената	ПНМК/НМК	Атерогенен индекс	Тромбогенен индекс	Холестеролемичен индекс
Амарант (Индия)	0,2±0,01	0,8±0,03	1,8±0,2	1,2±0,1
Амарант (Турция)	0,6±0,02	0,6±0,02	1,3±0,1	1,7±0,1

Съотношението полиненаситени и наситени мастни киселини играе важна роля за определяне на различните свойства на клетъчните мембрани, които спомагат за поддържане на нормалния метаболизъм в клетките. Препоръчителното минимално съотношение полиненаситени и наситени мастни киселини е 0,45 като за оптимално се приема от 0,8 до 1,2 (Kang et al., 2005). При маслото от семена на амарант с турски произход съотношението е в препоръчителните норми, докато в това с индийски произход е много по-ниско.

Атерогенният индекс показва връзката между сумата от основните наситени мастни киселини, които се считат за проатерогенни (предизвикват повишение в нивото на холестерола в кръвта, защото лесно се отлагат върху стените на артериите) и основните ненаситени мастни киселини, притежаващи антиатерогенен ефект (Cottin et al., 2011). Стойностите на атерогенния индекс за маслата от семена на амарант са сравнително ниски под 1,0 (съответно 0,8 и 0,6) и показват по-добри антиатерогенни свойства. Антиатерогенните липиди инхибират натрупването на плака и намаляват нивата на естерифицирани мастни киселини и холестерол, като по този начин предотвратяват появата на микро- и макрокоронарни заболявания (Hooper et al., 2006).

Тромбогенният индекс определя тенденцията към тромбоза в кръвоносните съдове. Стойностите на този индекс са малко завишени над 1,0 (1,3 и 1,8), което е

показател за техните по-ниски антитромбогенни свойства. Счита се, че стойности за атерогенния и тромбогенния индекс под 1,0 са показател за по-добри антиатерогенни и антитромбогенни свойства на липидите (Ulbricht, Southgate, 1991).

Холестеролемичният индекс е свързан със съотношението на хипохолестеролемичните и хиперхолестеролемичните мастни киселини, като с хиперхолестеролемично действие се считат основно наситените мастни киселини лауринова, миристинова и палмитинова (Bonanome and Grundy, 1988). Счита се, че стойности на холестеролемичния индекс над 1,0 са индикатор за по-добрия хипохолестеролемичен потенциал на липидите, което ги прави по-подходящи за консумация и редовният им прием води до намаляване на риска от сърдечно-съдови заболявания (Barter et al., 2007). Стойностите на този индекс за изследваните масла са съответно 1,2 и 1,7 за семената с индийски и турски произход.

Атерогенният и тромбогенният индекс на изследваните масла са по-високи от тези на маслиново (0,1250 и 0,3230), арганово (0,1577 и 0,4498) и сусамово (0,1235 и 0,3623) масло, докато холестеролемичният индекс е много по-нисък от този на посочените по-горе масла (съответно 7,9151; 6,3417 и 8,0962) (Misajel, Carolina, 2017).

Заклучение

Изследван е мастнокиселинният състав на масла от семена на амарант с различен произход и са изчислени липидните индекси (АИ, ТИ и h/H), на базата на които може да се съди за терапевтичния им ефект. В триацилглицероловата фракция на маслото от семена с произход Индия преобладава олеиновата и палмитиновата киселина, докато в това от Турция – палмитиновата, олеиновата и линоловата киселина. В първото масло се наблюдава по-високо съдържание на наситени, а във второто – на ненаситени мастни киселини. Съотношението между полиненаситени и наситени мастни киселини в маслата от семена на амарант с турски произход е в препоръчителните норми, докато в това с индийски произход е по-ниско. Стойностите на липидните индекси на масло от семена на амарант показват, че то може да бъде използвано като терапевтично средство при редица заболявания.

Литература

Antova, G.A., Angelova-Romova, M.Y., Petkova, Z.Y., Teneva, O.T., Marcheva, M.P., Zlatanov, M.D. Biologically active components in *Madia sativa* seed oil. // *Journal of Food Science and Technology*, 2017, N 54, p. 3044-3049.

Achigan-Dako, E.G., Sogbohossou, O.E.D., Maundu, P. Current knowledge on *Amaranthus* spp.: Research avenues for improved nutritional value and yield in leafy amaranths in sub-Saharan Africa. // *Euphytica*, 2014, N 197, p. 303-317.

Wu, H., Sun, M., Yue, S., Sun, H., Cai, Y., Huang, R., Brenner, D., Corke, H. Field evaluation of an *Amaranthus* genetic resource collection in China. // *Genetic Resources and Crop Evolution*, 2000, N 47 (1), p. 43-53.

Orona-Tamayo, D., Paredes-López, O. Chapter 15 – Amaranth Part 1 – Sustainable crop for the 21st century: Food Properties and nutraceuticals for improving human health. // *Sustainable Protein Sources*, 2017, p. 239-256.

Gamel, T.H., Mesallam, A.S., Damir, A.A., Shekib, L.A., Linssen, J.P. Characterization of amaranth seed oils. // *Journal of Food Lipids*, 2007, N 14, p. 323-334.

Ogrodowska, D., Zadernowski, R., Czaplicki, S., Derewiaka, D., Wronowska, B. Amaranth seeds and products – The source of bioactive compounds. // *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 2014, N 64 (3), p. 165-170.

Segura-Nieto, M., Barba De La Rosa, A., Paredes-López, O. Biochemistry of amaranth proteinsin. In Paredes-López O. (Ed.), *Amaranth: Biology, chemistry and technology*. Boca Raton, FL: CRC Press., 1994, p. 75-106.

Tang, Y., Li, X., Chen, P.X., Zhang, B., Liu, R., Hernandez, M., Draves, J., Marcone, M.F., Tsao, R. Assessing the fatty acid, carotenoid, and tocopherol compositions of amaranth and quinoa seeds grown in Ontario and their overall contribution to nutritional quality. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2016, N 64 (5), p. 1103-1110.

Chatuverdi, A., Sarojini, G., Devi, N. L. Hypocholesterolemic effect of amaranth seeds (*Amaranthus esculantus*). // *Plant Foods for Human Nutrition*, 1993, N 44, p. 63-70.

Chatuverdi, A., Sarojini, G., Nirmalammay, N., Satyanarayana, D. Glycemic index of grain amaranth, wheat and rice in NIDDM subjects. // *Plant Foods for Human Nutrition*, 1997, N 50, p. 171-178.

ISO 12966-2:2011. Animal and vegetable fats and oils. Gas chromatography of fatty acid methyl esters. Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids.

ISO 12966-1:2014. Animal and vegetable fats and oils. Gas chromatography of fatty acid methyl esters. Part 1: Guidelines on modern gas chromatography of fatty acid methyl esters.

Ulbricht, T., Southgate, D. Coronary heart disease: seven dietary factors. // *The Lancet*, 1991, N 338, p. 985-992.

Santos-Silva, J., Bessa, R.J.B., Santos-Silva, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: fatty and composition of meat. // *Livestock Production Science*, 2002, N 77, p.187-194.

Codex-Stan 210 – 1999. Codex standard for named vegetable oils. Revisions 2001, 2003, 2009, Amendment 2005, 2011, p.16.

Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., Gallagher, E. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. // *Trends in Food Science & Technology*, 2010, N 21 (2), p. 106-113.

Bruni, R., Guerrini, A., Scalia, S., Romagnoli, C., Sacchetti, G. Rapid techniques for the extraction of vitamin E isomers from *Amaranthus caudatus* seeds: Ultrasonic and supercritical fluid extraction. // *Phytochemical Analysis*, 2002, N 13, p. 257-261.

Bruni, R., Medici, A., Guerrini, A., Scalia, S., Poli, F., Muzzoli, M., Sacchetti, G. Wild *Amaranthus caudatus* seed oil, a nutraceutical resource from Ecuadorian flora. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2001, N 49, p. 5455-5460.

Kraujalis, P., Venskutonis, P.R., Pukalskas, A., Kazernaviciute, R. Accelerated solvent extraction of lipids from *Amaranthus* spp. seeds and characterization of their composition. // *LWT - Food Science and Technology*, 2013, N 54, p. 528-534.

Стоянова, А., Перифанова-Немска, М., Георгиев, Е. Суровинознание за растителни мазнини и етерични масла, Пловдив, 2006. с. 81.

Kang, M. J., Shin, M. S., Park, J. N., Lee, S.S. The effects of polyunsaturated: saturated fatty acids ratios and peroxidizability index values of dietary fats on serum lipid profiles and hepatic enzyme activities in rats. // *British Journal of Nutrition*, 2005, N 94, p. 526-532.

Cottin, S.C., Sander, T.A., Hall, W.L. The differential effects of EPA and DHA on cardiovascular risk factors. // *The Proceedings of the Nutrition Society*, 2011, N 70, p. 215-231.

Hooper, L., Thompson, R., Harrison, R., Summerbell, C., Ness, A., Moore, H., Worthington, H., Durrington, P., Higgins, J., Capps, N., Riemersma, R., Ebrahim, S., Smith, G. Risks and benefits of omega 3 fats for mortality, cardiovascular disease, and cancer: systematic review. // *British Medical Journal*, 2006, N 332 (7544), p. 752-760.

Bonanorme, A., Grundy, S. M. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. // *New English Journal of Medicine*, 1988, N 318, p. 1244-1248.

Barter, P., Gotto, A., La Rosa, J. C., Maroni, J., Szarek, M., Grundy, S. M., Kastelein, J. J. P., Bittner, V., Fruchart, J. C. HDL cholesterol, very low levels of LDL

cholesterol, and cardiovascular events. // *New English Journal of Medicine*, 2007, N 357(13), p.1301-1310.

Misajel, A., Carolina, K., Comparación del perfil de ácidos del aceite de chía (*Salvia hispánica* L.) orgánica y convencional (variedades blanca y negra) cultivadas en el Perú, como una alternativa para aceites vegetales comestibles, Bachelor Thesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2017. <http://hdl.handle.net/10757/621861>, 28.09.2017.

Благодарности: Изследванията са проведени с финансовата подкрепа на договор ФП17-ХФ-013, фонд “Научни изследвания” при поделение „Научна и приложна дейност” на ПУ „Паисий Хилендарски”.

Жана Петкова, гл. ас. д-р, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски”, ул. „Цар Асен” 24, тел.: +359 32 261 277, e-mail: zhanapetkova@uni-plovdiv.net

FATTY ACID COMPOSITION AND LIPID INDEXES OF AMARANTHUS CAUDATUS L. SEED OILS

Zhana Petkova, Maria Angelova-Romova, Blago Chuchkov
University of Plovdiv 'Paisii Hilendarski', Department of Chemical technology,
24 Tzar Asen str., Plovdiv, Bulgaria

Summary

Fatty acid composition of amaranth seeds (*Amaranthus caudatus* L.) from different origins (India and Turkey) was studied and their lipid indexes such as the ratio of polyunsaturated and saturated fatty acids, atherogenic, thrombogenic and cholesterolemic index were calculated. Based on these indicators, the beneficial effect of the examined oils on the human organism was established. The predominant fatty acids in the triacylglycerol fraction of seed oil from India were oleic and palmitic acid, while that of Turkey – palmitic, oleic and linoleic acid. The ratio between polyunsaturated and saturated fatty acids in amaranth seed oil of Turkish origin was in the recommended range, while this ratio of the oil from India was lower. The values of atherogenic index were relatively low and show better antiatherogenic properties, but these of thrombogenic index were slightly higher. The values of the cholesterolemic index of the examined oils were in the recommended standards.

Key words: *amaranth, fatty acids, lipid indexes*

Zhana Petkova, Assistant professor, PhD, University of Plovdiv 'Paisii Hilendarski',
Department of Chemical technology, 24 Tzar Asen str., Plovdiv, Bulgaria, Tel.: +359
32 261 277, e-mail: zhanapetkova@uni-plovdiv.net

Приложение на N-ацилиминиеви реагенти получени от бензотиазол, за синтез на биологично активни вещества

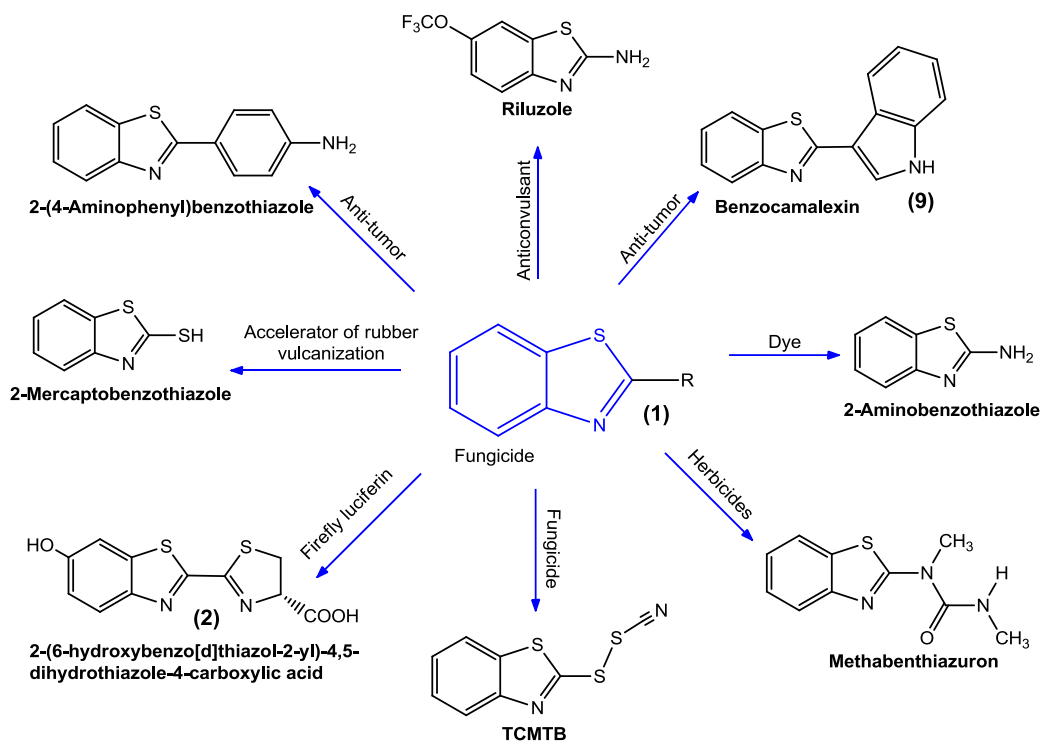
Йордан Стремски^a, Стела Статкова-Абегхе^a, Илиян Иванов^{аb}, Вероника Стаева^a

^aПловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Катедра Органична химия, ул. „Цар Асен“ 24, Пловдив 4000, България

^bПловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Филиал-Смолян, ул. „Дичо Петров“ 32, Смолян 4700, България

Въведение

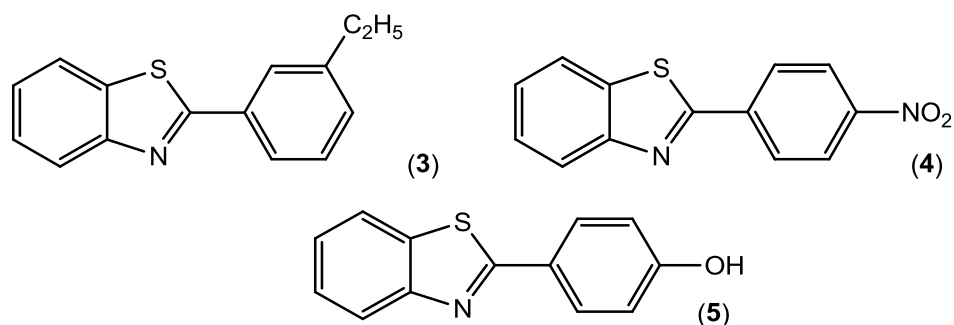
Бензотиазолът (1) и неговите производни са един от най-важните класове хетероциклени съединения. Както природните, така и синтетичните му аналози предлагат висока степен на структурно разнообразие и широк спектър на биологична активност. Поради това те са използвани в медицинската практика за лечение на различни видове заболявания. Пример за природно, ароматно хетероциклено съединение производно на бензотиазола е *D-Luciferin* (2) (Фигура 1), открит в светещите органи разположени в задната част на коремчето на светулката (от лат. *Luciola*) (Mofford et al., 2014).



Фигура 1

Изследванията в областта на медицинската химия, показват че бензотиазолът и бензотиазоловите производни притежават разнообразна биологична активност, включително антималярийна, противотуберкулозна, противовъзпалителна, противоракова, антимикробна, антидиабетна, антиконвулсанта и др. (**Фигура 1**) (Keri et al., 2014).

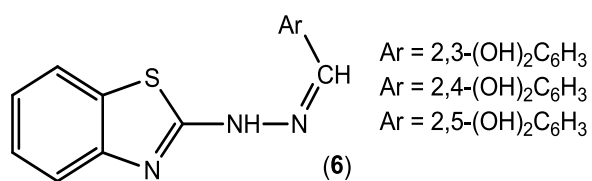
В тази връзка в специализираната литературата са публикувани разнообразни методи за синтез на различни нови производни. Така например, Р. Bandyopadhyay и сътрудници синтезират нови 2-заместени бензотиазолови производни (**3-5**) (**Фигура 2**). Биологичните изследвания показват, че тези съединения проявяват бактерицидно действие срещу Грам-положителни бактерии *Staphylococcus aureus*, *Bacillus Cereus* и Грам-отрицателни бактерии *Vibrio cholerae*, *Shigella dysenteriae* и *Escherichia coli* (Bandyopadhyay et al., 2011).



Фигура 2

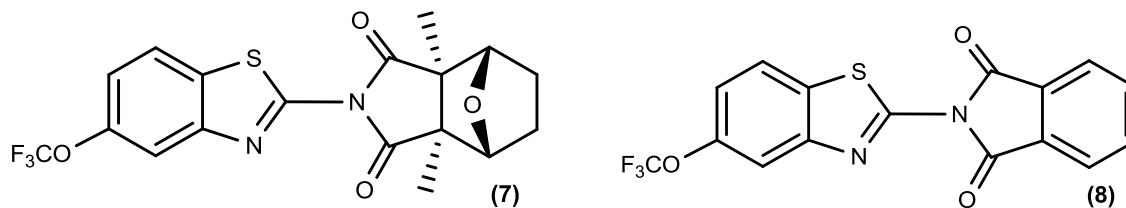
През последните години усилено се разработват нови стратегии за намиране на безопасни и ефективни начини за лечение на онкологични заболявания, които включват по-добро разбиране на биологичните процеси, участващи в оцеляването на раковите клетки, а също така и в търсенето на по-селективни и по-мощни химиотерапевтични средства (Keri et al., 2014).

Е. Lindgren и сътрудници синтезират (Е)-2-бензотиазол хидразони (**6**) (**Фигура 3**). Тези съединения проявяват *in vitro* антипролиферативна активност срещу ракови клетки от типа - HL-60 (левкемия), MDA-MB-435 (рак на гърдата), HCT-8 (рак на дебелото черво) в концентрации IC_{50} - 0.35-1.89 $\mu\text{mol/L}$ (Lindgren et al., 2014).



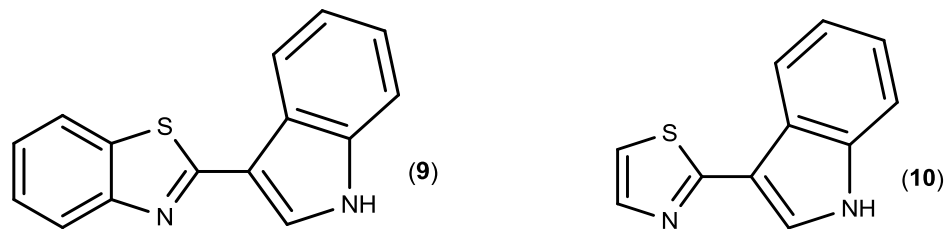
Фигура 3

Известно е, че при комбинацията от две или повече различни хетероциклически ядра се получават съединения с повишена активност. Например, заместените с бензотиазол кантаримид (7) и фталимид (8) (Фигура 4) показват по-висока антирумулна активност срещу три вида човешки ракови клетъчни линии - CA46 - рак на лимфните възли, K-562 - миелогенна левкемия, SKHeP1 - хепатомни ракови линии в концентрация - 25 µg/ml в сравнение с изходните кантаридин и фталов анхидрид, използвани за получаването им (Kok et al., 2008).



Фигура 4

Бензокамалексинът (9), като синтетичен аналог на фитоалексина *Camalexin* (10) (Фигура 5), проявява забележителна антитуморна активност срещу набор от човешки ракови клетъчни линии в ниски концентрации - IC₅₀ - 23.3-30.1 µmol/L като същевременно не оказва влияние върху нормалните клетки (Pilatova et al, 2013; Chripkova et al., 2016).



Фигура 5

Един от подходите за синтетично приложение на N-хетероциклените съединения е използването им под формата на реактивоспособни N-ацилиминиеви реагенти. Известни са реакции на N-ацилиминиеви реагенти (11), получени от бензотиазол с различни нуклеофилни съединения (Схема 1).

Данните от специализираната научна литература показват, че първоначално такива реакции са осъществени с участието на хетероциклически съединения като 2-силилоксазол (12) и 2-силилтиазол (13) (Схема 1) (Dondoni et al., 1984).

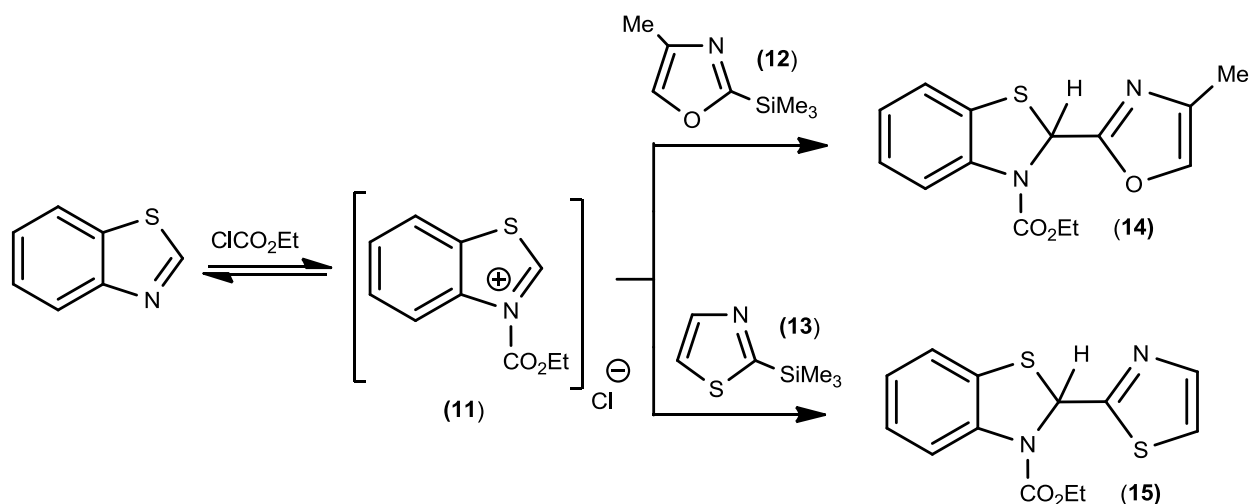


Схема 1

По-късно, Т. Itoh и сътрудници изследват взаимодействието на бензотиазол с оргонокалаени съединения (16) (Itoh et al., 1994) и силиленолни етери (17) (Схема 2) (Itoh et al., 2000).

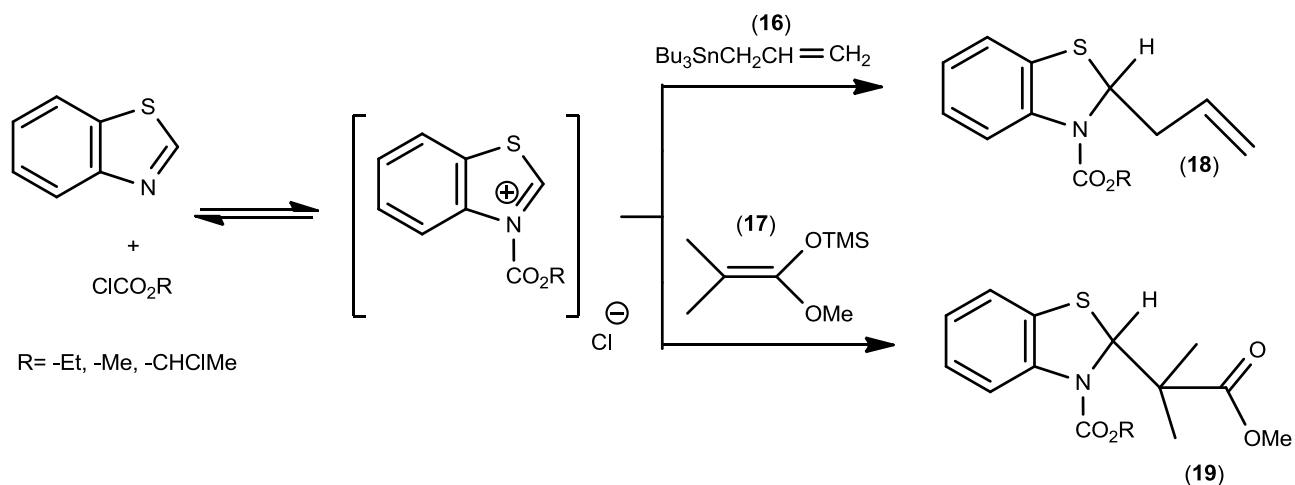


Схема 2

В научно съобщение от 2010 г. е докладвано взаимодействие на ацилиминиеви реагенти с оргоиноиндиеви съединения (20) (Схема 3) в присъствие на мед (I) соли при което са синтезирани и 2-арил бензотиазоли (21) (Beveridge et al. 2010).

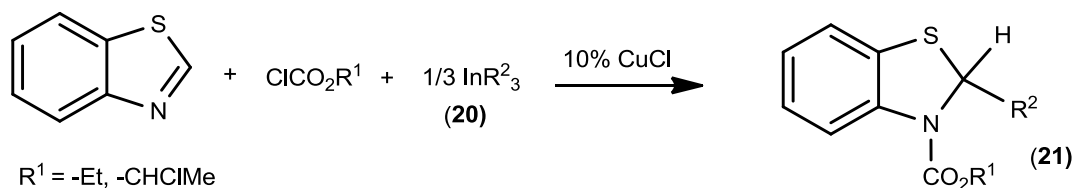


Схема 3

Резултати и обсъждане

Свойствата на N-ацилиминиеви реагенти, получени от бензотиазол и ацилхлориди представляват интерес за нас в последните две десетилетия. Първите резултати от нашите изследвания са публикувани в две публикации в Сборник Научни трудове на ПУ „П. Хилендарски” (Статкова-Абегхе и др., 2000) и 2002 г. (Статкова-Абегхе и др., 2002). При тези изследвания бе установено, че стабилността на ацилиминиевите реагенти съществено зависи от вида на ацил хлорида. Използването на ацетилхлорид и бензоилхлорид води до нестабилни N-ацилиминиеви реагенти нетрайни при нагряване. Опитите за амидоалкилиране на кетони с адукти на бензотиазол с ацетил или бензоилхлорид са неуспешни (Статкова-Абегхе и др., 2002), докато при използване на етилхлороформиат в безводен дихлороетан и нагряване (60°C) за един час, се получава значително по-стабилен електрофилен реагент. Този реагент успешно взаимодейства с метиленактивни съединения, като ацетон, ацетофенон, бензалацетон, ацетилацетон, ацетацетоамид, етилбензоилацетат и др. без необходимост от активирането им. Реакциите протичат при 80°C за време от 1-5 часа с умерени добиви на продукти (**22 a-h**) от 37-77% (**Таблица 1**). Установено бе, че бензотиазолът успешно може да се използва като цикличен имин и N-ацилиминиевият реагент (**11**) получен с етилхлороформиат е подходящ реагент за α -амидоалкилиране на различни по вид моно и 1,3-дикарбонилни съединения (**Схема 4**).

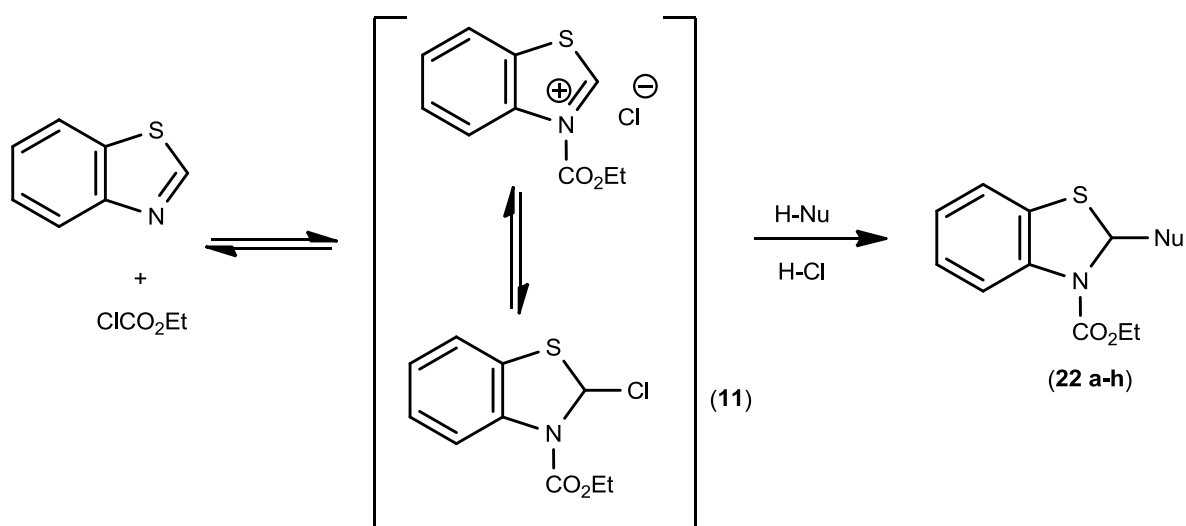


Схема 4

Таблица 1

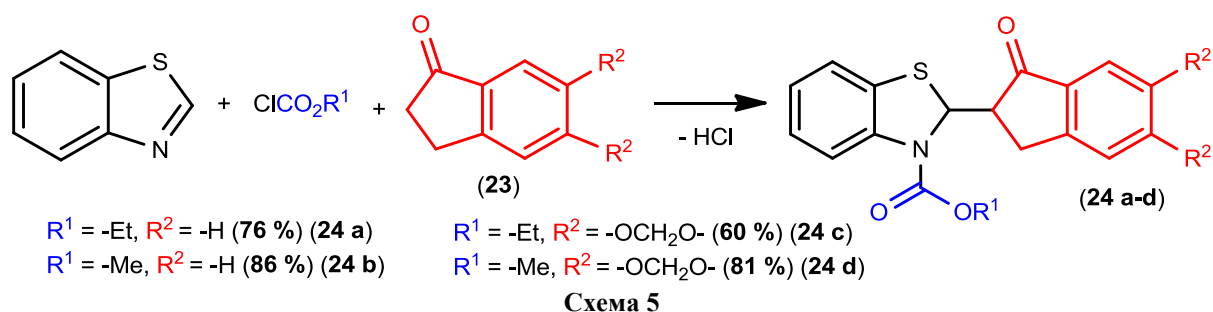
22	Nu	T, °C	Време, h	Добив, %
a	CH ₃ COCHCONH ₂	80	1	73
b	CH ₃ COCHCON(C ₂ H ₅) ₂	80	2	63
c	C ₆ H ₅ COCHCOOC ₂ H ₅	80	3	55
d	CH ₃ COCHCOCH ₃	80	4	54
e	CH ₃ COCHCOOC ₂ H ₅	80	4	60
f	CH ₂ COCH ₃	60	5	65
g	CH ₂ COC ₆ H ₅	80	5	37
h	CH ₂ COCH=CHC ₆ H ₅	80	5	77

Същият реагент успешно взаимодейства и с циклични кетони. Публикувани са резултатите от амидолакириране на инданон и негови производни с N-ацилиминиев реагент, получен от бензотиазол и етилхлороформиат (Статкова-Абегхе и др., 2005). Синтезите бяха проведени без предварителното образуване на N-ацилиминиев реагент, като последователно се смесват бензотиазол, етилхлороформиат и цикличен кетон в еквимоларни количества. Реакциите протичат успешно при 60 °C за 24 часа с добиви на целевите продукти от 20 до 48%. Хроматографски се наблюдава получаването на диастереоизомери.

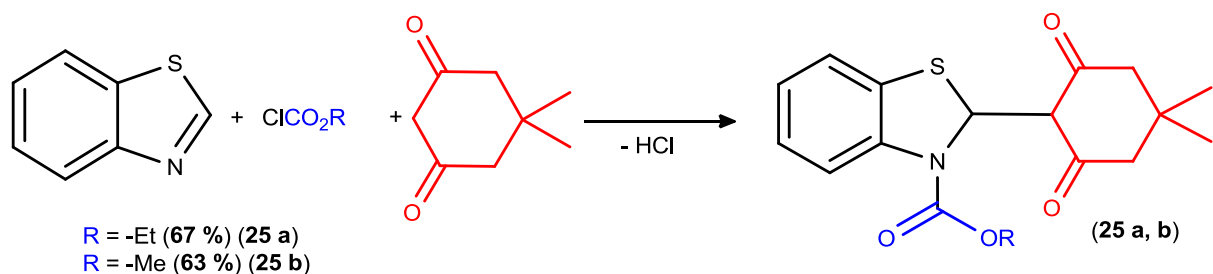
Поради интереса към приложението на мултикомпонентните реакции за синтез на разнообразни хетероциклени съединения, изследванията ни бяха насочени към проучване на възможността за взаимодействието между бензотиазол, алкилхлороформиати и инданони (**23**) в условията на мултикомпонентна реакция (Stremski et al., 2017). Установено бе, че реакцията с използването на бензотиазол, метилхлороформиат и инданон като нуклеофилен реагент в еквимоларно отношение, протича успешно след смесване на реагентите в безводен дихлороетан и кипене на реакционната смес (80 °C) за 2 часа. При тези условия се наблюдава получаването на два продукта и нереагирал инданон. След провеждане на хроматографско разделяне на препаративна колона с носител силикагел и елуент смеси петролев етер/диетилов етер, е изолиран един продукт (**24 b**), под формата на безцветни кристали с добив от хроматографска колона - 86% (**Схема 5**). Втори продукт не бе изолиран. Вероятно при мултикомпонентната реакция се получава смес от диастереоизомери, при хроматографирането на които протича реакция на епимеризация в хроматографската

колона поради възможността за енолизация на единия от стереогенните центрове (във фрагмента от инданона). С използването на етилхлороформиат при същите реакционни условия бе изолиран продукт (**24 a**) с добив 76%.

Изследванията показаха, че за амидоалкилиране на 3,4-метилендиокси инданон, реакционните условия са - 24 часа при стайна температура, при които продуктите (**24 c**, **d**) са получени с добиви 60 и 81% (Схема 5).



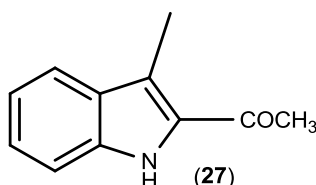
Бяха потърсени условия за мултикомпонентни реакции между бензотиазол, алкилхлороформиати и димедон. С използването на етилхлороформиат при кипене на реакционната смес (80°C) в продължение на 3 часа получихме продукт с добив 40% и нереагирал димедон. При взаимодействието на реагентите в безводен дихлороетан за 24 часа при стайна температура (25°C) продуктите (**25 a**, **b**) се получават с добиви 67 и 63% (Схема 6).



Изследвахме антибактериалната активност на новосинтезираните бензотиазолови производни **24** и **25**. Проведен бе първичен скрининг по дисково-дифузионен метод в Мюлер-Хинтън агар. Резултатите показват, че съединения (**24 a**, **c**) проявяват антимикробна активност срещу Грам-положителните бактерии *Bacillus licheniformis* и Грам-отрицателните бактерии - *Escherichia coli* (MIC 0.027-0.060 mg/ml). Съединение (**25 a**) проявява активност срещу Грам-положителните бактерии - *Bacillus cereus* и *Staphylococcus aureus* (MIC 0.031 mg/ml) (Stremski et al., 2017).

При по-ранни изследвания в научната група бе изследвано междумолекулното α-амидоалкилиране на хетероарилметилкетони с ацилиминиеви реагенти, получени от

бензотиазол и етилхлороформиат. Реакциите протичат успешно за 5 часа при кипене на реакционната смес в разтворител дихлоретан. Процентните добиви на получените продукти са в диапазона от 35 до 40%. В реакцията с участието на 3-ацетилиндол (26) е изолиран бис-хетероциклен продукт (аналог на алкалоида *Salvadoricine*) (27) (Фигура 6) с добив от 35% (Статкова-Абегхе и др., 2010).



Фигура 6

За оптимизиране на условията са проведени реакции с вариране на разтворителя, реакционната температура, количествата от изходните вещества и реда на смесването им. Приложена е мултикомпонентна реакция на амидоалкилиране на 3-ацетилиндол с бензотиазол, етил и метилхлороформиат (Схема 7).

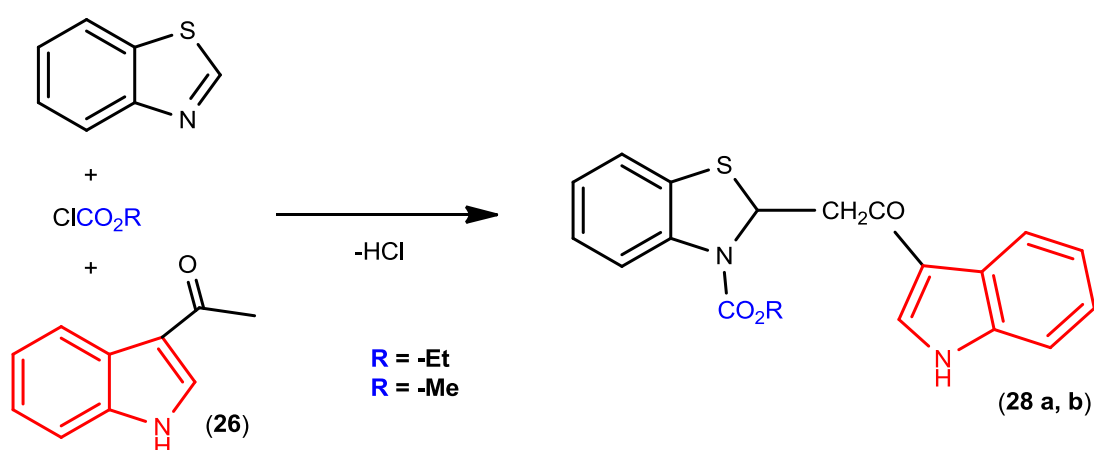


Схема 7

При използване на ацетонитрил и двукратен излишък от изходните бензотиазол и алкилхлороформиат, получихме продукти (28 a, b) с добри добиви. Оптималните условия и резултатите от протичането на мултикомпонентните реакции са посочени в (Таблица 2).

Таблица 2

28	R	Реакционни условия, (време, температура)	Добив, (%)
a	-Et	80 ч. (25° C)	74
b	-Me	24 ч. (25° C)	53

При изследване на трикомпонентни реакции на амидоалкилиране установихме, че в разтворител безводен дихлороетан и нагряване (60-100 °C) в продължение на 5 часа реакциите протичат с получаването на два продукта и остатък нереагирал 3-ацетилиндол. След хроматографско разделяне (препаративна колона с неподвижна фаза неутрален диалуминиев триоксид и подвижна фаза петролеев етер-диетилов етер в различни съотношения), бяха изолирани както продуктите (**28 a**, **b**), така и известни количества от нереагиралия 3-ацетилиндол (24% при реакцията с етилхлороформиат и 55% с използването на метилхлороформиат). Продукт (**28 b**) бе изолиран с добив от едва 25%. При тези реакции, проведени при нагряване, хроматографски се наблюдава и получаването на ацил-иминиеви реагенти, изолирани от хроматографската колона (с добиви 12% за реакцията с етилхлороформиат и 8% за реакцията с метилхлороформиат).

При провеждане на реакциите в разтворител ацетонитрил за време от 24 до 80 часа при стайна температура, успяхме значително да повишим добива на продуктите (**28 a** - 74% и **28 b** - 53%, Таблица 2).

Получените съединения са пречистени хроматографски и характеризирани спектрално с ИЧ, ¹H- и ¹³C- ЯМР спектри. Данните от спектралната характеристика потвърждават структурата на продуктите. ЯМР спектрите са снети на апарат Bruker Avance AV600 в разтворител d⁶-DMSO или CDCl₃ при стайна температура. Спектралните данни на новосинтезираните съединения са на разположение в катедра Органична химия.

Литература

Mofford, D. M., Reddy, G. R. and Miller, S. C., *Journal of the American Chemical Society*, 136, 2014, 13277-13282;

Keri, R., Patil, M., Patil, S., Budagumpi, S., *European Journal of Medicinal Chemistry*, 89, 2014, 207-251;

Bandyopadhyay, P., Sathe, M., Ponmariappan, S., Sharma, A., Sharma, P., Srivastava, A., Kaushik, M., *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 21, 2011, 7306-7309;

Lindgren, E., Brito, M., Vasconcelos, T., Moraes, M., Montenegro, R., Yoneda, J., Leal, K., *European Journal of Medicinal Chemistry*, 86, 2014, 12-16;

Kok, St. H. L., Gambari, R., Chui, Ch. H., Yuen, M. Ch. W., Lin, Ev., Wong, R. S. M., Lau, F. Y., Cheng, Gr. Y. M., Lam, W. S., Chan, S. H., Lam, K. H., Cheng, Ch. H., Lai, P. B. Sh., Yu, M. W. Y., Cheung, F., Tang, J. Ch. On, Chan, Al. S. Ch., *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 16, **2008**, 3626-3631;

Pilatova, M., Ivanova, L., Kutschy, P., Varinska, L., *Toxicology in Vitro*, 27, **2013**, 939-944;

Chripkova, M., Zigo, F., Mojzis, J., *Molecules*, 21, **2016**, 1626-1641;

Dondoni, A., Dall'Occo, T., Galliani, G., Mastellari, A., Medici, A., *Tetrahedron Letters*, 25, **1984**, 3637-3640;

Itoh, T., Hasegawa, H., Nagata, K. And Ohsawa, A., *The Journal of Organic Chemistry*, 59, **1994**, 1314-1325;

Itoh, T., Miyazaki, M., Nagata, K. and Ohsawa, A., *Tetrahedron*, 56, **2000**, 4383-4395;

Beveridge, R. E., Black, D. A. and Arndtsen, B. A., *European Journal of Organic Chemistry*, **2010**, 3650-3656;

Статкова-Абегхе, С., Гочева, М., Венков, А., *Пловдивски университет "Паисий Хилендарски" - Научни трудове - Химия*, 29, **2000**, 45-50;

Статкова-Абегхе, С., Донова, А., Венков, А., *Пловдивски университет "Паисий Хилендарски" - Научни трудове - Химия*, 31, **2002**, 37-40;

Статкова-Абегхе, С. М., Иванов, И. И., Николова, Ст. А., *Научни трудове на Съюза на учените в България - Пловдив, Естествени и хуманитарни науки, Серия Б, V*, **2005**, 38-42;

Stremski, Y., Statkova-Abeghe, S., Georgiev, D., Angelov, P., Ivanov, I., *Bulgarian Chemical Communications, Special Issue G*, 49, **2017**, 32-36;

Статкова-Абегхе, Ст., Иванов, И., Стайкова, М., Николова, Ст., *Годишник на Шуменския университет „Константин Преславски“, Природни науки - Химия, XXV2*, **2010**, 151-156;

Благодарности

Изследванията са проведени със съдействието и финансовата подкрепа на фонд „Научна и приложна дейност“ при Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, договор № ФП 17 ХФ 013.

Йордан Стремски, докторант в Химическия факултет на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Катедра Органична химия, ул. „Цар Асен“ 24, Пловдив 4000, България, stremski@uni-plovdiv.net, Тел: 032/261-409;

Application of N-acyliminium ions derived from benzothiazole for the synthesis of biologically active substances

Yordan Stremski^a, Stela Statkova-Abeghe^a, Iliyan Ivanov^{ab}, Veronika Staeva^a

**^aUniversity of Plovdiv “Paisii Hilendarski”, Department of Organic Chemistry,
24 Tzar Asen Str., Plovdiv 4000, Bulgaria**

**^bUniversity of Plovdiv “Paisii Hilendarski”, Branch-Smolyan, 32 Dicho Petrov
Str., Smolyan 4700, Bulgaria**

The properties and possibilities of N-acyliminium ions derived from benzothiazole and acyl chlorides for the synthesis of new benzothiazole derivatives with potential biological activity were investigated. It has been found that the stability of these reagents, substantially depends on the type of acyl chloride and the reaction temperature. The reaction conditions for multicomponent reactions of benzothiazole, alkyl chloroformates and various methylene active compounds such as different indanones, dimedone, 3-acetylidole etc. were found. Bis-heterocyclic analogs of the nature alkaloid - *Salvadoricine* were synthesized.

The antibacterial activity of some newly synthesized compounds was examined.

Key words: *Benzothiazole derivatives, N-acyliminium ions, multicomponent reactions*

Yordan Stremski, PhD student in University of Plovdiv “Paisii Hilendarski”, Faculty of chemistry, Department of Organic chemistry, 24 Tzar Asen Str., Plovdiv 4000, Bulgaria, stremski@uni-plovdiv.net, Tel: 032/261-409;

ЗАСИЛВАНЕ НА ЕКОЛОГИЧНАТА НАСОЧЕНОСТ НА ОБУЧЕНИЕТО В РАЗДЕЛА „МЕТАЛИ ОТ 4-6 ПЕРИОДИ НА ПЕРИОДИЧНАТА СИСТЕМА“ (10. КЛАС)

Антоанета Ангелачева
ПУ „Паисий Хилендарски“

Резюме. В настоящата работа се разкриват някои възможности за засилване на екологичната подготовка на учениците при изучаване на металите от 4-6 периоди на Периодичната система чрез: актуализиране в екологичен аспект на целите на обучението в раздела; подбор на оптимални състав и структура на учебното съдържание за обогатяване на системата от екологични знания и умения и ценностни отношения към околната среда; оптимизиране на методите и средствата на обучение. Ефективността на разработената методическа система за реализиране на екологично образование в обучението по химия в 10. клас е доказана чрез педагогически експеримент.

Ключови думи: обучение по химия, екологично образование, метали от 4-6 периоди

Увод

Екологичното образование е сред приоритетите на образователната система в България. Обучението по предметите от културно-образователната област „Природни науки и екология“ е свързано с формирането на представи за целостта на природата и нейното многообразие, на знания, умения и отношения, свързани с опазване на околната среда.

Химията като учебен предмет, който отразява основите на химичната наука, трябва да разкрива пред учениците въздействието на човека върху естественото протичане на процесите и явленията в природата чрез очертаване на екологичните аспекти на знанията за веществата и за химичните реакции. Обучението по химия е съществен компонент от екологичното образование на учениците и има важна роля при формирането и обогатяването на системата от екологични знания и умения и ценностни отношения към околната среда. Във връзка с казаното дотук се очертава необходимостта от намиране на неизползваните резерви на учебното съдържание по

химия, от усъвършенстване на формите, методите и средствата за реализиране на екологично образование.

С настоящата работа се прави опит да се проучат възможностите за засилване на екологичната насоченост на обучението в раздела за металите от 4-6 периоди на Периодичната система в 10. клас.

Изпълнението на целта се конкретизира в следните задачи: (а) актуализиране в екологичен аспект на целите и очакваните резултати от обучението в раздела „Метали от 4-6 периоди на Периодичната система“ 10. клас; (б) разработване на структурно-логически варианти на раздела, които да очертават възможности за засилване на екологичната насоченост на обучението; (в) създаване на подходящи методи и средства за реализиране на екологично образование при изучаване на посоченото учебно съдържание; (г) реализиране на педагогически експеримент за проверка на ефекта от прилагането на разработената методическа система върху познавателните резултати на учениците с акцент върху тяхната екологична култура.

Изследователски дизайн

Зададените в учебните програми и конкретизирани в учебното съдържание цели на обучението по химия регламентират обхвата на познавателната дейност и резултатите от обучението. При прегледа на определените в учебната програма за 10. клас цели на обучението по химия не се откриват достатъчно цели, свързани с овладяването на екологични знания и умения, и формиране на ценностно отношение към околната среда. От анализа на учебната програма може да се обобщи, че промяна на акцентите в целите на обучението се заявява, без да се отразява достатъчно пълно, както в съдържанието на самата програма, така и в учебниците, създадени на нейна основа. Очертава се необходимостта от актуализиране на целите на обучението по химия в екологичен аспект.

На базата на определените в (Ангелачева, Гергова, 2011) цели и задачи за осъществяване на екологично образование в процеса на обучение по химия са формулирани конкретни задачи за засилване на екологичната насоченост на обучението в раздела „Метали от 4-6 периоди на Периодичната система“ (табл. 1).

Таблица 1. Задачи за реализиране на екологично образование
в раздела „Метали от 4-6 периоди на Периодичната система“

Учениците да овладеят знания за:	– разпространението на елементите от 4-6 периоди в природата; – биологичното значение на елементите мед, цинк, желязо, хром, манган и др.; – токсичното действие на простите вещества и химичните съединения на елементите от 4-6 периоди; пределно допустимите им концентрации; мерки за оказване на първа помощ при поразяване;
----------------------------------	---

	– източниците на замърсяване на околната среда с прости вещества и химични съединения на елементите от 4-6 периоди; – начините за ограничаване постъпването в околната среда на съединения на елементите от 4-6 периоди; – химичните производства на метали от 4-6 периоди като фактор за замърсяване на околната среда; – възможните екологични проблеми, произтичащи от свойствата и употребата на простите вещества и химичните съединения на елементите от 4-6 периоди и др.
У учениците да се формират умения за:	– наблюдение и експериментално установяване на физичните и химичните свойства на простите вещества и химичните съединения на елементите от 4-6 периоди при спазване на техниката за безопасна работа; – оказване на първа помощ при поразяване на тялото с опасни вещества на елементите от 4-6 периоди или при замърсяване на околното пространство с вещества над допустимите концентрации; – провеждане на химични експерименти, свързани с изследване въздействието на простите вещества и химичните съединения на елементите от 4-6 периоди върху околната среда; – прилагане на овладени знания и умения за простите вещества и химичните съединения на елементите от 4-6 периоди при решаване на теоретични и експериментални задачи с екологична насоченост; – анализ, сравнение и обобщаване на данни за въздействието на простите вещества и химичните съединения на елементите от 4-6 периоди върху околната среда; – представяне чрез схеми, рисунки или по друг начин разпространението на елементите от 4-6 периоди в природата; – разкриване на екологичните проблеми, свързани с получаването, свойствата и употребата на простите вещества и химичните съединения на елементите от 4-6 периоди и др.
У учениците да се изградят <i>ценностни отношения към околната среда</i> :	– формиране на чувство за отговорност към собственото здраве и здравето на околните при извършване на експериментална дейност, свързана с простите вещества и химичните съединения на елементите от 4-6 периоди; – оценяване на критични за здравето ситуации и готовност за оказване на първа помощ при несчастни случаи; – осмисляне биологичното значение или токсичното действие на простите вещества и химичните съединения на елементите от 4-6 периоди; – формиране на правилни научни представи за процесите на замърсяване на околната среда с прости вещества и химични съединения на елементите от 4-6 периоди, и за активната роля на химичната наука за опазване и възстановяване на околната среда; – изграждане на действено отношение към екологичните проблеми, породени от замърсяване на природата с прости вещества и химични съединения на елементите от 4-6 периоди и др.

Така формулираните задачи за осъществяване на екологично образование в раздела за металите от 4-6 периоди могат да се реализират само на основата на оптимално по състав и структура *учебно съдържание*. Екологичният потенциал на основните компоненти на учебното съдържание по химия (факти, понятия, закони, закономерности и теории), определен в друго изследване (Гергова, Ангелачева, 2003), очертава насоките за моделиране на състава и структурата на учебното съдържание за металите от 4-6 периоди с оглед засилване на екологичната насоченост на обучението в раздела. В табл. 2 са представени два структурно-логически варианта на конкретното учебно съдържание. За по-добра нагледност в табл. 2 не е разгърната цялостно

логическата структура на уроците, а са представени само темите и подтемите на вариантите:

– *вариант I* – разработен на основата на състава и структурата на учебното съдържание, зададени в учебната програма (2000 г.) и в учебника “Химия и опазване на околната среда” 10. клас с автори Г. Близнаков и др.;

– *вариант II* – разработен от нас на основата на промяна на акцентите в учебното съдържание, в обем, съответстващ на изискванията в учебната програма за 10. клас. Чрез ново структуриране на учебното съдържание неявно се планира разнообразна учебно-познавателна дейност по пренос на екологични знания в различни ситуации, разбиране и осъзнаване на значимостта на химичните знания при решаване на екологичните проблеми.

Таблица 2. Варианти на учебното съдържание за раздела
“Метали от 4-6 периоди на Периодичната система” 10. клас

Вариант I (по учебника за 10. клас на Г. Близнаков и др., 2001 г.)	Вариант II (експериментален, разработен от нас)
I. Преходни метали (н. зн.) 1. Състав на групите 2. Строеж на атомите на химичните елементи. 2. Прости вещества: а) физични свойства; б) химични свойства. 3. Химични съединения: а) оксиди, хидроксиди; б) соли.	I. Химичните елементи от 4-6 периоди в природата и в практиката (н. зн.) 1. Разпространение в природата. 2. Биологично значение. 3. Токсично действие. 4. Строеж на атомите на елементите. 5. Свойства на простите вещества и на химичните съединения. 6. Получаване, употреба и екологични проблеми.
II. Мед (2ч. н. зн.) 1. Място в периодичната система и строеж на атома. 2. Свойства и употреба: а) взаимодействие с прости вещества; б) взаимодействие с химични съединения 3. По-важни съединения на медта. 4. Физиологично действие. 5. Разпространение.	II. Мед – незаменим микроелемент (н. зн.) 1. Физиологично действие. 2. Разпространение в неживата природа. 3. Промислено получаване на мед и екологични проблеми. 4. Строеж на атомите на медта и характерни степени на окисление. 5. Свойства и употреба.
III. Сребро (н. зн.) 1. Място в периодичната система и строеж на атома. 2. Свойства и употреба: а) взаимодействие с прости вещества; б) взаимодействие с химични съединения 3. Съединения на сребро. 4. Физиологично действие. 5. Разпространение.	III. Съединения на медта – отровни за живите организми (лаб. упр.) 1. Физиологично действие. 2. Техника на безопасна работа. Първа помощ при поразяване. 3. Cu_2O и CuO – свойства и употреба. 4. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ – получаване и свойства. 5. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – свойства и употреба.
	IV. Сребро – антисептични свойства (н. зн.) 1. Разпространение в природата, получаване. 2. Физиологично действие: а) биологично значение; б) токсично действие. 3. Строеж на атомите на сребро и степени на окисление. 4. Физични и химични свойства, приложение.
	V. Съединения на сребро – физиологично действие и употреба (лаб. упр.) 1. Въздействие върху човешкия организъм. 2. Техника на безопасна работа. 3. Халогениди на сребро – получаване и употреба. 4. AgNO_3 и Ag_2S – получаване и употреба.

	5. Ag_2O – получаване и употреба.
IV. Цинк (2ч. н. зн.) 1. Място в периодичната система и строеж на атома. 2. Свойства и употреба: а) взаимодействие с прости вещества; б) взаимодействие с химични съединения 3. Съединения на цинка. 4. Физиологично действие. 5. Разпространение.	VI. Цинк – биогенен елемент (н. зн.) 1. Биологично значение. 2. Токсично действие. 3. Разпространение в неживата природа. 4. Промислено получаване и екологични проблеми. 5. Строеж на атомите на цинка. 6. Свойства и употреба.
	VII. Съединения на цинка – отровни и с широка употреба (лаб. упр.) 1. Физиологично действие. 2. Техника на безопасна работа. Първа помощ при поразяване. 3. ZnO и Zn(OH)_2 – свойства, получаване, употреба. 4. Соли – свойства, получаване, употреба.
V. Желязо (2ч. н. зн.) 1. Място в периодичната система и строеж на атома. 2. Свойства и употреба: а) взаимодействие с прости вещества; б) взаимодействие с химични съединения 3. Съединения на желязото. 4. Физиологично действие. 5. Разпространение.	VIII. Желязо – метал на живота (н. зн.) 1. Биологично значение. 2. Разпространение в неживата природа. 3. Строеж на атомите на желязо и характерни степени на окисление. 4. Физични свойства – алотропни форми. 5. Химични свойства и употреба. 6. Производство на чугун и на стомана и екологични проблеми.
	IX. Съединения на желязото – значение и употреба (лаб. упр.) 1. Физиологично действие. 2. Техника на безопасна работа. 3. Съединения на Fe(II) – свойства и употреба: а) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; б) FeO , Fe_3O_4 или $\text{Fe(FeO}_2)_2$; Fe(OH)_2 . 4. Съединения на Fe(III) – свойства и употреба: а) соли; б) Fe_2O_3 и Fe(OH)_3 .
VI. Олово (н. зн.) 1. Място в периодичната система и строеж на атома. 2. Свойства и употреба: а) взаимодействие с прости вещества; б) взаимодействие с химични съединения 3. Съединения на оловото. 4. Физиологично действие. 5. Разпространение.	X. Олово – тежко и отровно (н. зн.) 1. Токсично действие. 2. Разпространение. 3. Промислено получаване и екологични проблеми. 4. Строеж на атомите на олово и характерни степени на окисление. 5. Свойства и употреба.
VII. Съединения на металите от 4-6 период (2ч. лаб. упр.) 1. Прости вещества. 2. Строеж и свойства: а) физични свойства; б) химични свойства; в) биологично значение. 3. Съединения на фосфора: а) разпространение; б) употреба.	XI. Съединения на олово – екологични проблеми (лаб. упр.) 1. Физиологично действие. 2. Техника на безопасна работа. 3. Соли – получаване и свойства. 4. Оксиди – свойства и употреба. 5. Хидроксид Pb(OH)_2 – получаване, свойства, употреба.
VIII. Тежки метали и околна среда (семинар)	XII. Въздействие на тежките метали върху околната среда (сем. занятие)
XI. Тестиране	XIII. Задачи с екологична насоченост върху метали от 4-6 периоди на Периодичната система

Между вариантите I и II няма съществени разлики в състава на учебното съдържание с цел реализирането им по сега действащата програма (2000 г.). Различията са главно в логическата структура на учебното съдържание и в единиците учебно време, необходимо за разкриването и овладяването му (13 учебни часа). За изучаване на всеки от металите (мед, сребро, цинк, желязо, олово) по вариант II са предвидени по 2

учебни часа – 1 час урок за овладяване на нови знания за свойствата на съответния метал и 1 час лабораторно упражнение върху свойствата на неговите химични съединения. Съображенията за това са свързани с ролята на учебния химичен експеримент в процеса на обучение по химия – в хода на изпълнение на химични опити се повишава активността, мотивацията и познавателният интерес на учениците.

С цел обогатяване на екологичната култура на учениците в методичните единици от вариант II специално внимание се отделя на разпространението, биологичното значение и токсичното действие на веществата, които образува разглеждания химичен елемент, а в лабораторните упражнения – на техниката за безопасна експериментална работа и на мерките за оказване на първа помощ. При изясняване на промишлените методи за получаване на металите се поставя акцент върху свързаните с това екологични проблеми. Свойствата и употребата на изучаваното вещество също се обвързват с проблемите на замърсяването и опазването на околната среда.

Задачата за формиране на екологични знания и умения и на ценностни отношения към околната среда не може да бъде изпълнена само на основата на добре подбрано учебно съдържание. Както е показано в табл. 1, подходящото структуриране на учебното съдържание и оптималното му разпределение в учебното време осигурява възможности за засилване на екологичната насоченост на обучението. Наред с това се очертават по-големи възможности за подбор на подходящи *методи* и *средства на обучение* за активно овладяване от учениците на тези знания и умения.

Тъй като усвояването на голяма част от химичните знания и умения е свързано с извършване на химични опити, *учебният химичен експеримент* може да се включва като основен метод за осъществяване на екологично образование в процеса на обучение по химия. Чрез учебния химичен експеримент химията може да се представи не само като замърсител на околната среда, но и като носител на методите за очистването и опазването ѝ. Веществата, които се изучават могат да се свържат с екологичните проблеми, които възникват при тяхното получаване и при изследване на свойствата им, както и с начините за решаване на тези проблеми.

Основните аспекти за обогатяване на екологичната култура на учениците чрез учебния химичен експеримент са следните:

- обсъждане дали изходните вещества и продуктите на реакцията представляват замърсители на околната среда в зависимост от техните свойства и от концентрацията им;

- предлагане на начини (ако тези вещества са замърсители) за ограничаване или предотвратяване отделянето им в околното пространство (на базата на знанията за свойствата на веществата и закономерностите на протичане на химичните реакции);

- подбор на химични експерименти, които:

- илюстрират въздействието на химичните вещества върху околната среда;

- са свързани с установяване наличието на токсични вещества в околната среда;

- показват методите за ограничаване постъпването на вредни вещества в околната среда и методите за очистване на околната среда от токсични вещества и др. (Ангелачева, 2001; Ангелачева, Гергова, 2011).

Очертаните възможности са използвани при подбора и разработването на конкретни химични експерименти с екологична насоченост при изучаване на раздела за металите от 4-6 периоди. В тях специален акцент е поставен върху физиологичното действие на простите вещества и химичните съединения на елементите от 4-6 периоди, пределно допустимите им концентрации, начините за осигуряване на безопасна работа, мерките за оказване на първа помощ при поразяване. Тази информация е също така полезна и за учителите по химия при организиране на експеримента във връзка със съблюдаване на правилата за техника на безопасност, тъй като в учебниците по химия тя е непълна и епизодична.

Тясно интегрирани с методите на обучение са *средствата на обучение*. В ракурса на проблема за реализиране на екологично образование в процеса на обучение по химия литературната справка показва, че предпочитани средства са *учебните задачи*. Условно могат да се обособят т.нар. *учебни задачи с екологична насоченост*. Съществен признак, който ги характеризира е тяхната цел – формиране на екологични знания, усъвършенстване на уменията за вземане на екологично-целесъобразни решения в дадена ситуация, изграждане на действено отношение към проблемите на околната среда. Познавателният резултат за ученика при решаването на тези задачи е ново знание, усъвършенствано умение и/или проявено ценностно отношение към околната среда (Ангелачева, Гергова, 2013).

При съставянето на задачи с екологична насоченост за раздела „Метали от 4-6 периоди на Периодичната система“ са използвани признаците за класифициране на задачите по химия с екологична насоченост, изведени в табл. 3.

Таблица 3. Признаци за класифициране на задачите по химия с екологична насоченост

Признаци за класифициране	Видове задачи с екологична насоченост
---------------------------	---------------------------------------

• Основна дидактическа цел	– за актуализиране на екологични знания и умения; – за овладяване на нови екологични знания и умения; – за прилагане на усвоени екологични знания и умения; – за систематизиране и обобщаване на екологични знания и умения; – за контрол и самоконтрол на екологичните знания и умения и ценностните отношения към околната среда.
• Състав на съдържанието	– качествени задачи (за разпространението, биологичното значение, токсичното действие, състава, строежа, свойствата, получаването и употребата на веществата); – количествени задачи (за изчисления по химични формули на вещества с биологично значение или токсично действие; по химични уравнения, които отразяват екологични проблеми, свързани с получаването, свойствата и употребата на веществата; за приготвяне на разтвори с определена концентрация, които се използват при установяване състоянието на околната среда; за количествени измервания, свързани с определяне количеството на замърсителите в околната среда и др.)
• Структура на съдържанието	– тренировъчни (при решението им се използват усвоени екологични знания и умения в аналогични ситуации); – познавателни (решението им обогатява учениците с нови екологични знания и умения); – творчески (осъществява се широк пренос на екологични знания и умения в нови познавателни ситуации).
• Метод на решаване	– теоретични (за сравняване, абстрахиране, обобщаване, класифициране на химични вещества и реакции, които са разпространени в околната среда, които са замърсители на околната среда или се използват за нейното опазване и възстановяване); – експериментални (прилагане на овладени екологични знания и умения при изпълнение на химични опити).
• Форма на представяне на решението	– устни (изискват устен отговор на задачи с екологична информация); – писмени (изискват писмен отговор на задачи с екологична информация); – графични (изискват прилагане не само на овладени екологични знания и умения, но и изява на конструктивни способности).

Примери на учебни химични задачи и на учебни химични експерименти с екологична насоченост са представени в (Ангелачева, 2006; Ангелачева, 2014).

Методология и описание на експерименталното изследване

Целта на експерименталното изследване е да се получат достоверни данни за ефективността на разработената методическа система (актуализирани в екологичен аспект цели на обучението и учебно съдържание; учебни химични експерименти и учебни химични задачи с екологична насоченост) за осъществяване на екологично образование в раздела „Метали от 4-6 периоди на Периодичната система“ 10. клас.

Обект на изследването са ученици от 10. клас. *Предмет* на изследването са познавателните резултати на учениците с акцент върху тяхната екологична култура (екологични знания и умения, ценностни отношения към околната среда).

Експерименталната *хипотеза* е формулирана като очакване, че разработената методическа система за реализиране на екологично образование при изучаване на раздела „Метали от 4-6 периоди на Периодичната система“ 10. клас би могла да създаде добри условия за засилване на екологичната насоченост на обучението в раздела.

В основата на хипотезата е поставена идеята, че осъществяването на екологично образование в процеса на обучение по химия води до по-активно разгръщане на познавателния процес.

Променливата величина, която трябва да се наблюдава и измерва в хода на експеримента е определена въз основа на педагогическите диагностични изследвания (Дерябо, Ясвин, 1996; Костова, 2003). Емпиричните данни показват, че по-високата екологична култура на учениците корелира с по-високо равнище на обученост на учениците. Посочените констатации са аргумент в качеството на *зависима променлива* да бъде определена *обучеността на учениците по химия*. За измерване на посочената величина са използвани следните *критерии и показатели*:

- Критерий *екологични знания* (знания за разпространението, биологичното значение, токсичното действие на металите от 4-6 периоди; за екологичните проблеми, свързани с получаването, свойствата и употребата на простите вещества и химичните съединения на елементите от 4-6 периоди) с показатели *обем* и *осмисленост* на знанията.

- Критерий *екологични умения* с показатели *умения за прилагане на овладените екологични знания* в различни познавателни ситуации и *умения за планиране и провеждане на химични експерименти при спазване на техниката за безопасна работа* и за *анализ на опитни резултати*.

- Критерий *ценностни отношения* по проблема за опазване на околната среда от замърсяване с метали от 4-6 периоди с показатели *осъзнатост* и *интензивност* на отношенията.

Избраните критерии и показатели са използвани при разработването на критериален тест „Метали от 4-6 периоди на Периодичната система и опазване на околната среда“. Качествата на теста са проверени в малка извадка от ученици в условията на експериментално обучение и чрез експертна оценка на учители по химия.

В състава на теста се съдържат три субтеста, условно групирани, както следва:

- *субтест 1* (задачи от 1 до 6) има за цел да диагностицира обема и осмислеността на овладените от учениците екологични знания за металите от 4-6 периоди;

- *субтест 2* (задачи от 7 до 12) има за цел да регистрира уменията на учениците да прилагат овладените екологични знания в различни ситуации, да планират и изпълняват химични опити при спазване на техниката за безопасна работа;

– *субтест 3* (задачи от 13 до 18) има за цел да установи не само екологичните знания и умения на учениците върху учебното съдържание, включено в субтестове 1 и 2, но и отношението на учениците към проблема за опазване на околната среда с прости вещества и химични съединения на елементите от 4-6 периоди на Периодичната система.

Конструираният тест е основен инструмент за диагностика на ефективността на разработената методическа система за осъществяване на екологично образование в раздела „Метали от 4-6 периоди на Периодичната система“.

Педагогическият експеримент е реализиран в две последователни учебни години – предварителен експеримент 2015/2016, основен експеримент 2016/2017 г. През първата година в качеството на независима променлива е определено учебното съдържание в раздела „Метали от 4-6 периоди на Периодичната система“ 10. клас с поставени екологични акценти в основните му компоненти. За целите на експеримента в обучението са включени две групи ученици: експериментална група, която се обучава по разработения от нас вариант II (вж. табл. 2) чрез промяна на акцентите в учебното съдържание, в обем, съответстващ на изискванията в учебната програма за 10. клас; контролна група, която следва традиционното обучение по „Химия и опазване на околната среда“ 10. клас (вариант I в табл. 2). Двете групи са изравнени по постиженията на учениците от обучението по химия чрез предварителен тест „Разтвори на електролити“. С функция на допълнителен критерий за изравняване на контролната и на експерименталната група е използвана срочната оценка по химия в 10. клас.

Данните от проведения предварителен експеримент показват по-високо равнище на обученост на учениците от експерименталната група с акцент върху тяхната екологична култура. Тази констатация потвърждава очакването ни, че изследваното учебно съдържание има богат потенциал за осъществяване на екологично образование и че подходящото структуриране на учебното съдържание осигурява засилване на екологичната подготовка на учениците в обучението по химия.

Резултатите от предварителния експеримент позволяват планирането и реализирането на основния етап от педагогическото изследване. Той е осъществен по два варианта върху разработеното от нас учебно съдържание за металите от 4-6 периоди, с две групи ученици – контролна (КГ) и експериментална (ЕГ) (табл. 4).

Таблица 4. Варианти на обучение в основния етап на педагогическия експеримент

Показатели за сравняване	Контролна група (КГ)	Експериментална група (ЕГ)
--------------------------	----------------------	----------------------------

Учебно съдържание	експериментално учебно съдържание за металите от 4-6 периоди на Периодичната система	
Основни методи на обучение	учебен химичен експеримент, беседа	учебен химичен експеримент с екологична насоченост, обсъждане (вътрегрупово и междугрупово) на екологичните аспекти на учебното съдържание
Основно дидактическо средство	теоретични и експериментални учебни химични задачи	теоретични и експериментални учебни химични задачи с екологична насоченост
Организационни форми	индивидуална и фронтална работа, уроци от различни типове	фронтална и групова, с акцент върху груповата работа; уроци от различни типове; семинарни занятия върху проблема за опазване на околната среда

През втората година на експеримента повторно се изследва въздействието на разработените варианти на обучение върху познавателните резултати на учениците с акцент върху тяхната екологична култура.

Резултати и обсъждане

Статистическата обработка и анализът на резултатите от педагогическия експеримент са фокусирани към решаване на въпроса: Различават ли се разпределенията на случайните величини **X** и **Y**, които характеризират обучеността на учениците в експерименталната и в контролната група?

Статистическите хипотези са: **H₀**: Разликата между разпределенията на случайните величини **X** и **Y** в изследваните групи е несъществена. **H_A**: Между разпределенията на случайните величини **X** и **Y** в изследваните групи съществува значима разлика.

Данните за разпределенията на случайните величини **X** и **Y**, характеризиращи обучеността на учениците в изследваните групи, са представени в табл. 6 и 7.

Таблица 6. Обобщени резултати от статистическото изследване 2015/2016 г.

Статистически величини	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ
	субтест 1	субтест 1	субтест 2	субтест 2	субтест 3	субтест 3
Брой изследвани лица (n)	60	60	60	60	60	60
Средноаритметична ($\bar{x}$)	3,27	4,33	2,97	3,72	2,71	3,33
Дисперсия (s^2)	1,25	0,99	1,12	1,09	0,99	1,31
Стандартно отклонение (s)	1,12	0,99	1,06	1,04	0,99	1,14
F-критерий на Фишер H₀: $s_1^2 = s_2^2$ H₁: $s_1^2 \neq s_2^2$	$F_{емп.} = 1,26$ $F_{0,005;59/59} < F_{емп.} < F_{0,995;59/59}$ H₀ се приема		$F_{емп.} = 1,03$ $F_{0,005;59/59} < F_{емп.} < F_{0,995;59/59}$ H₀ се приема		$F_{емп.} = 0,76$ $F_{0,005;59/59} < F_{емп.} < F_{0,995;59/59}$ H₀ се приема	
t-критерий на Стюдент H₀: $\mu_1 = \mu_2$ H₁: $\mu_1 \neq \mu_2$	$t_{емп.} = 5,48$ $t_{емп.} > t_{0,01/118}$ H₀ се отхвърля		$t_{емп.} = 3,91$ $t_{емп.} > t_{0,01/118}$ H₀ се отхвърля		$t_{емп.} = 3,18$ $t_{емп.} > t_{0,01/118}$ H₀ се отхвърля	

Таблица 7. Обобщени резултати от статистическото изследване 2016/2017 г.

Статистически величини	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ
	субтест 1	субтест 1	субтест 2	субтест 2	субтест 3	субтест 3
Брой изследвани лица (n)	60	60	60	60	60	60
Средноаритметична ($\bar{x}$)	4,05	4,71	4,1	4,62	3,9	4,53
Дисперсия (s^2)	0,83	0,76	0,91	0,75	0,94	0,66
Стандартно отклонение (s)	0,91	0,87	0,95	0,87	0,97	0,81
F-критерий на Фишер $H_0: s_1^2 = s_2^2$ $H_1: s_1^2 \neq s_2^2$	$F_{\text{емп.}} = 1,09$ $F_{0,005;59/59} < F_{\text{емп.}} < F_{0,995;59/59}$ H_0 се приема		$F_{\text{емп.}} = 1,21$ $F_{0,005;59/59} < F_{\text{емп.}} < F_{0,995;59/59}$ H_0 се приема		$F_{\text{емп.}} = 1,42$ $F_{0,005;59/59} < F_{\text{емп.}} < F_{0,995;59/59}$ H_0 се приема	
t-критерий на Стьюдент $H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$	$t_{\text{емп.}} = 6,21$ $t_{\text{емп.}} > t_{0,01/118}$ H_0 се отхвърля		$t_{\text{емп.}} = 5,04$ $t_{\text{емп.}} > t_{0,01/118}$ H_0 се отхвърля		$t_{\text{емп.}} = 4,73$ $t_{\text{емп.}} > t_{0,01/118}$ H_0 се отхвърля	

F-критерий на Фишер

При избрано равнище на достоверност $\alpha = 0,01$ и обем $n_1 = n_2 = 60$ горната критична стойност $F_{1-(\alpha/2);n1-1,n2-1}$ се отчита от таблица, а долната критична стойност $F_{\alpha/2;n1-1/n2-1}$ се изчислява (Лакюрски, 1999). За нашия случай: $F_{0,995;59/59} = 1,96$; $F_{0,005;59/59} = 0,51$. Тъй като изчислените стойности на F са в границите $F_{0,005;59/59} < F < F_{0,995;59/59}$, се приема нулевата хипотеза H_0 : няма статистически значима разлика между дисперсиите в контролната и в експерименталната група ученици и през двете години на експеримента. След като двете извадки принадлежат към генерални съвкупности с еднакви дисперсии може да се приложи t -критерият на Стьюдент за установяване на разлика между средните величини.

t-критерий на Стьюдент

Чрез този статистически метод се изследват разпределенията на случайните величини в експерименталната и в контролната група при независими извадки с равен обем $n_1 = n_2 = 60$ и равнище на достоверност $\alpha = 0,01$. Констатираните по-високи емпирични стойности на критерия t от неговото критично значение $t_{0,01/118} = 2,36$ са основание да се приеме алтернативна хипотеза H_A : през двете години на педагогическия експеримент и за трите субтеста разликата между средноаритметичните стойности в експерименталните и в контролните групи ученици е статистически значима. През първата година на експеримента резултатите на учениците, обучавани по вариант II на учебното съдържание за металите от 4-6 периоди, са по-добри от тези на учениците, обучавани по вариант I. Следователно засилването на екологичните акценти в изследваното учебно съдържание влияе положително върху обучеността на

учениците по химия по избраните критерии и показатели. Резултатите от тестирането показват, че в експерименталната група ученици резултатите от субтест 1 (за екологични знания) са по-високи от резултатите за субтестове 2 и 3 (за екологични умения и за проявено отношение към опазването на околната среда). Това означава, че задачата за формиране на система от знания, умения и отношения, свързани с опазване на околната среда, не може да бъде изпълнена цялостно само на основата на добре подбрано и структурирано учебно съдържание. Наред с това се очертават по-големи възможности за подбор на образователни технологии (организационни форми, методи и средства на обучение) за активно овладяване от учениците на екологични знания и умения, и за формиране на ценностни отношения към околната среда.

Резултатите от тестирането през основния етап на педагогическия експеримент показват, че в контролната група ученици, част от тях се затрудняват при решаването на задачи, изискващи оценяване, структуриране и преобразуване на екологична информация за химичните обекти (субтест 1 и 2 на теста). Вземането на екологично-целесъобразни решения в дадена ситуация (субтест 3) е ограничено, което обяснява регистрираните нисоки резултати по критерия ценностни отношения към проблема за опазване на околната среда.

В експерименталната група ученици се наблюдава по-пълно съответствие между диагностичните цели и резултатите от обучението – в рамките на едно и също учебно време учениците от посочената група (в сравнение с контролната) достигат по-високо равнище на постиженията по избраните критерии и показатели.

Резултатите от тестирането, осъществено през основния педагогически експеримент, доказват целесъобразността на разработените учебни химични експерименти и учебни химични задачи с екологична насоченост и тяхното положително влияние върху обучеността на учениците от експерименталната група с акцент върху тяхната екологична култура.

Трайността на познавателните резултати на учениците от експерименталната група е измерена чрез ретест. Резултатите от теста и от ретеста (табл. 8) показват близки стойности на измерените величини.

Таблица 8. Резултати от теста и от ретеста на учениците от експерименталната група

Статистически величини	Субтест 1		Субтест 2		Субтест 3	
	тест	ретест	тест	ретест	тест	ретест
Брой изследвани лица (n)	60	60	60	60	60	60
Средна аритметична ($\bar{x}$)	4,71	4,63	4,62	4,57	4,53	4,42
Дисперсия (s^2)	0,76	0,81	0,75	0,69	0,66	0,73
Стандартно отклонение (s)	0,87	0,9	0,87	0,83	0,81	0,85

Между данните от двете тестирания няма статистически значима разлика, което потвърждава очакването за траен ефект на предложените учебни експерименти и задачи върху познавателните резултати на изследваните ученици.

Заклучение

Проблемът за засилване на екологичната насоченост на обучението в раздела „Метали от 4-6 периоди на Периодичната система“ е разработен въз основа на теоретично изследване и на педагогически експеримент. С настоящата работа се прибавят нови акценти към теорията и практиката на обучението по Химия и опазване на околната среда в следните направления:

- актуализирани са в екологичен аспект задачите на обучението в споменатия раздел по отношение на системата от екологични знания и умения и ценностни отношения на учениците към околната среда;
- разработен е структурно-логически вариант на учебното съдържание за металите от 4-6 периоди чрез засилване на екологичните акценти в основните му компоненти;
- очертани са основните аспекти за обогатяване на екологичната култура на учениците чрез учебния химичен експеримент; на тази база са подбрани и разработени химични експерименти с екологична насоченост, свързани с изследване свойствата на простите вещества и химичните съединения на елементите от 4-6 периоди;
- разработени са признаци за класифициране на задачите по химия с екологична насоченост, които са използвани при съставяне на конкретни задачи за металите от 4-6 периоди;
- целесъобразността на разработената методическа система за осъществяване на екологично съдържание в разглежданото учебно съдържание е доказана чрез педагогически експеримент; резултатите от него показват повишаване на обучеността на учениците с акцент върху тяхната екологична култура.

Литература

- Ангелачева, А.** Възможности на химичния експеримент за обогатяване на екологичната култура на учениците в курса по химия в 7. клас. // В: *Химия*, 2001, №1, с. 33-42.
- Ангелачева, А.** Методика и техника на учебния химичен експеримент. Част I. Пловдив, 2006.

Ангелачева, А. Химията – наблюдения и експерименти. Модул неметали. Пловдив, 2014.

Ангелачева, А., Гергова, Е. Екологично образование в процеса на обучение по химия. Пловдив, 2011, с. 32.

Ангелачева, А., Гергова, Е. Дидактически средства за формиране и диагностика на екологичната култура на учениците в обучението по химия. Химия, 2013, № 4, с. 532-543.

Близнаков, Г., Боянова, Л., Соколова, А. и др. Химия и опазване на околната среда 10. клас. София, 2002.

Гергова, Е., Ангелачева, А. Възможности на учебното съдържание по химия за екологично образование. // В: *Химия*, 2003, №2, с. 133-141.

Дерябо, С., Ясвин, В. Экологическая педагогика и психология. Ростов на Дону, 1996.

Костова, З. Концептуализация на екологичното образование. София, 2003.

Лакюрски, А. Математико-статистически методи в психолого-педагогическите изследвания. София, 1999, с. 118-119.

Наследов, А. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных. Санкт-Петербург, 2012.

Авторът изказва благодарност на фонд „Научни изследвания към ПУ „Паисий Хилендарски“ за финансиране на настоящото изследване (договор ФП17-ХФ-013).

Антоанета Ангелачева, гл. ас. д-р, ПУ „Паисий Хилендарски“, катедра „Обща и неорганична химия с методика на обучението по химия“, +359877580865, angel@uni-plovdiv.bg

INCREASING THE ECOLOGICAL TENDENCY OF EDUCATION WHILE STUDYING THE SECTION “METALS FROM 4-6 PERIODS OF THE PERIODIC TABLE” (10TH GRADE)

Antoaneta Angelacheva
University of Plovdiv “Paisii Holendarski”

Summary. The present work outlines some possibilities of realization students' ecological preparation in studying the metals from 4-6 periods of the Periodic table: by updating the environmental aspects of training purposes in the section; by optimization composition and structure of the school content for enrichment of the ecological knowledge and skills and attitudes towards the environment; by improving methodical system of the educational methods and means. The effectiveness of the developed didactical system on students' cognitive results with a focus on their environmental culture is proved through pedagogical experiment.

Key words: *chemistry education, environmental education, metals from 4-6 periods of Periodic table*

Antoaneta A. Angelacheva, PhD, University of Plovdiv, Faculty of Chemistry,
Department of General and Inorganic Chemistry with Methods of Teaching Chemistry,
+359877580865, angel@uni-plovdiv.bg

Фосфолипиден профил на клинични проби трахеални и гастрални аспирати от рискови новородени деца

**Владимир Миров, Вишня Стоянова, Ася Цанова, Емилия Стоименова,
Албена Йорданова, Емилия Христова*, Здравко Лалчев****

Медицински факултет, Софийски университет „Св. Кл. Охридски“

*** Факултет по обществено здраве, Медицински университет, София**

**** Биологически факултет, Софийски университет „Св. Кл. Охридски“**

Резюме: Алвеоларният сърфактант (АС) в белия дроб съдържа специфични липиди и белтъци, които улесняват дишането и нормалния газообмен. Преждевременно родени деца, при които не е синтезиран достатъчно АС, развиват неонатален респираторен дистрес синдром (НРДС), който може да има летален изход.

Целта на представеното изследване е да се направи сравнителен анализ на фосфолипидния (ФЛ) състав в алвеоларния сърфактант в клинични проби от новородени деца, чрез използване на класическия метод на тънкослойната хроматография за разделяне на нискомолекулни компоненти. За тази цел са анализирани клинични проби трахеални (ТА) и гастрални (ГА) аспирати от недоносени новородени деца, страдащи от неонатален респираторен дистрес синдром (НРДС) и здрави, доносни деца. Получените резултати показват, че фосфолипидните профили се различават значително при недоносените и при доносените деца, както при пробите трахеални аспирати, така и при за първи път анализирани гастрални аспирати от новородени деца. В допълнение е установен ефектът на прилаганата у нас кортикостероидна терапия при преждевременно родени деца след *in vitro* фертилизация и многоплодна бременност, в резултат на която се активира биосинтезата на алвеоларен сърфактант при рискови новородени деца.

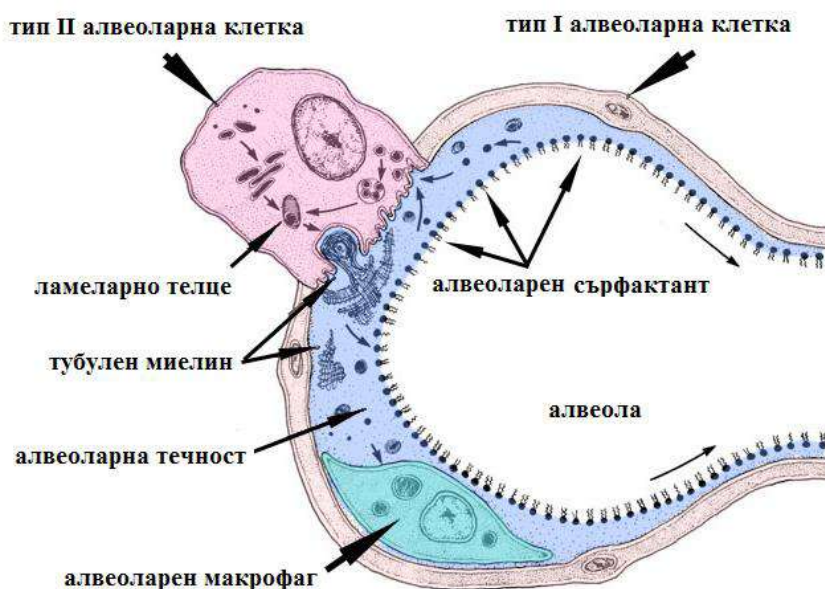
Ключови думи: *алвеоларен сърфактант, фосфолипиден профил, трахеален аспират, гастрален аспират, кортикостероидна терапия*

Въведение

При първото вдишване на доносно здраво новородено дете около 150 млн. алвеоли в белия му дроб се разгъват, предоставяйки 3-5 m² площ за осъществяване на

газообмена (Hislop A., 1986, Chakraborty M., 2013). Във възрастен човешки организъм около 300 млн. алвеоли осигуряват голяма контактна повърхност (с площ до 100 m²), където атмосферният въздух (газова фаза) влиза в директен контакт с течности от тялото (водна фаза) (In *Alveoli: Gas Exchange and Host Defense*, 2005). От жизнено важно значение за протичане на нормалния газообмен е наличието на въздушно-водната фазова граница на функционално-активен АС, който започва да се синтезира от алвеоларни пневмоцити тип II след 24-та гестационна седмица на бременността до края на живота (Nkadi P.O., 2009; Лалчев З., 2010, Chakraborty M., 2013). АС изпълнява важна роля за поддържане на структурната цялост и размер на алвеолите, като осигурява еластичност на белодробната тъкан и предотвратява белодробна ателектаза (непълното разгъване или свиване на белодробния паренхим). Основната биофизична характеристика на алвеоларния сърфактант е свойството му да понижава повърхностното напрежение на въздушно-водната фазова граница, предотвратявайки алвеоларния колапс (Daniels C.B., 2003; Akella A. et al., 2013; Lopez-Rodriges E. et al., 2014). В допълнение, той играе важна роля и в имунната защита, като активира фагоцитната дейност на алвеоларните макрофаги, с което подпомага елиминирането на остатъчни материали и чужди за организма молекули в алвеолите (Glasser J.R. et al., 2012; Akella A. et al., 2013).

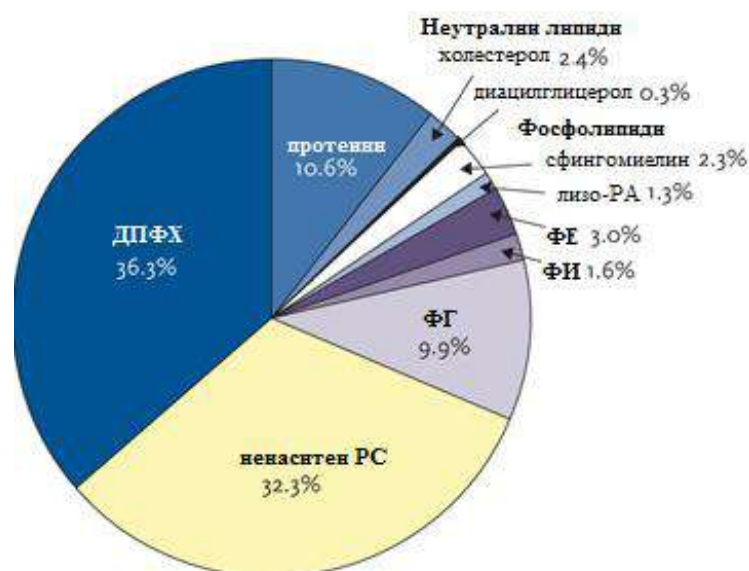
Алвеоларният сърфактант е хетерогенна смес, състояща се главно от около 90% липиди и 10% протеини, която формира моно- и мултислойни филми на въздушно-водната фазова граница в алвеолите (Фигура 1).



Фигура 1. Схематично представяне на белодробните клетки и формиране на монослой от алвеоларен сърфактант на въздушно-водната фазова граница в алвеолите.

Алвеоларният сърфактант проявява амфибилни свойства, което го прави идеален повърхностно-активен компонент, който понижава повърхностното напрежение в алвеолите при дишане. Много автори показват, че алвеоларния сърфактант увеличава белодробния кълпайънс (промяната на обема на белите дробове спрямо промяната в приложеното налягане), подпомагайки правилната вентилация (Creuwels L.A.J.M. et al, 1997; Petkova D. et. al., 2006; Лалчев З., 2010; Lopez-Rodriges E., 2014; Olmeda B., 2017).

В състава на алвеоларния сърфактант са включени главно липиди, а от белтъците до 8% са строго специфични за АС (Polin R.A. et al., 2011; Krafft M.P., 2015). Алвеоларният сърфактант, изолиран от различни видове бозайници, показва голямо сходство в липидния състав (Rana F.R. et al., 1993), както и необичаен и характерен само за него липиден профил. В АС преобладават фосфолипидите, от които фосфатидилхолинът (ФХ) е основният компонент – до 77% от липидното съдържание, следван от фосфатидилглицерола (ФГ) – около 11%. Фосфолипиди като фосфатидилсерин (ФС), фосфатидилетаноламин (ФЕ), фосфатидилинозитол (ФИ) и сфингомиелин (СМ), които са главни компоненти на клетъчните мембрани, при алвеоларния сърфактант се срещат в малки количества (Фигура 2).



Фигура 2. Състав на алвеоларния сърфактант в тегловни %: ДПФХ: дипалмитоилфосфатидилхолин; РА:фосфатидат; ФЕ: фосфатидилетаноламин; ФГ: фосфатидилглицерол; ФИ: фосфатидилинозитол.

Неутралните липиди съставляват около 3% от липидите в АС, като сред тях на холестерола се падат 80-90%. При повечето бозайници са установени малки количества моно-, би- и триацилглицероли, както и свободни мастни киселини, основно палмитинова киселина. Количественият и качественият състав на липидите в АС варира при отделните видове и спрямо условията на средата, като например промяна на телесната температура (*Perkins W.R. et al., 1996*). Съставът на АС се променя също и по физиологични причини, като скорост на дишане или хибернация (*Suri L.N.M. et al., 2012*), както и в патологични ситуации, най-често при нараняване на белия дроб или инактивация на АС при навлизане на серумни белтъци (*Günther A. et al., 1995; Zasadzinski J.A. et al., 2005*).

Известно е, че именно липидите в състава на АС са отговорни за ниските стойности на повърхностно напрежение при издишване, въпреки, че и специфичните сърфактантни протеини SP-B и SP-C допринасят за нормалното протичане на динамичните дихателни процеси и бързото разтичане на АС (*Possmayer F. et al., 2001*). Ето защо недостигът на АС и отклонения в оптималния му биохимичен състав водят до животозастрашаващи нарушения на респираторната дейност, най-сериозното от които е неонаталният респираторен дистрес синдром (НРДС) при недоносени новородени (*Лалчев З., 2010; El-Gendy N., 2013*). Съществуват данни за изменения в състава и структурата на АС, водещи до респираторни усложнения и при здрави доносени деца и при възрастни с РДС. Навлизането на серумни белтъци в алвеоларния лумен води до инактивация на АС, което е една от причините за развитие на РДС (*Georgiev G.A. et al., 2012; El-Gendy N., 2013*).

До сега белодробната зрялост на новородените е диагностицирана чрез изследване на околоплодни течности от майките, на трахеални и назофарингеални аспирати и др. Тези методи са травмиращи, инвазивни и изследваните проби са в малки количества, което значително затруднява анализа им. Ето защо се налага да се търсят нови бързи методи за диагностициране на сърфактантна зрялост при новородени, които да са неинвазивни и да изискват минимално количество от изследваните проби. Подходящи за целта са гастралните аспирати, които се вземат непосредствено след раждането и са удобна моделна система за оценка на зрелостта на белия дроб при рискови новородени деца (с НРДС; след *in vitro* оплождане; родени от многоплодна бременност).

Материали и методи

В настоящето изследване за анализ на липидния състав на АС са използвани 26 клинични проби трахеални (ТА) и 77 проби гастрални аспирати (ГА). От здрави доносени деца са изследвани 34 проби ГА, а от недоносени новородени с НРДС - 13 проби. В допълнение са анализирани и 30 проби ГА от рискови бебета, родени след *in vitro* оплождане и многоплодна бременност, чиито майки са били подложени на кортикостероидна терапия с бетаметазон 24 часа преди раждането.

За целта на настоящето изследване са използвани следните методи:

1. Екстракция на фосфолипиди от изследваните клинични проби по метода на Blight и Dyer (Blight E., Dyer W., 1959)

1 ml проба от изследваните клинични проби се смесват с 3.75 ml смес хлороформ: метанол (в съотношение 1:2). Разклащат се енергично и престоява 5 min. Добавят се 1.25 ml хлороформ и 1 ml dH₂O и отново се разбърква. Остава се да престои 15 min. Долният (хлороформен) слой, съдържащ фосфолипидите, се отделя внимателно и се използва за анализ на фосфолипидната концентрация и установяване на фосфолипидния профил.

2. Метод на Kahovkova § Odavic за количествено определяне на фосфолипиди по неорганичен фосфор в изследваните клинични проби (Kahovkova J., Odavic R., 1969)

В стъклена центрофужна епруветка се поставя до 100 µl от хлороформения фосфолипиден извлек + 50 µl 50% H₂SO₄ и се загрева в сушилня на 190°C за 15 min. Към всяка проба се прибавят 1 ml реактив на Hahn и 4 ml dH₂O. Паралелно с пробите се залага и стандартна проба, която съдържа 10 µg фосфор/ml. Пробите се загреват 30 min на кипяща водна баня. След охлаждане се измерват при 700 nm.

3. Тънкослойна хроматография за идентифициране на фосфолипидния състав в изследваните клинични проби (Touchstone J.C., 1995)

Получената чрез екстракция проба се изсушава и се разтваря в 50-100 µl хлороформ. Силикагеловата плака (DC-Alufolien Kieselgel 60, Merck) се активира 1 h на 105°C. Пробата се нанася с помощта на стъклена капилярка на около 1.5 cm от долния край на плаката. На един от стартовете се нанася стандарт, съдържащ индивидуални фосфолипиди. Системата от разтворители (30 ml хлороформ; 9 ml метанол; 25 ml i-пропанол; 6 ml 0.25% KCl; 18 ml триетиламин) се поставя предварително във вана за хроматография за около 30-60 min. Плаката се държи в хроматографската вана докато фронтът на разтворителя достигне 1-2 cm от горния край на плаката. След това плаката се изважда, изсушава и се напръсква

с 20% разтвор на $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. След като се изсуши се поставя в сушилня на 190°C до проявяване на петната. Фосфолипидният профил се определя чрез сравняване разположението на индивидуалните компоненти с тези на стандартната проба.

Резултати и обсъждане

След проведената екстракция на клиничните проби трахеални и гастрални аспирати по метода на Blight и Dyer (Blight E., Dyer W., 1959) бе определена общата фосфолипидна концентрация (Таблица 1).

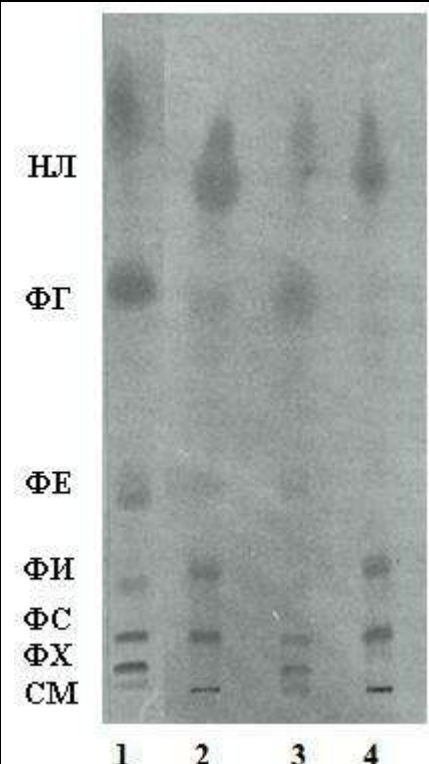
Таблица 1. Средни стойности на общата фосфолипидна концентрация в изследвани клинични проби трахеални и гастрални аспирати.

Клинични проби, n>20	ФЛ концентрация ($\mu\text{g/ml}$)
ТА от здрави доносни деца	367.0
ТА от деца с НРДС	63.0
ГА от здрави доносни деца	374.5
ГА от деца с НРДС	75.7
ГА от недоносни рискови деца след приложена 24 h кортикостероидна терапия	96.8

Резултатите показват, че при здрави доносни деца както в ТА, така и в ГА, фосфолипидната концентрация е висока (съответно $367.0 \mu\text{g/ml}$ и $374.5 \mu\text{g/ml}$), което е показател за нормална биосинтеза на АС. При недоносените новородени с НРДС средните стойности на ФЛ са значително понижени и при двете клинични проби ($63 \mu\text{g/ml}$ при ТА и $75.5 \mu\text{g/ml}$ при ГА). Стомашни аспирати от рискови деца, родени след *in vitro* фертилизация и многоплодна бременност след приложена кортикостероидна терапия на майките 24 h преди раждане показват леко повишени стойности, спрямо тези на децата с НРДС, но все още много по-ниски от физиологичните фосфолипидни концентрации на здравите деца.

За идентифициране на индивидуалните фосфолипидни компоненти на АС в анализираниите клинични проби ТА и ГА е проведена тънкослойна хроматография в система с триетиламин (Touchstone J.C., 1995). Получените резултати са представени на Фигура 3. На панел I е показан ФЛ профил на ТА от деца с различна гестационна възраст (28 г.с, 38 г.с., 39 г.с). При здравите доносни новородени (старт 3 и 4) количеството на ДПФХ е по-високо, в сравнение с пробата от недоносно дете (старт

2), което потвърждава публикуваните литературни данни по отношение на нивата на най-застъпения компонент в състава на АС. Известно е, че сърфактантните фосфолипиди включват необичайно висок процент двойнонаситени липиди, като основният повърхностно активен компонент – дипалмитоилфосфатидилхолин (ДПФХ), е около 32-40% от фосфолипидния състав на АС (*Lopez-Rodriguez E. et. al., 2014; Krafft M.P., 2015; Olmeda B., 2017*). Той е представен в достатъчно количество, за да образува *in vivo* непрекъснат екстрацелуларен мономолекулен слой върху цялата алвеоларна повърхност. Неразтворими монослоеви от ДПФХ, изследвани *in vitro*, са в състояние да достигнат много ниски стойности на повърхностно напрежение (до 0 mN/m) при компресия на въздушно-водната фазова граница (*Clements J.A., 1965; Johansson, J., 1997*), което е от значение за предотвратяване на алвеоларен колапс и нормалното протичане на дихателния процес.

ПАНЕЛ I	ПАНЕЛ II	ПАНЕЛ III
		
Трахеални аспирати: 1. фосфолипиден стандарт 2. ТА 28 г.с. 3. ТА 38 г.с. 4. ТА 39 г.с.	Гастрални аспирати: 1. фосфолипиден стандарт 2. ГА 28 г.с. 3. ГА 38 г.с. 4. ГА 39 г.с.	Гастрални аспирати: 1. фосфолипиден стандарт 2. ГА от дете с НРДС 3. ГА от здраво доносно дете 4-5. ГА след 24-часова терапия с кортикостероиди

Фигура 3. Фосфолипиден профил на клинични проби ТА и ГА от новородени деца, получен чрез тънкослойна хроматография. Използвани са съкращения: СМ-сфингомиелин, ФХ-фосфатидилхолин,

ФС-фосфатидилсерин, ФИ-фосфатидилинозитол, ФЕ-фосфатидилетаноламин, ФГ-фосфатидилглицерол, НЛ-неутрални липиди.

Сфингомиелинът (СМ) в трахеалните аспирати се детектира и в трите изследвани проби, като при здравите доносени деца е синтезиран в значително по-голямо количество. По отношение на минорните фосфолипиди ФС се открива и в трите клинични проби ТА, докато ФИ е представен в по-голямо количество при доносеното дете (старт 4). ФЕ и ФГ са регистрирани в по-малки количества и при трите анализирани проби.

Получените резултати от анализа на ТА показват, че най-засилена биосинтеза на фосфолипиди се наблюдава в последните седмици на бременността, което е в съгласие с литературните данни, че формирането на АС започва след 24 г.с. и се увеличава прогресивно до края на бременността и след раждането (*Лалчев З., Христова Е., 2010*). Трябва да отбележим, че до сега няма стандартизирана процедура за вземане на клинични проби трахеални аспирати, което е причина за получаване на висок процент псевдоположителни резултати, затрудняващи анализа и ефективното им използване като диагностичен маркер за тестване на белодробна зрялост.

За оценка на белодробната зрялост в проведеното изследване са използвани и гастрални аспирати. Резултатите от проведената тънкослойна хроматография са показани на Фиг. 3, Панел II. При недоносеното дете (старт 2) се установява наличие на основните ФЛ: сфингомиелин, фосфатидилхолин, фосфатидилетаноламин и фосфатидил глицерол, но не се детектира фосфатидилинозитол в осезаеми количества. При доносените деца (старт 3 и 4) има много високи концентрации на ФХ и СМ, като отделните им фракции се сливат и не се разграничават ясно при проявяването на хроматографската плака. Повишени концентрации на ФИ, ФЕ и ФГ също се наблюдават при здравите деца, което потвърждава белодробната зрялост на изследваните новородени и корелира със засилената биосинтеза на АС в края на бременността (Таблица 1). Фосфатидилглицеролът е уникален за сърфактанта и втори по количество фосфолипиден компонент в АС, което се потвърждава от получените резултати при изследването на ГА. Използването на гастрални аспирати от новородени за тестване на белодробната им зрялост се използва сравнително от скоро и представлява подходящ диагностичен маркер за установяване на функционалността на сърфактанта при щадящи условия.

В допълнение на проведените експерименти са тествани ГА от преждевременно родено дете с клинично доказан НРДС (Фиг. 3, Панел III, старт 2) и две проби ГА на рискови деца, родени след *in vitro* фертилизация и многоплодна бременност (Фиг. 3, Панел III, стартове 3 и 4). При пробата ГА от дете с НРДС се регистрират само ниски количества на ФХ, както и следови концентрации неутрални липиди. Липсват детектируеми СМ, ФЕ, ФГ и ФИ, което е показател за неефективна сърфактантна продукция и нарушена белодробна функция при това дете. На стартове 4 и 5 са резултатите от ГА на преждевременно родени рискови деца след приложена кортикостероидна терапия с бетаметазон на майките 24 h преди раждане. При тези проби не се забелязват различни ФЛ компоненти и не се установява ефект от направената хормонална терапия. Доказано е, че стероидните хормони водят до повишаване експресията на важни регулаторни ензими при биосинтезата на сърфактантни липиди и специфични сърфактантни белтъци (*Khosla S.S. et al., 1980; Rooney S.A. et al., 1992; Akella A. et al., 2013*). В подкрепа на това, увеличеното производство на кортизол в 30-32 г.с. се свързва с узряването на феталния бял дроб и активна продукция на алвеоларен сърфактант (*Rooney S.A., 1984&1989*). За да се осъществи сигналната каскада в биосинтезата на възлови ензими, участващи в образуването на АС, е необходим по-дълъг интервал от време (около 72 h) след прилагането на синтетичния бетаметазон. Поради тази причина в изследваните от нас проби от рискови новородени не се детектират ФЛ компоненти, което налага допълнителни анализи на проби ГА от рискови деца, при които е приложена по-продължителна хормонална терапия преди раждане с последваща адекватна биосинтеза на АС.

Заклучение

От проведения сравнителен анализ на клинични проби ТА и ГА бе установено, че с напредване на гестационната възраст се наблюдава засилване на биосинтезата на фосфолипиди, необходими за осъществяване на нормалната белодробна функция на новородените деца. Резултатите потвърждават необходимостта от по-продължително прилагане на бетаметазон преди раждане за ефективна експресия на ключови ензими в продукцията на главните компоненти на АС и на специфичните сърфактантни протеини. Получените от нас резултати показват, че гастралните аспирати могат да бъдат използвани като подходяща клинична проба за изследване на функционалността на АС за бърза и неинвазивна оценка на белодробната зрялост в клиничната практика.

Литература

- Hislop, A.A.**, Wigglesworth, J.S., Desai, R., Alveolar development in the human fetus and infant. // In: *Early Hum Dev.* 1986, 13(1):1-11.
- Chakraborty, M.**, Kotecha, S., Pulmonary surfactant in newborn infants and children. // In: *Breathe*, 2013, 9:476-488.
- Alveoli: Gas Exchange and Host Defense, Functional Ultrastructure: An Atlas of Tissue Biology and Pathology.** Springer Vienna. 2005.
- Nkadi, P.O.**, Merritt, A.T., Pillers, A.M., An Overview of Pulmonary Surfactant in the Neonate: Genetics, Metabolism, and the Role of Surfactant in Health and Disease. // In: *Mol. Genet. Metab.* 2009, 97(2): 95-101.
- Лалчев, З.**, Христова, Е., Алвеоларен сърфактант и неонатален респираторен дистрес синдром – от белодробната физиология до съвременно високотехнологично лечение, Университетско издателство “Св. Климент Охридски”, София, 2010.
- Daniels, C.B.**, Orgeig, S., Pulmonary surfactant: the key to the evolution of air breathing. // In: *News Physiol Sci*, 2003, 18:151-157.
- Akella, A.**, Deshpande, S.B., Pulmonary surfactants and their role in pathophysiology of lung disorders. // In: *Indian Journal of Experimental Biology*, 2013, 51: 5-22.
- Lopez-Rodriguez, E.**, Pérez-Gil, J., Structure-function relationships in pulmonary surfactant membranes: From biophysics to therapy. // In: *Biochimica et Biophysica Acta – Biomembranes*, 2014, 1838: 1568-1585.
- Glasser, J.R.**, Mallampalli, R.K., Surfactant and its role in the pathobiology of pulmonary infection. // In: *Microbes Infect.*, 2012, 14(1):17-25.
- Creuwels, L.A.J.M.**, van Golde, L.M.G., Haagsman, H.P., The pulmonary surfactant system: biochemical and clinical aspects. // In: *Lung*, 1997, 175:1-39.
- Petkova, D.**, Steneva, J., Jordanova, A., Mitev, V., Lalchev, Z., Instillation of phospholipid liposomes in an acute lung injury model in rabbits. // In: *Biotech. & Biotechnol. Eq.*, 2006, 20 (2), 133-140.
- Olmeda, B.**, Martínez-Calle, M., Pérez-Gil, J., Pulmonary surfactant metabolism in the alveolar airspace: Biogenesis, extracellular conversions, recycling. // In: *Ann Anat.*, 2017, 209:78-92.
- Krafft, M.P.**, Overcoming inactivation of the lung surfactant by serum proteins: a potential role for fluorocarbons. // In: *Soft Matter*, 2015, 11, 5982-5994.

- Polin, R.A.**, Fox, W.W., Abman, S.H., Whitsett, J.A., Composition of pulmonary surfactant lipids and proteins. // In: *Polin RA, Fox WW, Abman SH, eds. Fetal and Neonatal Physiology*. 4 Edn. Philadelphia, Saunders, 2011, 1084-1093.
- Rana, F.R.**, Harwood, J.S., Mautone, A.J., Dluhy, R.A., Identification of phosphocholine plasmalogen as a lipid component in mammalian pulmonary surfactant using high-resolution ³¹P NMR spectroscopy. // In: *Biochemistry*, 1993, 32:27-31.
- Perkins, W.R.**, Dause, R.B., Parente, R.A., Minchey, S.R., Neuman, K.C., Gruner, S.M., Taraschi, T.F., Role of lipid polymorphism in pulmonary surfactant. // In: *Science*, 1996, 273:330-332.
- Suri, L.N.M.**, McCaig, L., Picardi, M.V., Ospina, O.L., Veldhuizen, R.A.W., Staples, J.F., Adaptation to low body temperature influences pulmonary surfactant composition thereby increasing fluidity while maintaining appropriately ordered membrane structure and surface activity. // In: *Biochim Biophys Acta*, 2012, 1818(7):1581-1589.
- Günther, A.**, Siebert, C., Schmidt, R., Ziegler, S., Grimminger, F., Yabut, M., Temmesfeld, B., Walmrath, D., Morr, H., Seeger, W., Surfactant alterations in severe pneumonia, acute respiratory distress syndrome, and cardiogenic lung edema. // In: *Am J Respir Crit Care Med*, 1996, 153(1):176-84.
- Zasadzinski, J.A.**, Alig, T.F., Alonso, C., de la Serna, J.B., Perez-Gil, J., Taeusch, H.W., Inhibition of Pulmonary Surfactant Adsorption by Serum and the Mechanisms of Reversal by Hydrophilic Polymers: Theory. // In: *Biophysical Journal*, 2005, 89:1621-1629.
- Possmayer, F.**, Nag, K., Rodriguez, K., Qanbar, R., Schürch, S., Surface activity in vitro: Role of surfactant proteins. // In: *Comparative Biochemistry and Physiology A*, 2001, 129:209-220.
- Georgiev, G.A.**, Vassilieff, C., Jordanova, A., Tsanova, A., Lalchev, Z., Foam film study of albumin inhibited lung surfactant preparations: effect of added hydrophilic polymers. // In: *Soft Matter*, 2012, 8:12072-12079.
- El-Gendy, N.**, Kaviratna, A., Berkland, C., Dhar, P., Delivery and performance of surfactant replacement therapies to treat pulmonary disorders. // In: *Ther Deliv.*, 2013, 4(8):951-980.
- Blight, E.**, Dyer, W., A rapid method of total lipid extraction and purification. // In: *Can. J. Biochem. Physiol.*, 1959, B7:911-917.
- Kahovkova, J.**, Odavic, R., A simple method of analysis of phospholipids separated on thin-layer chromatography. // In: *J. Chromatography*, 1969, 40, 90-95.
- Touchstone, J.C.**, Thin-layer chromatographic procedures for lipid separation. // In: *J. Chromatogr. B*, 1995, 671, 169-195.

Clements, J.A., Tierney, D.F., Alveolar instability associated with altered surface tension. // In: *Handbook of Physiology. Respiration*, 1965, Am. Physiol. Soc. Washington, DC, chapt. 69, p. 1565-1583.

Johansson, J., Curstedt, T., Molecular Structures and Interactions of Pulmonary Surfactant Components. // In: *FEBS Journal*, 1997, 244 (3):675-693.

Khosla, S.S., Gobran, L.I., Rooney, S.A., Stimulation of phosphatidylcholine synthesis by 17 β -estradiol in fetal rabbit lung. // In: *Biochim Biophys Acta*, 1980, 617:282-290.

Rooney, S.A., Regulation of surfactant-associated phospholipid synthesis and secretion. // In: *Fetal and neonatal physiology*, Eds. R.A. Pblin & W.W. Fox, (Saunders Philadelphia) 1992.

Rooney, S.A., Young, S.L., Mendelson, C.R., Molecular and cellular processing of lung surfactant. // In: *FASEB J*, 1994, 8:957-967.

Rooney, S.A., Fatty acid biosynthesis in developing fetal lung. // In: *Am J Physiol*, 1989, 257:195-201.

Благодарности: Изследванията са финансирани със средства от проект ДН 03/16 на Фонд Научни изследвания към Министерството на науката и образованието на Република България.

Автор за кореспонденция: Албена Йорданова, доцент, д-р, Служебен адрес: гр. София 1407, ул. Козяк 1, Катедра Химия и биохимия, Медицински факултет, Софийски университет „Св. Климент Охридски“; GSM: 0887792772, e-mail: jordanovaalbena@gmail.com

Phospholipid profile of tracheal and gastric aspirates from risk newborn children

**Vladimir Milov, Vishnya Stoyanova, Asya Tsanova, Emilia Stoimenova,
Albena Jordanova, Emilia Christova*, Zdravko Lalchev****

Faculty of Medicine, Sofia University “St. Kliment Ohridski”

*** Faculty of Public Health, Medical University, Sofia**

**** Faculty of Biology, Sofia University “St. Kliment Ohridski”**

Abstract

Alveolar surfactant in lung is an essential mixture of specific lipids and proteins to support air breathing. Thus, preterm infants, who are born with immature lungs and are surfactant deficient, develop neonatal respiratory distress syndrome (NRDS) after delivery.

The aim of the present study was to estimate the phospholipid (PL) composition of alveolar surfactant in clinical samples from newborn babies by using of classical method of thin layer chromatography (TLC) for separation of low-molecular substances. For this purpose clinical samples of tracheal (TA) and gastric aspirates (GA) from prematurely born children with NRDS, and full-term infants were investigated. Our results showed that phospholipid profiles differed in preliminary born and full-term newborns in analyzed clinical samples. Additionally, the effect of the corticosteroid therapy applied to prematurely born babies after *in vitro* fertilization and multiple pregnancy showed to activate alveolar surfactant biosynthesis in risk newborn children.

Key words: *alveolar surfactant, phospholipid profile, tracheal aspirate, gastric aspirate, corticosteroid therapy*

Corresponding author: Albena Jordanova, PhD, Assoc. professor, Office Address: 1407 Sofia, 1 Kozyak Str., Department of Chemistry and Biochemistry, Faculty of Medicine, Sofia University “St. Kliment Ohridski”; GSM: 0887792772, e-mail: jordanovaalbena@gmail.com

АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ АНКЕТА, ПРОВЕДЕНА СЛЕД WEB БАЗИРАНО ОБУЧЕНИЕ ПО БИОХИМИЯ В СУ „СВ. КЛ. ОХРИДСКИ“

Емилия Стоименова, Симона Стойкова, Вишня Стоянова,

Ася Цанова, Албена Йорданова

Софийски университет „Свети Климент Охридски“

Резюме: При традиционното обучение преподавателят и обучаемите се намират на едно и също място по едно и също време. Днес с развитието на информационните технологии тази традиция може да се „разчупи“ с въвеждането на web-базирано обучение, при което студентите имат възможността да учат в удобно за тях време и място. В обучението по биохимия вариантът с изцяло електронно обучение не е удачен, тъй като то включва провеждането на практически лабораторни експерименти, но използването на internet-базиран курс дава възможността за лесна комуникация, споделяне на материали за обучение, решаване на web-базирани задачи, провеждане на тестове, създаване на терминологичен речник и т.н. В курса по биохимия беше проведено т.нар. „хибридно обучение“ при което традиционното обучение се допълва от web-базирано обучение. След завършване на курса се проведе анкета, чийто анализ е представен в настоящата работа.

Ключови думи: *Web базирано обучение, биохимия, Moodle, хибридно обучение*

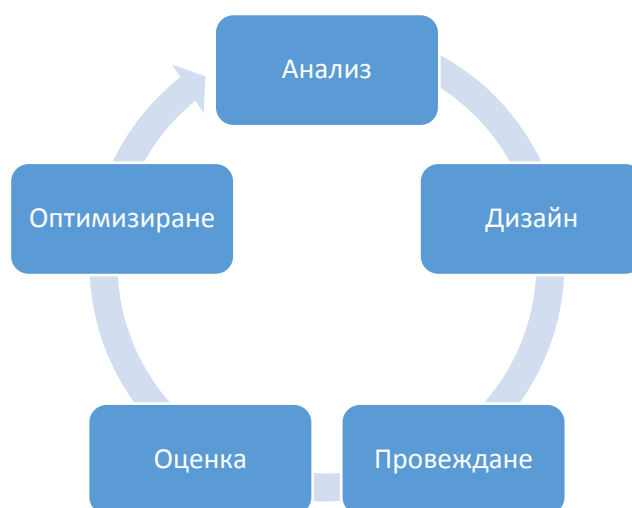
Въведение

Обучението не е статичен процес – то се променя и развива непрекъснато, като се започне от килийните училища и писането с пръчица в пясък, до настоящето, когато почти всеки носи в джоба или чантата си мобилно устройство, телефон или таблет, свързан с интернет. При web-базираното (дистанционно) обучение преподавателят и обучаемите не се намират на едно и също място едновременно. Възможността да се учи навсякъде и по всяко време, е напълно реална, благодарение на развитието на технологиите и интернет. Много преподаватели въвеждат тези новости; други автори обаче, твърдят че това не води до повишаване педагогическата ефективност на технологиите (Beetham, 2004; Jara and Mohamad, 2007, 2008). Създаването на подобен курс е предизвикателство, тъй като е необходимо да се определят целите на курса, методите, по които те ще се осъществят, изборът на ресурси и дейности. След

създаването и провеждането на курса бе направена оценка, за да може курсът да се оптимизира за следващата година, с което цикълът се затваря (фиг. 1).

В рамките на курса по биохимия за студенти-медици в Медицински факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“ бе създаден и проведен web-базиран курс. Биохимията не е предмет, по който е възможно изцяло on line обучение, тъй като в програмата на курса се предвижда провеждането на практически лабораторни експерименти, така че изборът ни се спря на възможността за т.нар. „хибридно обучение“ (blended learning), при което част от часовете се провеждат по традиционния начин – с преподавател и група студенти, а останалата част се провеждат в web пространството.

За създаването и провеждането на курса беше използвана една от най – популярните системи за управление на ученето (Learning management system, LMS) – Moodle. Тя е разработена преди около 15 година, а понастоящем се използва от над 68 милиона потребители по света (Beetham, 2004).



Фигура 1. Схема на цикъла по създаване и оптимизиране на web базиран курс.

За да се създаде курс в Moodle не са необходими познания по програмиране, налице са готови шаблони за създаване на форуми, тестове, анкети, речник, виртуална класна стая и т.н., като съдържанието на курса може да моделира и променя както от преподавателя, така и от студентите (Beetham, 2004). Достъпът до курса може да бъде свободен или да се ограничи до група студенти, които да се запишат с предварително зададен код или ръчно. В конкретния случай на направеното изследване ръчното записване бе най-удачният вариант. Подобен курс позволява на преподавателя да обсъжда и да го променя, съобразно обратната връзка, която получава от студентите устно или след провеждане на анкета. Курсът по биохимия за студенти-медици дава

достъп на обучаващите се до материали, като презентации по изучаваните на лекции и семинарни упражнения теми, новинарски форум, създаването от студентите на речник на използваните термини, форум за обсъждане на клинични казуси, примерни тестове и т.н. Една от целите ни при създаването на web-базиран курс е да се повиши качеството на обучение, като се въведат повече задачи, които изискват активна работа от страна на студента, а не само физическото му присъствие на упражнения. Друга цел беше да се допълва обучението на студентите чрез предоставянето на допълнителни материали, тъй като всяка група работи с индивидуално темпо и за семинарите времето не винаги е достатъчно, което може да се компенсира по този начин. Студентите трябва да се научат да търсят информация по даден въпрос и да я използват в друг контекст, да открият значението на биохимията и връзката ѝ с медицината, което мотивира ученето с разбиране, а не механичното запаметяване, нещо от изключителна важност за успешната реализация на бъдещите лекари. Съобразно тези цели беше създаден web-базиран курс (е-курс) с тема за всяко упражнение, който беше проведен през изминалата 2016/2017 учебна година със студенти специалност медицина. След края на курса беше проведена анкета, за да може да се получи обратна връзка за качествата на курса и да се направят адекватни допълнения, с цел да се оцени и съответно да се оптимизира курса за следващата година. В настоящата работа са представени част от въпросите в проведената анкета.

Материали и методи:

Курсовете бяха създадени на страницата за електронно обучение на СУ „Св. Кл. Охридски“. Използваната среда за управление на ученето (Learning management system, LMS) беше Мудъл (Moodle, Modular object orienting dynamic learning environment). Анкетите бяха генерирани и проведени на страницата surveymonkey.com.

Резултати и обсъждане

Курсът по биохимия съдържа по учебен план 90 часа упражнения, разпределени в два семестъра, като първият семестър се провеждат 7 упражнения, а вторият - 15. Е-курсът съдържа 22 теми (topics), колкото са упражненията в курса, като повечето от тях включват план на съответното упражнение, тема на практическата задача, една или повече презентации по съответната тема и протокол за практическото упражнение. Студентите разполагат и с протоколна тетрадка, така че необходимостта да разпечатват протоколи за всяко упражнение отпадна. Някои от теми съдържат форуми от типа

„въпроси и отговори“ за обсъждане на клинични случаи, свързани с изучавания раздел, примерни тестове с въпроси с няколко избираеми отговора (multiple choice questions) и отворени въпроси с кратък отговор, които ръчно се оценяват от преподавателя, както и web-връзки към страници с игри, видео или виртуални лаборатории с конкретни задачи. Темите на упражненията, в които е предвидено провеждането на колоквиуми, съдържат конспект, като всеки въпрос е свързан с хипервръзка със съответната презентация.

Проведената след края на курса анкета е анонимна, като включваше както затворени въпроси с отговори „да“ или „не“, такива със стандартна петстепенна Ликертова скала, както и отворен въпрос с място за мнения.

Началната група въпроси в анкетата са с отговори „да“ или „не“. Първият въпрос е свързан с опита на студентите по отношение на участие в web базиран курс. Както се вижда от фиг. 2, повече от 80% се включваха в подобен курс за първи път и само 16,67% от тях имат опит с подобни курсове. Това не е пречка за включването в on line курса, тъй като платформата Moodle е много интуитивна и лесна за употреба, както за преподавателите, така и за студентите. На въпроса дали биха препоръчали този web базиран курс по биохимия на други студенти (фиг. 3) почти 90% от анкетираните отговарят утвърдително и едва 11,11% не смятат, че това е удачен вариант за допълващо обучение и съответно не биха го препоръчали.



Фигура 2. Процентно разпределение на отговорите на въпроса дали анкетираният е участвал до момента в web базиран курс.



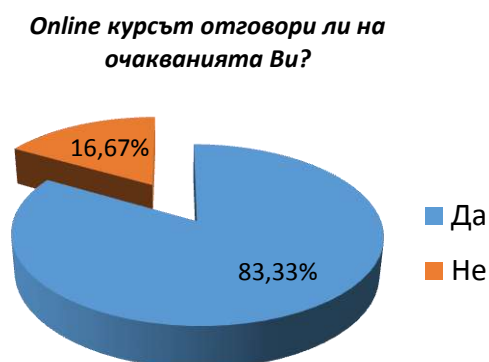
Фигура 3. Процентно разпределение на отговорите на въпроса дали анкетираните биха препоръчали on line курса на други студенти.

Поставените горе изброените цели на web-базирания курс бяха обсъдени на първото упражнение със студентите, като в края на курса според само 5,56% от

студентите, че целите не са постигнати, но повечето отговарят положително на зададения въпрос (фиг. 4). На въпросите дали web-базирания курс е отговорил на очакванията и нуждите на анкетирания студенти (съответно фиг. 5 и 6) са получени идентични резултати – 83% отговорят положително, докато 16,67 % отговарят с „не“. Вероятно анкетирания, отговорили отрицателно на тези въпроси, са по-слабите студенти, които не са имали желание да използват пълноценно възможностите и дейностите на е-курса.



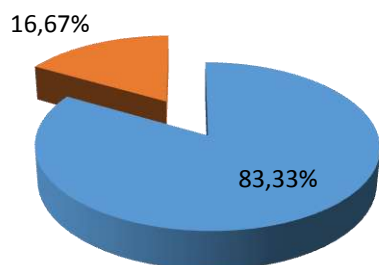
Фигура 4. Процентно разпределение на отговорите на въпроса дали курсът е изпълнил поставените в началото цели и задачи.



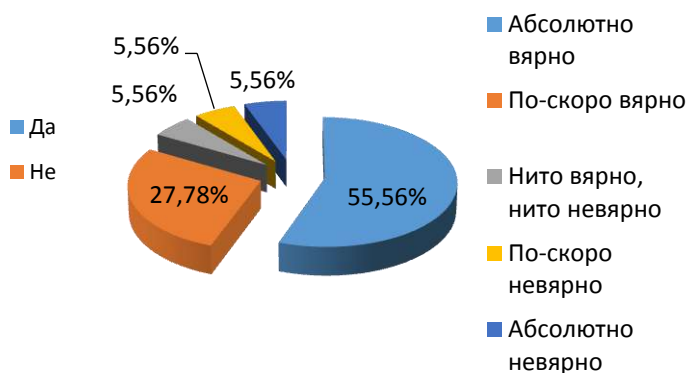
Фигура 5. Процентно разпределение на отговорите на въпроса дали on line курсът е отговорил на очакванията на анкетирания.

Отговорите на следващите въпроси бяха формулирани по петстепенна Ликертова скала: абсолютно вярно; по-скоро вярно; нито вярно, нито невярно, по-скоро невярно и абсолютно невярно, като анкетирания студенти трябваше да споделят мнението си по отношение качествата на е-курса. На фигура 7 са представени резултатите от отговорите на въпроса „В този on line курс беше ли лесно да се разбере по какви стандарти трябва да се работи?“. Както се вижда от графиката повече от 80% от студентите са посочили утвърдително на въпроса (55,56 абсолютно вярно и 27,78% - по-скоро вярно). Около 10% от анкетирания не смятат, че стандартите за работа не са били добре изяснени. Както и при предишния въпрос, вероятно по-незаинтересованите от участието си подобен тип обучение са имали проблеми с е-курса и стандартите на обучението. Доказателство на това предположение са и резултатите от провеждането на финалния изпит на курса по биохимия, където процентното разпределение на успешно представилите се студенти, спрямо тези, които не покриват критериите и получават слаби оценки, е идентично.

**Онлайн курсът отговори ли на
нуждите ти?**



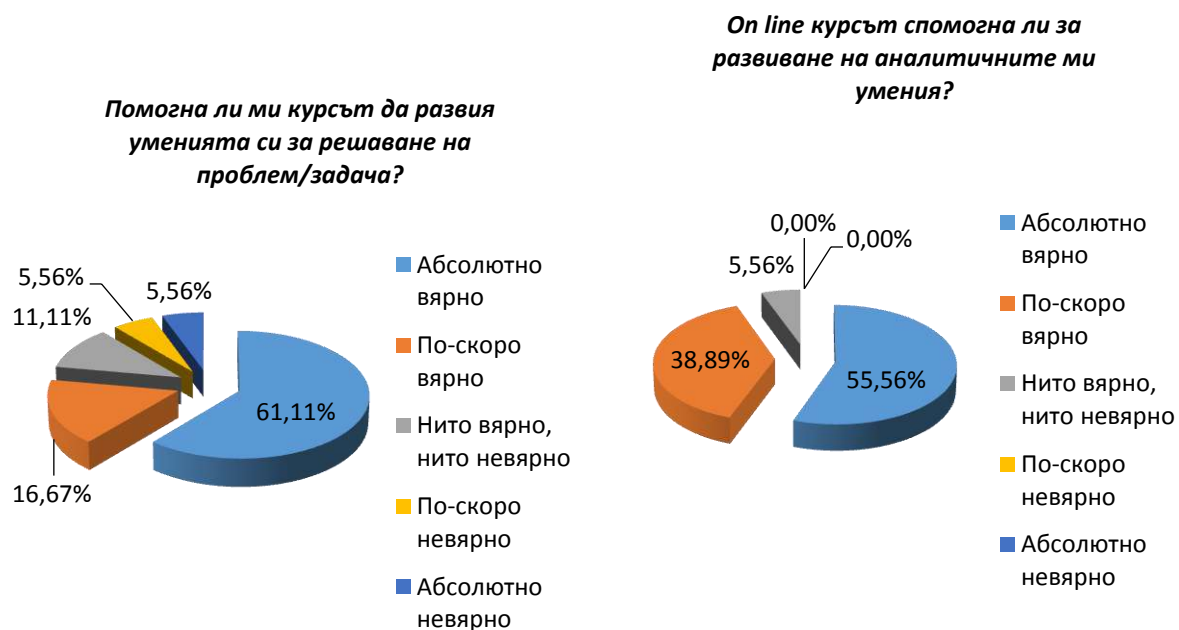
**В този on line курс беше ли лесно да
се разбере по какви стандарти
трябва да се работи?**



Фигура 6. Процентно разпределение на
отговорите на въпроса дали курсът е изпълнил
поставените в началото цели и задачи.

Фигура 7. Процентно разпределение на
отговорите по отношение на стандартите по
които се работи в on line курса.

На следващите две фигури (фиг. 8 и 9) са представени отговорите на въпросите по отношение на приноса на е-курса за развитието на уменията на студентите да решават задачи и аналитичните им умения. Тези въпроси са свързани най-вече с обсъждането на клиничните казуси в е-курса, при решаването на които студентите трябва да използват както търсене на надеждна информация в интернет за определяне на заболяването в задачата, така и да се базират на знанията си по биохимия, за да могат да обяснят кои биохимични процеси са нарушени и каква е биохимичната основа за симптомите при всеки конкретен случай. И на двата въпроса повече от 75% от анкетираните са отговорили утвърдително, като по отношение на развитието на аналитичните умения нито един студент не е посочил отрицателен отговор. Тези две умения са изключително ценни за всеки човек, но са от особена важност за бъдещите хуманни лекари.



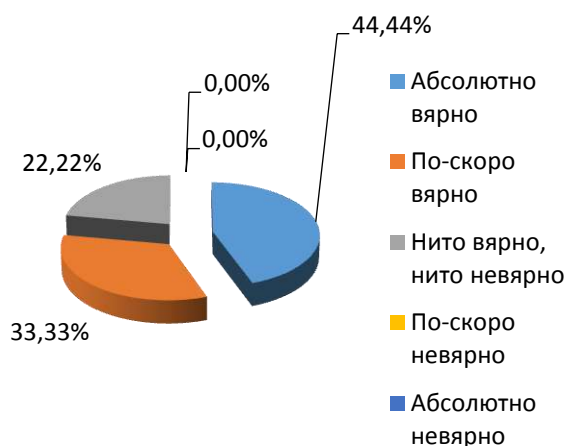
Фигура 8. Процентно разпределение на отговорите на въпроса дали курсът е помогнал за развиване на умения при решаване на проблем.

Фигура 9. Процентно разпределение на отговорите на въпроса дали on line курса е помогнал за развиване на аналитични умения на анкетираните.

Още един въпрос, свързан с дейностите на всеки от нас, е способността да планира правилно времето и работата си. Е-курсът е много удобен в това отношение, защото може да се използва по всяко свободно време – в задръстването в градския транспорт, докато чакаш някой приятел, в парка, в къщи, в университета. Освен това не е необходимо да се носят тежки учебници, защото почти всеки има в джоба си смартфон с достъп до интернет. Може би това е причината на въпроса, свързан с планирането на времето, анкетираните да не посочат отрицателни отговори (фиг. 10). Положителните отговори са 77,77% (44,44 – абсолютно да, 33,33 – по-скоро да), а неутралност са запазили 22,22% от анкетираните.

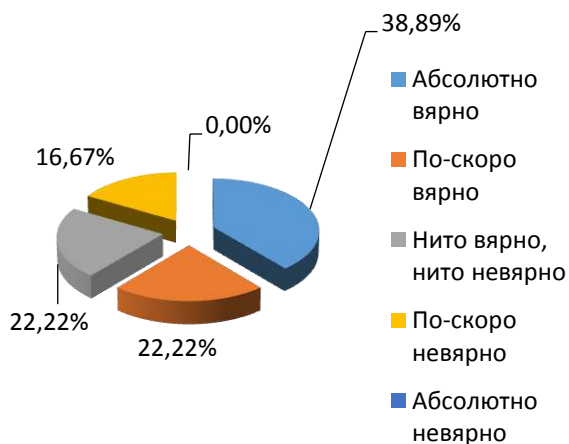
Последният от разгледаните тук въпроси беше дали on line дейностите са били интересни за студентите, като отговорите на акетираните са представени на фиг. 11. За над 50% от анкетираните дейностите са били интересни, 22,22% са заели неутрална позиция, докато за 16,7% (същите процентни на отговорите, представени на фиг. 5 и 6) on line дейностите не са представлявали интерес.

**Помогна ли ми този курс да развия
умението да планирам работата си?**



Фигура 10. Процентно разпределение на отговорите на въпроса дали курсът е помогнал за развиване на уменията за планиране на работата.

**Бяха ли интересни on line
дейностите?**



Фигура 11. Процентно разпределение на отговорите на въпроса дали on line дейностите са били интересни.

В обобщение на проведената анкета можем да кажем, че във всеки курс има по-заинтересовани и будни студенти, както и такива, които присъстват само физически на упражненията. Все пак за повечето студенти новосъздадения е-курсът по биохимия за студенти по медицина в Софийски университет е бил интересен и полезен, с оглед на тяхната бъдеща реализация в здравната система.

Заклучение:

On line курса по биохимия е много добре приет от повечето студенти (>80%), които са удовлетворени от участието си в него, тъй като е спомогнал за развитието на способностите им за решаване на клинични казуси и биохимични задачи, аналитичните им умения, както и да се научат да планират и използват пълноценно времето си. Е-курсът може да се използва пълноценно, като се развива и оптимизира в бъдеще. Студентите като цяло споделят удовлетвореността си от възможността медицинска биохимия да се учи и по този начин - „винаги и навсякъде“ в удобно за всеки от тях време.

Литература:

Beetham, H.. Review: developing e-Learning Models for the JISC Practitioner Communities. 2004

Garrison D. R. and Vaughan N.D. Blended Learning in Higher Education; by JohnWiley & Sons, Inc. 2008

Jara, M., Mohamad, F. Pedagogical Templates for E-Learning. Occasional Papers in Work-Based Learning. WLE Centre, Institute of Education, University of London, London. 2007.

Jara, M., Mohamad, F., Cranmer, S. Evaluation of E-Learning Courses. Occasional Papers in Work-Based Learning. WLE Centre, Institute of Education, University of London, London, 2008.

www.elearn.uni-sofia.bg

www.Moodle.org

www.surveymonkey.com

Благодарности:

Работата е осъществена със средства от договор 46/2017, Фонд „Научни изследвания“ към СУ „Св. Кл. Охридски“.

Емилия Стоименова, асистент, Софийски университет „Свети Климент Охридски“,
Медицински факултет, София 1407, ул. Козяк 1, +359 2 8167345, emyks@abv.bg

ANALYSIS OF THE RESULTS OF A SURVEY, CONDUCTED AFTER WEB BASED LEARNING IN BIOCHEMISTRY COURSE AT THE "ST. KL. OHRIDSKI "

Emilia Stoimenova, Simona Stoikova, Vishnya Stoyanova, Asya Tsanova,

Albena Jordanova

Sofia University "St. Kliment Ohridski"

Summary: In traditional education, the teacher and the students are at the same place and at the same time. Nowadays, with the development of information technology, this tradition can be "broken" by using of web-based education (e-learning) where students can study in a convenient for them time and place. In biochemistry course, only e-learning is not good option, because there is practical laboratory work, but use of an web based course gives options for easy communication, sharing of materials and information, working on web-based tasks, doing computer based tests, creating a glossary, etc. So in the biochemistry course, a good choice was so-called "blended learning" where there is traditional learning and web - based learning. After the course was completed, a survey was conducted. in the present paper, is presented the analysis of the survey.

Key words: *Web based learning, biochemistry, Moodle, hybrid learning*

Emilia Stoimenova, assistant professor, Sofia University "St. Kliment Ohridski", Medical faculty, Sofia 1407, Kozyak 1, +359 2 8167345, emyks@abv.bg

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ИЗСЛЕДВАНИЯТА ВЪРХУ БИОЛОГИЧНИТЕ И ФАРМАКОЛОГИЧНИ СВОЙСТВА НА *ALOE VERA L.* И ТЯХНОТО ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ ЧОВЕШКОТО ЗДРАВЕ

Пламен Стоянов^{1,2}, Красимир Тодоров², Пенка Фильова³, Цветелина Младенова⁴

**¹Катедра „Фармакогнозия и фармацевтична химия“, Фармацевтичен факултет,
Медицински университет, гр. Пловдив**

**²Катедра „Ботаника и методика на обучението по биология“, Биологически
факултет, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, гр. Пловдив**

**³Студент, ОКС „Магистър“, специалност Биология, Биологически факултет,
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, гр. Пловдив**

**⁴Студент, ОКС „Магистър“, специалност Медицинска биология, Биологически
факултет, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, гр. Пловдив**

Резюме: Настоящото проучване представя данни за биологичните и фармакологични свойства на растението *Aloe vera*. Доказано е, че в листата му са открити над 75 потенциално биологично активни съставни елемента - витамини, ензими, минерали, захари, липиди, сапонини, салицилова киселина и аминокиселини, полизахариди, фенолни съединения и др., които определят неговото противовъзпалително, имуномодулиращо, хепатопротективно, антиоксидантно, антимикробно, антитуморно и антидиабетично действие. Описано е въздействието на тези физиологично-активни вещества върху човека, както и потенциалните възможности за използване на растението в борбата срещу редица заболявания.

Ключови думи: Aloe vera, биологични свойства, фармакологични свойства, действие, приложение.

Въведение

Традиционната медицина играе важна роля при лечението на различни видове заболявания. Днес използването на допълнителни лекарствени средства на основата на естествени продукти се увеличава бързо в световен мащаб, тъй като те са сравнително

по-евтини, по-ефективни и имат значително по-малко странични ефекти. Различни видове лечебни растения и техните съставни части са използвани за лечение на различни заболявания още от дълбока древност (Rahmani et al., 2015).

За целебната сила на алоето може да се научи още от първите писмени източници, останали от древността. Рисунките по стените на гробниците на египетските фараони и други източници свидетелстват за употребата му. *Aloe vera* се използва в народната медицина повече от 2000 години и остава важен елемент в традиционната медицина на много съвременни култури като Китай, Индия, Япония (Foster, Hunter, Samman, 2011).

В наши дни, макар медицината и лекарствата да са ефикасни за лечението на повечето болести, тяхната продължителна употреба води до появата на странични ефекти. Ето защо много от потребителите и учените се връщат към по-традиционните природни терапии, пренебрегвани толкова дълго. В резултат на това *Aloe vera* отново привлича вниманието, предлагайки многобройните си свойства за подобряване на здравето и качеството на живот.

Цел и задачи

Целта на настоящото изследване е проучване на биологичните и фармакологични свойства на *Aloe vera*, тяхното въздействие върху човека и потенциалните възможности на растението в борбата с редица заболявания.

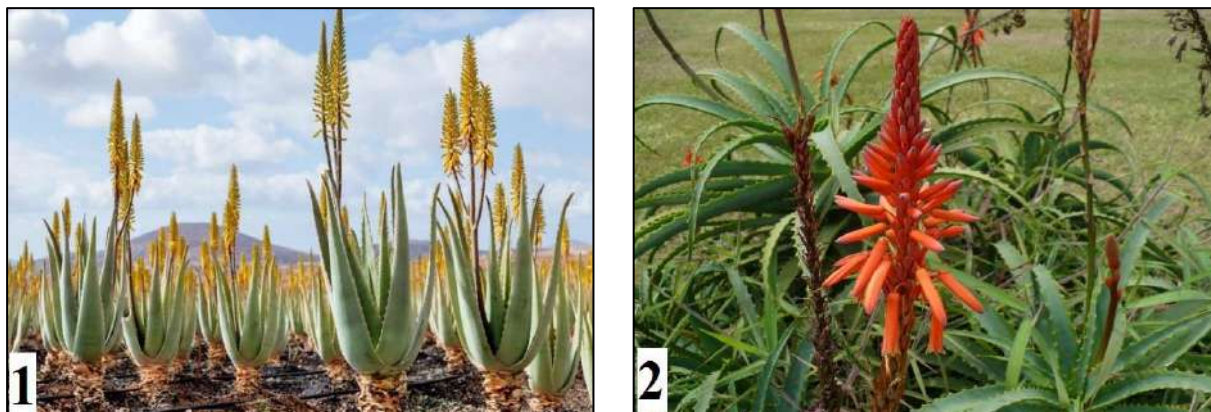
Материали и методи

Материал на изследването е растението *Aloe vera* L. Хората често го оприличават на кактус, но всъщност принадлежи към семейство *Asphodelaceae* (Бърдунови). От род *Aloe* само два вида имат изключително лечебни свойства и се използват за производството на терапевтични и козметични продукти - *Aloe barbadensis* MILL. и *Aloe arborescens* MILL. (фиг. 1).

Aloe vera е известно в литературата с различни имена: *Aloe barbadensis* MILL., *Aloe chinensis* BAK, *Aloe elongate* MURRAY, *Aloe indica* ROYALE, *Aloe officinalis* FORSK, *Aloe perfoliata*, *Aloe rubescens* DC, *Aloe vera* var. *littoralis* KONIG EX BAK, *Aloe vera* var. *chinensis* BERGER, *Aloe vulgaris* LAM. В повечето справочници се счита, че *Aloe barbadensis* MILL е правилното име, а *Aloe vera* (L.) BURM е синоним, но в съответствие с международните правила за ботаническа номенклатура *Aloe vera* (L.) BURM е

официално признатото име за този вид (Newton, 1979; Tucker, Duke, Foster, 1989; Bradley, 1992).

Фиг. 1. Снимки на някои видове от род *Aloe*: 1 - *Aloe vera* (*Aloe barbadensis*); 2 - *Aloe arborescens*



Алоето е храстовидно или дървовидно, ксерофитно, сукулентно многогодишно растение, пригодно да живее в райони с малко влага (Maharjan, Nampoothiri, 2015). Достига височина до 100 см. Цъфти през ранна пролет с красиви, разположени в съцветие жълти и червени тръбоподобни цветчета, дълги 2-3 см, излизащи от върха на стъблото. Плодовете са с триъгълна форма съдържащи многобройни семена. Листата са с дължина 50-100 см и ширина в основата 8-10 см (Kulveer, Bhupender, 2011). Те са подредени в розетка и са мечовидни, неогъваеми и месести. Цветът им варира от зелен до сивозелен, при различните сортове с бели петънца по повърхността. Ръбовете на листата са назъбени с малки бели зъбци.

Листата се състоят от 3 основни слоя - обвивка (епидермис), паренхим и централна част с чисто като кристал желе. Всяко растение обикновено има 12-16 листа. Те узряват за 4 години и обикновено тежат от 700 гр. до 1,5 кг. Само зрелите листа притежават всички лечебни свойства на растението и се намират от най-външната му страна.

Aloe vera може да оцелее в продължение на повече от 7 години без вода. За своето оцеляване то използва водата от росата, която се събира по повърхността на листата. Освен това, то отблъсква различните насекоми, гризачи и др., като се предпазва с помощта на алоина, който се намира точно под кората на листата. Добре е латорастите да бъдат отстранявани от майчините растения, най-малко два пъти годишно, като по този начин се стимулира по-големия растеж на листата в растението

майка. Това е и основният начин за размножаване на алоето, тъй като то не се размножава чрез семена, а вегетативно (Karkala, Bhushan, 2014).

Метод: обзор на литературни източници

Резултати и обсъждане

За извличане на екстракт от *Aloe vera* трябва да се подбират подходящи техники на обработка, тъй като обработката - загряване, дехидратация, смилане, може да доведе до необратими изменения в структурата на полизахаридите.

Променливото съдържание на полизахаридите в алоето се отдава особено на нагряване на растителния екстракт до температури над 60°C, което води до значителни промени в молекулното тегло (Turner et al., 2004). Друг проблем с производствения процес е, че по време на добиването на гел от *Aloe vera* е практически невъзможно да се предотврати замърсяването на листния ексудат (Eshun, 2004). Не на последно място, подправянето на продуктите от *Aloe vera* чрез използване на пълнители като малтодекстрин, глюкоза, глицерин, представлява основен проблем на пазара (Bozzi et al., 2007). Поради тази причина на Международния научен съвет за *Aloe vera* е разработена програма за сертифициране на продуктите, която потвърждава качеството и количеството на *Aloe vera* в одобрените търговски продукти.

Съставът на биологично активните компоненти в екстрактите от *Aloe vera* се различава в зависимост от сорта, климатичните и сезонни колебания, а също и от възрастта на растението (Eshun, 2004). Въпреки това, методът на обработка има най-голям ефект върху броя и размера на активните съставки в крайните продукти (Wang, Strong, 1995). Производственият процес обикновено включва раздробяване, смилане или пресоване на целите листа за производство на сок, последвано от различни етапи на филтрация и стабилизация за постигане на желанния екстракт (Eshun, 2004). Този метод осигурява лесна обработка и по-висока ефективност при събирането на твърдите вещества (Agarwala, 1997), но може да доведе до продукт, който съдържа малко или почти никакви активни съставки (Eshun, 2004).

- **Филетиране**

Това е процес, при който зелената кора на листата се отстранява (фиг. 2), за да се извлече паренхимната тъкан, наречена филе гел (Grindlay, Reynolds, 1986). Установено е, че отстраненият от листа алое гел има по-голяма стабилност от гела, оставен в листа. С цел да се избегне загубата на биологично активните вещества, филетирането трябва

да бъде завършено в рамките на 36 часа от прибирането на листата (Robert, 1997). Наличието на антрахинони е важен фактор, който води до избягване на ензимно покафеняване в алое продуктите (He Q, Liu, Zhang, 2002).

Фиг. 2. Филетиране на лист от *Aloe vera*



- **Хомогенизация и ензимно третиране**

Тя включва раздробяване или смилане на гел филето при стайна температура (25°C) в специално съоръжение при висока скорост. Смазването или смилането трябва да бъде завършено в рамките на 10-20 минути, за да се избегне ензимно покафеняване. Ензимното третиране на гела от *Aloe vera* за дълъг период преди обработката води до намаляване на биологичната активност на полизахаридите (Waller et al., 1978; Gowda et al., 1980; Yagi et al., 1982). Установено е, че ензимното третиране при 50°C, в рамките на 20 минути не причинява загуба на биологичната активност на полизахаридите от *Aloe vera* гел (Maughan, 1984).

- **Филтрация**

Влакнестият материал от алоето се отстранява при филтрацията. Тази операция влияе на стабилността на сока от *Aloe vera*. Непастъризованият сок от алое се обогатява с витамин С и лимонена киселина, за да се избегнат реакции на потъмняване, за подобряване на вкуса и стабилизиране на сока (Eison-Perchonok, Downes, 1982; Tramell et al., 1986; Kacem et al., 1987; Kennedy et al., 1992). Целта на деаерацията е да се предотврати окисляването на аскорбиновата киселина, като в крайна сметка се подобрява вкуса на сока от *Aloe vera* (Chan, Cavaletto, 1986).

- **Топлинна обработка с последващо охлаждане**

При горещата обработка, стерилизация се постига чрез третиране на алое течността с активен въглен при висока температура (Serqueira et al., 1999). Тази стъпка може да повлияе на вкуса, външния вид и биологичната активност на алое гел продуктите. Биологичната активност на алое гела остава непокътната, когато той се

нагрива при 65°C за период по-малко от 15 минути. По-големи периоди и по-високи температури значително намаляват нивата на активност. След топлинна обработка, сокът веднага се охлажда до 5°C в рамките на 15 секунди, за да се запази биологичната активност. Високата температура на третиране за кратко време (85-95°C за 1-2 мин) е ефективен метод, за да се избегне загубата на биологичната активност на гела от *Aloe vera*.

- **Студена обработка**

При техниката за студена обработка, всички стъпки се извършват без прилагането на топлина. Използват се ензими, като оксидаза и каталаза за инхибиране растежа на аеробните организми в гел от *Aloe vera* и по този начин го стерилизират. Други стъпки на стерилизация, установени при студената обработка включват излагане на гела на ултравиолетова светлина, последвана от филтрация (Maret, 1975).

При всички техники за обработка, съхранението на продуктите от алоето може да бъде постигнато чрез добавяне на химически консерванти и други добавки. Използването на натриев бензоат, калиев сорбат, лимонена киселина и витамин Е в синергизъм е установено от някои изследователи (Moore, McAnalley, 1995; Cerqueira et al., 1999).

Фитохимична характеристика

Растението *Aloe vera* е едно от чудесата на природата. Листата му съдържат уникална комбинация от различни групи вещества, които са от първостепенно значение за човешкия организъм. Растението има сочни месести листа, като всеки лист се състои от 3 слоя: *вътрешен* - чист прозрачен гел, който съдържа 99% вода, а останалият 1% се състои от глюкоманани, аминокиселини, липиди, стероли, витамини и др.; *среден* - състои се от латекс, който е горчив жълт сок и съдържа антрахинони и гликозиди; *външен* - дебел слой, наречен кора, който има защитна функция и синтезира въглехидрати и протеини. Вътре в кората има проводящи снопчета, на които се дължи транспортирането на водата и хранителните вещества (Tyler, 1993).

Aloe vera съдържа 75 потенциално активни съставни елементи: витамини, ензими, минерали, захари, липиди, сапонини, салицилова киселина и аминокиселини, прости и сложни полизахариди, фенолни съединения (Shelton, 1991; Atherton, 1997; Atherton, 1998).

- **Витамини** - разнообразието от витамини в алоето е голямо - съдържа витамин А, В₁, В₂, В₃, В₄, В₅, В₆, В₁₂, но най-важни са оксидантите А, С и Е.

Витамините А, С и Е действат преди всичко като антиоксиданти, защитавайки клетките от вредното действие на свободните радикали, предизвикващи мутации в тяхната ДНК. *Aloe vera* е и едно от малкото растения в света, източник на витамин В₁₂ (Coats, 1979; Atherton, 1997).

- **Ензими** - съдържа 8 ензима: алкална фосфатаза, амилаза, брадикиназа, карбоксипептидаза, каталаза, целулаза, липаза и пероксидаза. Брадикиназата помага за намаляване на прекомерното възпаление, като се прилага върху кожата външно, а други помагат за разграждането на захари и мазнини. Липазите и протеазите разграждат храната и допринасят за храносмилането, а карбоксипептидазата е ензим, свързан с възпалителните процеси.

- **Минерали** - съдържа калций, хром, мед, селен, магнезий, манган, калий, натрий и цинк. Те са от съществено значение за правилното функциониране на различните ензимни системи в различни метаболитни пътища.

- **Захари** - осигурява монозахариди (глюкоза и фруктоза) и полизахариди (глюкоманани/полиманоза). Те се получават в слоя клей на растението и са известни като мукополизахариди. Най-известният монозахарид е манозо-6-фосфата, но най-важните полизахариди, съдържащи глюкоза и маноза се наричат глюкоманани.

- **Антрахинони** - осигурява 12 антрахинони, които са фенолни съединения, традиционно известни като лаксативи. Алоин А и В и Емодан действат силно обезболяващо, имат антибактериално и антивирусно действие. Те се съдържат в алое сока или алое латекса. Тези съединения оказват мощен очистителен ефект при поглъщане в големи количества, но когато са в ниска концентрация, те спомагат за абсорбцията от червата и са с мощно антимикубно (Sims et al., 1971) и обезболяващо действие.

- **Хормони** - ауксини и гиберилини, които помагат при заздравяването на рани и имат противовъзпалително действие.

- **Аминокиселини** - човешкият организъм се нуждае от 22 аминокиселини, от които се изграждат протеините. Алоето съдържа 20 от тези аминокиселини. Но още по съществено е, че то съдържа 7 от 8^{-те} незаменими аминокиселини, които човешкият организъм не може да произвежда сам и трябва да си ги набавя чрез храната.

- **Сапонини** - сложни гликозиди с антибактериални и антимикутични свойства; влияят върху обмяната на веществата, като подпомагат резорбцията на мазнините и

въглехидратите; някои от тях имат свойството да понижават кръвното налягане; проявяват силно антимикробно и укрепващо действие.

- **Лигнин** - дървесинно вещество, което дава на алоето невероятното му свойство да прониква дълбоко в кожата.

- **Растителни стероли** - трите основни вида (кампестерол, β -ситостерин и лупеол) имат мощни противовъзпалителни свойства.

- **Салицилова киселина** - съединение с противовъзпалително и антибактериално действие и спомагащо за разграждане на мъртва тъкан (Surjushe et al., 2008).

Много от лечебните свойства на *Aloe vera* са приписвани на полизахаридите (включително ацеманан - частично ацетилirани глюкоманани), които са основната активна съставка на паренхимната тъкан във вътрешността на листата (Boutagy, Harvey, 1978; T'Hart et al., 1989; Rice-Evans, 2004). Въпреки това, като се има предвид броя на други потенциално активни съединения в растението, е възможно биологично активните свойства на *Aloe vera* да са резултат от синергично действие на различните му съставни съединения, а не на един отделен компонент (Dagne et al., 2000; Scalbert, Williamson, 2000; Hamman, 2008).

Действие и приложение

Aloe vera и неговите съставки като алое емодин (АЕ), алоин (барбалоин), антрацен и емодин са от важно значение за превенцията на рака, което се дължи на активиране и деактивиране на молекулярните пътища, свързани с тях. *Aloe vera* също функционира като антиоксидант, чрез инхибиране на производството на простагландин Е2 (Park et al., 2009), а също и инхибиране на различни фактори на транскрипция и дейността на ензимите, включително липоксигеназа и циклооксигеназа. *Aloe vera* показва антимикробна активност чрез разкъсване на бактериалните клетъчни стени. Изследвания са установили противовъзпалителни и антибактериални свойства на гела от *Aloe vera* (Ndhlala et al., 2009; Athiban et al., 2012).

Алоето се използва в целия свят за състояния, вариращи от дерматит до рак (Kathi, Victoria, 1999). Различни проучвания и изследвания показват, че листата на *Aloe vera* притежават различни фармакологични свойства, включително антимикробно (Bashir et al., 2011), противораково (Naveena, Selva, 2011), антиоксидантно (Miladi, Damak, 2008), антидиабетично (Jones, 2007), противоязвено (Borra, Lagisetty, Mallela, 2011), хепатопротективно (Chandan et al., 2007), имуномодулаторно (Atul et al., 2011) и

други. Много от ползите на *Aloe vera* за човешкото здраве се дължат на полизахаридите, съдържащи се в гела на листата (Josias, 2008).

- **Антитуморен ефект**

Развитието на тумора и прогресиите представляват многостепенен процес, включващ генетични и епигенетични промени (Mehdi et al., 2011; Alyasiri et al., 2012). *Aloe vera* и неговите съставки имат жизнено важен ефект върху контрола на развитието на тумора чрез модулиране на генетичните пътища. Доказано е, че *Aloe vera* намалява нивата на липидната пероксидация и увеличава нивата на намалени антиоксидантни ензими, а същото проучване показва, че 50% етанолов екстракт от *Aloe vera* има антитуморен ефект чрез модулиране на липидната пероксидация и увеличаване на системата за антиоксидантна защита (Naveena, Selva, 2011). Изследване, проведено върху човешки карцином на маточната шийка HeLa S3 клетки за тестване на антипролиферативния и цитотоксичния потенциал на антрациклина алоин потвърждава, че алоина показва известен антипролиферативен ефект върху физиологичните концентрации, причинява спиране на клетъчния цикъл в S-фаза и забележимо увеличава HeLa S3 клетъчната апоптоза (Niciforovic, Adzic, Zabrc, Radojicic, 2007). Различни проучвания и изследвания доказват, че един от основните компоненти - алое-Емодин действа като антитуморен и ангиогенен агент (Cárdenas et al., 2006; Lee et al., 2006; Lin et al., 2006).

Алое Емодин играе роля при инхибиране на клетъчния растеж в няколко вида туморни клетки, такива като карцином на белия дроб (Lee, Hsu, Liu, Wu, 2001), хематом (Kuo, Lin T.C., Lin C.C., 2002), левкемия (Chen et al., 2004) и показва висока специфичност за невроектодермалните туморни клетки (Pecere et al., 2000). Установено е, че алое-Емодин показва противоракова активност в два човешки карцинома на дебелото черво (Lin, Uen, 2010).

- **Антимикробен ефект**

Честотата на лекарствената резистентност се увеличава от ден на ден в световен мащаб и това причинява сериозни здравни проблеми от гледна точка на неуспех в лечението. Многобройни проучвания показват, че *Aloe vera* и неговите съставки действат като антимикробни агенти. Установено е, че максимална антибактериална активност и противогъбични свойства на алоето се наблюдава в ацетонови екстракти в сравнение с водни и етанолови (Arunkumar, Muthuselvam, 2009). В друго изследване, чрез метода на серийно разреждане е установено, че високата концентрация (1/10) инхибира растежа на *Staphylococcus aureus*, докато умерени концентрации са

необходимими за инхибиране на растежа на *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, и *Salmonella typhi* (Philip, John, Iyer, 2012). Друго изследване за определяне на антимикробната активност на *Aloe vera* срещу Грам-положителни и Грам-отрицателни бактерии показва, че антибактериалната активност на сока от изпитваното растение се проявява главно срещу Грам-положителни бактерии (Alemdar, Agaoglu, 2009).

Изследвани са антимикробните свойства на различни видове алое препарати, като пресни, консервирани и охлаждащи гелове, кремове срещу акне и различни микроорганизми. Установено е, че пресните и консервирани гел препарати показват максимално инхибиране срещу *Bacillus subtilis*, а охлаждащите гелове и кремове против акне срещу *Staphylococcus aureus* (Shahzad et al., 2009). Проучвания са проведени и за оценяване на антибактериалната активност на *Aloe vera* екстракти, като етанолов, метанолов и екстракти с дестилирана вода. Резултатите показват, че метаноловият екстракт притежава максимална антибактериална активност спрямо останалите екстракти (Irshad, Butt, Younus, 2011).

- **Антиоксидантен ефект**

За установяване на антиоксидантните свойства на *Aloe vera* гел (AGE), приготвени в метанол (MEAG), 95% етанол (EEAG), хексан (HEAG), ацетон (AEAG) и хлороформ (CEAG) са извършени тестове, при които е установено, че метаноловият (MEAG) и ацетоновият (AEAG) екстракти от *Aloe vera* гел притежават максимално свободни радикали (Saritha, Anilakumar, Khanum, 2010).

Aloe vera може да активира ендогенните антиоксиданти ензимни системи в организма (Nwanjo, 2006). То играе важна роля в превенцията и контрола на множество заболявания, особено тези, свързани със стареене, рак, коронарна съдова болест и диабет, както и усилване на имунната система и за лечение на оксидативен стрес. Установено е също, че вътрешното приложение на екстракт от листа на *Aloe vera* повишава нивата на чернодробните клетъчните антиоксидантни ензими при мишки (Singh, Dhanalakshmi, Rao, 2000). Антиоксидантните свойства на алое екстракти са приписвани на алоезин производни, на полизахариди (Yagi A, Kabash A, et al, 2002; Wu, Xu, Shan, Tan, 2006; Chun-hui, Chang-hai, Zhi-liang, Yi, 2007) и антрахинони (Malterud et al., 1993).

В някои проучвания, модулацията на антиоксидантни ензими е била свързана с противотуморните свойства на екстракта от листа на *Aloe vera* (El-Shemy et al., 2010). Водният екстракт от *Aloe vera* показва наличието на естествено срещащи се

антиоксидантни компоненти, включително общи феноли, флавоноиди, аскорбинова киселина, β -каротин и α -токоферол (Akev et al., 2015).

- **Антидиабетичен ефект**

Проучванията в подкрепа на ефикасността на алоето са установили, че използването на алое смола увеличава глюкозния толеранс при диабетични и нормални плъхове (Al-Awadi, Gumaа, 1987). Установено е, че *Aloe vera* съдържа хипогликемичен агент, който понижава кръвната захар, но точният механизъм все още не е установен напълно (Ghannam et al., 1986). Резултати от различни проучвания показват, че прилагането на фитостеролите лофенол, 24-метил-лофенол, 24-етил-лофенол, циклоартанол и 24-метилен-циклоартанол в продължение на 28 дни, води до намаляване нивата на глюкоза в кръвта до приблизително 64%, 28%, 47%, 51% и 55% от контролните нива (Tanaka et al., 2006). Друго изследване показва значително намаляване на кръвната глюкоза на гладно, чернодробни трансаминази, редукция на холестерола, триглицеридите, свободни мастни киселини и фосфолипиди, а също и значително подобрене на плазмения инсулин, когато *Aloe vera* гел (AGE) се прилага орално в доза от 300 мг/кг (Rajasekaran, Ravi, Sivagnanam, Subramanian, 2006).

И все пак, въпреки че проучванията при хора дават обещаващи предварителни положителни резултати, като благоприятен ефект при диабет и свързаните с тях сърдечно-съдови усложнения, ефектите все още не са потвърдени изцяло от контролирани клинични изпитвания.

- **Хепатопротективен ефект**

Различни изследвания са показали хепатопротективната активност на *Aloe vera* (Chandan et al., 2007). Проведено е проучване върху защитните свойства на пресен екстракт от листа на *Aloe vera* (AV) срещу линдан (LD), който индуцира хепатотоксичност и генотоксичност. Резултатите показват, че предварителното третиране с екстракт от листа на алое в концентрация от 1.0 мл/кг телесно тегло значително намалява серумните нива на глутамат пируват трансаминаза (GPT), глутамат оксалоацетат трансаминаза (GOT), гама-глутамил трансфераза (GGT) и алкална фосфатаза (ALP), повишавайки дозата до 100 мг/кг телесно тегло (Etim, Farombi, Usuh, Akpan, 2006).

- **Имуномодулиращ ефект**

Друга потенциална характеристика на имуномодулиращото действие на *Aloe vera* се проявява при експерименти с различни животни (Reynolds, Dweck, 1999;

Talmadge et al., 2004). Съобщава се, че полизахаридите в гела на алоето имат разнообразно имуномодулиращо действие.

Благодарение на своя специфичен състав, гелът от *Aloe vera* може да допринесе за регулиране на имунната система и да подпомогне правилното ѝ функциониране. Вероятно най-въздействащите му съставки са полизахаридите, ензимите и други специални молекули, като лигнин, сапоници и антрахинони - молекули, които проникват в тъканите и пренасят със себе си молекули на имунитета, като по този начин им помагат да стигнат по-бързо до инфектираното място. Някои от тези компоненти имат също антисептични и бактерицидни свойства. От всички тези съставки, някои полизахариди, които са открити в *Aloe vera*, са доказали способността си да регулират имунната система. Смята се, че един от тях - ацемананът, допринася за координирането и стимулирането на имунната система. Използва се в някои ваксини, за да повиши ефективността им.

- **Дерматологичен и анти-ейдж ефект**

Първият доклад, регистриран за благоприятните ефекти на *Aloe vera* при лечението на кожата и заздравяването на раните е публикуван през 1935 г., при използване на свеж екстракт от цели листа, в резултат на което се съобщава за бързо облекчаване на сърбеж и парене свързано с тежък дерматит, в резултат рентгенова радиация и пълната регенерация на кожата (Collins, E., Collins, C., 1935). Многобройни изследвания са доказали положителното действие на алоето за лечение и облекчаване състоянията на кожата. То се използва външно за лечение на възпаление на кожата, изгаряния, включително слънчево изгаряне, рани, екзема, псориазис, акне, дерматит, язви, за стимулиране и регенерацията на клетките. Растението се използва също и за лечение на кожата при излагане на UV и гама радиация. То има антибактериални и противогъбични свойства и увеличава притока на кръв към наранени места. Алоето стимулира фибробластите, отговорни за заздравяване на раните и производството на колаген, който контролира процеса на стареене на кожата. Кожата абсорбира алоето до четири пъти по-бързо от водата. Благодарение на своите успокояващи и охлаждащи свойства, се препоръчва за редица кожни заболявания (Joseph, Raj, 2010).

Стареенето на кожата е причинено от многократното излагане на UV радиация, т. нар. фотостареене или от естествено срещащи се биологични процеси. Съдържанието на колаген в кожата намалява значително с възрастта на хората (Castelo-Branco et al., 1994). Алое стеролите стимулират производството на колаген. Установено е, че ежедневното перорално приложение на *Aloe vera* гел продукти, съдържащи 40 мкг от

Алое стероли значително стимулират производството на колаген и намаляват бръчките по лицето при жени на възраст ≥ 40 години по отношение на дълбочината на средната бръчки (Akazaki et al., 2002).

Заклучение

Aloe vera доказано съдържа много физиологично активни вещества, които имат ефективно противовъзпалително, имуномодулиращо, хепатопротективно, антиоксидантно, антимикробно, антитуморно и антидиабетично действие. Фармакологичните ползи на алоето се дължат на имуностимулиращият и антиоксидантен ефект на екстрактите от растението. Доказано е съдържанието на много витамини, включително важни антиоксидантни витамини като А, С и Е, витамини В₁, ниацин, витамин В₂, витамин В₁₂, холин и фолиева киселина.

Доказано е, че в листата на *Aloe vera* са открити 75 потенциално биологично активни съставни елемента, като освен много витамини, листата съдържат още ензими, минерали, захари, липиди, сапонини, салицилова киселина и аминокиселини, прости и сложни полизахариди, фенолни съединения и др.

Aloe vera може да активира ендогенните антиоксиданти ензимни системи в организма (Nwanjo, 2006). Освен това играе важна роля в превенцията и контрола на множество заболявания, особено тези, свързани със стареене, рак, коронарна съдова болест и диабет, както и повишаване на имунната система и за лечение на оксидативен стрес.

Различни проучвания и изследвания доказват, че един от основните компоненти - алое-Емодин действа като антитуморен и ангиогенен агент. Той играе роля при инхибиране на клетъчния растеж в няколко вида туморни клетки, такива като карцином на белия дроб, показва висока специфичност за невроектодермалните туморни клетки. Освен това Алое-Емодин показва и противоракова активност в два човешки карцинома на дебелото черво.

Пероралното приложение на екстракти от *Aloe vera* гел показва нормализиране нивата на кръвната глюкоза на гладно, на плазмения инсулин и намаляване на концентрациите на холестерол, триглицериди и свободни мастни киселини в плазмата, черния дроб и бъбреците.

Алое стеролите, съдържащи се в гела, стимулират производството на колаген и производството на хиалуронова киселина, като е доказано, че *Aloe vera* гел продуктите, съдържащи Алое стероли намаляват значително бръчките.

Поради фитохимичният си състав, гелът от листата на *Aloe vera* може да бъде обещаващ за облекчаване на симптомите, свързани с/или за предотвратяване на сърдечно-съдови заболявания, рак, невродегенерация и диабет.

Остава неизяснен напълно въпроса дали биологичните активности, проявени в екстрактите от алое, се дължат на отделните съединения или са в резултат на синергичен ефект на много от съдържащите се в растението химични съединения. За момента *Aloe vera* все още е козметичен продукт и хранителна добавка, а не лекарство. Може да се каже обаче, че с неговите невероятни свойства, то е наистина едно "растение чудо" и дар за човечеството от природата, и че то винаги ще представлява една интересна област на изследване за науката и медицината.

Литература

- Agarwala, O.M. (1997). Whole leaf Aloe gel vs. standard Aloe gel. *Drug Cosmet Ind.* 160:22-8.
- Ahlawat, K.S., Khatkar, B.S. (2011). Processing, food applications and safety of aloe vera products: a review. *J. Food Sci. Technol.* 48:525-533.
- Akazaki, S., Nakagawa, H., Kazama, H., Osanai, O., Kawai, M., Takema, Y., Imokawa, G. (2002). Age-related changes in skin wrinkles assessed by a novel three-dimensional morphometric analysis. *Br J Dermatol.* 147:689-695.
- Akev, N., Can, A., Sütlüpinar, N., Çandöken, E., Özsoy, N., Yılmaz, Ö., Yanardağ, R., Üzen, E. (2015). Twenty years of research on Aloe vera. *İstanbul Ecz. Fak. Derg./J. Fac. Pharm. Istanbul.* 45(2):191-215.
- Al-Awadi, F.M., Gumaa, K.A. (1987). Studies on the activity of individual plants of an antidiabetic plant mixture. *Acta Diabetol Lat.* 24:37-41.
- Alemдар, S., Agaoglu, S. (2009). Investigation of *In vitro* antimicrobial activity of *Aloe vera* juice. *J Anim Vet Adv.* 8:99-102.
- Alyasiri, N.S., Mehdi, S.J., Alam, M.S., Ali, A., Mandal, A.K., Gupta, S., Singh, I., Rizvi, M. (2012). PTEN-mediated AKT activation contributes to the reduced apoptosis among Indian oral squamous cell carcinoma patients. *J Cancer Res Clin Oncol.* 138:103-9.
- Arunkumar, S., Muthuselvam, M. (2009). Analysis of Phytochemical Constituents and Antimicrobial Activities of *Aloe vera* L. against clinical pathogens. *World J Agricultural Sci.* 5:572-6.
- Atherton, P. (1997). Aloe vera: Myth or medicine. <http://www.positivehealth.com>

- Atherton, P. (1998). Aloe vera revisited. *Br J Phytother.* 4:76-83.
- Athiban, P.P., Borthakur, B.J., Ganesan, S., Swathika, B. (2012). Evaluation of antimicrobial efficacy of Aloe vera and its effectiveness in decontaminating guttapercha cones. *J Conserv Dent.* 15:246-8.
- Atul, N.C., Santhosh, K.C., Bhattacharjee, C., Subal, D.K., Kannan, K. (2011). Studies on immunomodulatory activity of Aloe vera (Linn). *International journal of applied biology and pharmaceutical technology.* 2:19-22.
- Bashir, A., Saeed, B., Talat, Y.M., Jehan, N. (2011). Comparative study of antimicrobial activities of Aloe vera extracts and antibiotics against isolates from skin infections. *African Journal of Biotechnology.* 10:3835-3840.
- Borra, S.K., Lagisetty, R.K., Mallela, G.R. (2011). Anti-ulcer effect of Aloe vera in non-steroidal anti-inflammatory drug induced peptic ulcers in rats. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology.* 5(16):1867-1871.
- Boutagy, J., Harvey, D.J. (1978). Determination of cytosine arabinoside in human plasma by gas chromatography with a nitrogen-sensitive detector and by gas chromatography-mass spectrometry. *J Chromatogr.* 3:283-296.
- Bozzi, A., Perrin, C., Austin, S., Arce, F. (2007). Quality and authenticity of commercial Aloe vera gel powders. *Food Chem.* 103:22-30.
- Bradley, P.R. (1992). *British herbal compendium.* British Herbal Medicine Association.
- Cárdenas, C., Quesada, A.R., Medina, M.A. (2006). Evaluation of the anti-angiogenic effect of aloe-emodin, *Cell. Mol. Life Sci.* 63:3083-3089.
- Castelo-Branco, C., Pons, F., Gratacós, E., Fortuny, A., Vanrell, J.A., González-Merlo, J. (1994). Relationship between skin collagen and bone changes during aging. *Maturitas.* 18:199-206.
- Cerqueira, L., McKnight, L.S., Rodriguez, S., Turner, C.E. (1999). Bifurcated method to process aloe whole leaf. *US Paten.*
- Chan, H.T., Cavaletto, C.G. (1986). Effects of deaeration and storage temperature on quality of aseptically packaged guava puree. *J Food Sci.* 51:165-168.
- Chandan, B.K., Saxena, A.K., Shukla, S., Sharma, N., Gupta, D.K., Suri, K.A., Suri, J., Bhadauria, M., Singh, B. (2007). Hepatoprotective potential of Aloe barbadensis Mill. against carbon tetrachloride induced hepatotoxicity. *J ethnopharmacol.* 111:560-6.

Chen, H.C., Hsieh, W.T., Chang, W.C., Chung, J.G. (2004). Aloe-emodin induced *In vitro* G2/M arrest of cell cycle in human promyelocytic leukemia HL-60 cells. *Food Chem Toxicol.* 42:1251-7.

Chun-hui, L., Chang-hai, W., Zhi-liang, X., Yi, W. (2007). Isolation, chemical characterization and antioxidant activities of two polysaccharides from the gel and the skin of *Aloe barbadensis* Miller irrigated with sea water, *Process Biochem.* 42:961-970.

Coats, B.C. (1979). Hypoallergenic stabilized aloe vera gel. US Patent

Collins, E., Collins, C. (1935). Roentgen dermatitis treated with fresh whole leaf of *Aloe vera*. *Am J Roentgenol.* 33:396-7.

Dagne, E., Bistrat, D., Viljoen, A., Van Wyk, B.E. (2000). Chemistry of *Aloe* species. *Curr Org Chem.* 4:1055-78.

Eison-Perchonok, M.H., Downes, T.W. (1982). Kinetics of ascorbic acid oxidation as a function of dissolved oxygen concentration and temperature. *J Food Sci.* 47:765-773.

El-Shemy, H.A., Aboul-Soud, M.A. Nassr-Allah, A.A, Aboul-Enein, K.M., Kabash, A., Yagi, A. (2010). Antitumor properties and modulation of antioxidant enzymes activity by *Aloe vera* leaf active principles isolated via supercritical carbon dioxide extraction, *Curr. Med. Chem.* 17:129-138.

Eshun, K. (2004). *Aloe vera*: A valuable ingredient for the food, pharmaceutical and cosmetic industries - a review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 44(2):91-6.

Etim, O.E., Farombi, E.O., Ushoh, I.F., Akpan, E.J. (2006). The protective effect of *aloe vera* juice on lindane induced hepatotoxicity and genotoxicity. *Pak J Pharm Sci.* 19:337-40.

Foster, M., Hunter, D., Samman, S. (2011). Evaluation of the nutritional and metabolic effects of *Aloe vera*. In: Benzie I.F.F., Wachtel-Galor S., editors. *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*. 2nd ed. CRC; Boca Raton.

Ghannam, N., Kingston, M., Al-Meshaal, I.A., Tariq, M., Parman, N.S., Woodhouse, N. (1986). The antidiabetic activity of aloes: Preliminary clinical and experimental observations. *Horm Res.* 24:288-94.

Gowda, D. Neelisiddaiah, B., Anjaneyalo, Y. (1980). Structural studies of polysaccharides from *Aloe saponaria* and *Aloe vanbalenni*. *Carbohydr Res.* 83:402-405.

Grindlay, D., Reynolds, T. (1986). The *aloe vera* phenomenon: a review of the properties and modern uses of the leaf parenchyma gel. *J Ethnopharmacol.* 16:117-151.

Hamman, J.H. (2008). Composition and applications of *Aloe vera* leaf gel. *Molecules.* 13:1599-616.

He Q., Liu C., Zhang, T. (2002). Study on noenzymatic browning of aloe products and its inhibition methods. Food Sci (Chenses). 23(10):53-56.

Irshad, S., Butt, M., Younus, H. (2011). *In-vitro* antibacterial activity of *Aloe barbadensis* Miller (*Aloe Vera*). Intl R J of Pharmaceuticals. 1:59-64.

Jones, K. (2007). Dietary Aloe Vera supplementation and glycemic control in diabetes B5.Nutracos. 6-9.

Joseph, B., Raj, Jn. (2010). Interdisciplinary Research Unit, Department of Biotechnology, Malankara Catholic College, Mariagiri, K.K District. Pharmacognostic and phytochemical properties of Aloe vera linn - an overview. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research. 4(2):106.

Josias, H.H. (2008). Composition and Applications of Aloe vera Leaf Gel. Molecules. 13:1599-1616.

Kacem, B., Mathews, R.F., Grandall, P.G., Cornell, J.A. (1987). Non-enzymatic browning in aseptic packaged orange drinks: effects of amino acids, deaeration and anaerobic storage. J Food Sci. 52:1665-1667.

Karkala, M., Bhushan, B. (2014). Aloe vera: a wonder plant its history, cultivation and medicinal uses. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2(5):85-88.

Kathi, J.K., Victoria, C. (1999). The Longwood Herbal Task Force and the Center for Holistic Pediatric Education and Research. 1-24.

Kennedy, F.C., Rivera, Z.S., Loyd, L.L., Warner, F.P., Jumel, K. (1992). L-ascorbic acid stability in aseptically processed orange juice in tetra brick cartons and the effect of oxygen. Food Chem. 45:327-331.

Kulveer, S. A., Bhupender, S. K. (2011). Processing, food applications and safety of aloe vera products: a review. J Food Sci Technol. 48(5):525-533.

Kuo, P.L., Lin, T.C., Lin, C.C. (2002). The antiproliferative activity of aloe-emodin is through p53-dependent and p21-dependent apoptotic pathway in human hepatoma cell lines. Life Sci. 71:1879-92.

Lee, H.Z., Hsu, S.L., Liu, M.C., Wu, C.H. (2001). Effects and mechanisms of aloe-emodin on cell death in human lung squamous cell carcinoma. Eur J Pharmacol. 431:287-95.

Lee, H.Z., Lin, C.J., Yang, W.H., Leung, W.C., Chang, S.P. (2006). Aloe-emodin induced DNA damage through generation of reactive oxygen species in human lung carcinoma cells. Cancer Lett. 239:55-63.

Lin, J.G., Chen, G.W., Li, T.M., Chouh, S.T., Tan, T.W., Chung, J.G. (2006). Aloe-emodin induces apoptosis in T24 human bladder cancer cells through the p53 dependent apoptotic pathway, J. Urol. 175:343-347.

Lin, K.Y., Uen, Y.H. (2010). Aloe-emodin, an anthraquinone, *In vitro* inhibits proliferation and induces apoptosis in human colon carcinoma cells. Oncol Lett. 1:541-7.

Maharjan, H. R., Nampoothiri P. L. (2015). Evaluation of biological properties and clinical effectiveness of Aloe vera: A systematic review. J Tradit Complement Med. 5(1):21-26.

Malterud, K.E., Farbrot, T.L., Huse, A.E., Sund, R.B. (1993). Antioxidant and radical scavenging effects of anthraquinones and anthrones. Pharmacology. 47 (Suppl 1):77-85.

Maret, R.H. (1975). Process for preparing extract of aloe vera. US Patent

Maughan, R.G. (1984). Methods to increase colour fastness of stabilized aloe vera. US Patent. 4:465-629.

Mehdi, S.J., Alam, M.S., Batra, S., Rizvi, M.M. (2011). Allelic loss at 6q25-27, the Parkin tumor suppressor gene locus, in cervical carcinoma. Med Oncol. 28:1520-6.

Miladi, S., Damak, M. (2008). In vitro antioxidant activities of Aloe vera leaf skin extracts. J Soc Chim Tunisie. 10:101-109.

Moor, E.D., McAnalley, B.H. (1995). A drink containing mucilaginous polysaccharides and its preparations. US Patent.

Naveena, B., Selva, S. (2011). Antitumor activity of Aloe vera against Ehrlich Ascites Carcinoma (EAC) in Swiss albino mice. International journal of Pharma and Bio sciences. 2:400-409.

Ndhlala, A.R., Amoo, S.O., Stafford, G.I., Finnie, J.F., Van Staden, J. (2009). Antimicrobial, anti-inflammatory and mutagenic investigation of the South African tree aloe (*Aloe barberae*). J Ethnopharmacol. 124:404-8.

Newton, L.E. (1979). In defense of the name aloe vera. Cactus Succul J GB. 41:29-30.

Niciforovic, A., Adzic, M., Zabrcic, B., Radojcic, M.B. (2007). Adjuvant antiproliferative and cytotoxic effect of aloin in irradiated HeLaS3 cells. Biophys Chem. 81:1463-6.

Nwanjo, H.U. (2006). Antioxidant activity of the exudate from Aloe barbadensis leaves in diabetic rats, Biokemistri, 18:77-81.

Park, M.Y., Kwon, H.J., Sung, M.K. (2009). Evaluation of aloin and aloe-emodin as anti-inflammatory agents in aloe by using murine macrophages. Biosci Biotechnol Biochem. 73:828-832.

Pecere, T., Gazzola, M.V., Mucignat, C., Parolin, C., Vecchia, F.D., Cavaggioni, A., Basso, G., Diaspro, A., Salvato, B., Carli, M., Palù, G. (2000). Aloe-emodin is a new type of anticancer agent with selective activity against neuroectodermal tumors. *Cancer Res.* 60:2800-4.

Philip, J., John, S., Iyer, P. (2012). Antimicrobial activity of aloevera barbedensis, daucus carota, emblica officinalis, honey and punica granatum and formulation of a health drink and salad. *Malays J Microbiol.* 8:141-7.

Rahmani, A., Aldebasi, Y., Srikar, S., Khan, A., Salah, A. (2015). Aloe Vera: Potential candidate in health management via modulation of biological activities. *Pharmacogn Rev.* 9(18):120-126.

Rajasekaran, S., Ravi, K., Sivagnanam, K., Subramanian, S. (2006). Beneficial effects of aloe vera leaf gel extract on lipid profile status in rats with streptozotocin diabetes. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 3:232-237.

Reynolds, T., Dweck, A.C. (1999). *Aloe vera* leaf gel: A review update. *J Ethnopharmacol.* 68:3-37.

Rice-Evans C. (2004). Flavonoids and isoflavones: absorption, metabolism, and bioactivity. *Free Radical Biol Med.* 3:827-828.

Robert, H.D. (1997). *Aloe vera: a scientific approach*. New York: Vantage Press Inc.

Saritha, V., Anilakumar, K.R., Khanum, F. (2010). Antioxidant and antibacterial activity of *Aloe vera* gel extracts. *Int J Pharmaceut Biol Arch.* 1:376-84.

Scalbert, A., Williamson, D. (2000). Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *J Nutr.* 3:2073S-2085S.

Shahzad, K., Ahmad, R., Nawaz, S., Saeed, S., Iqba, Z. (2009). Comparative antimicrobial activity of aloe vera gel on microorganisms of public health significance. *Pharmacologyonline.* 1:416-23.

Shelton, M. (1991). Aloe vera, its chemical and therapeutic properties. *Int J Dermatol.* 30:679-683.

Sims, P., Ruth, M., Zimmerman, E.R. (1971). Effect of aloe vera on Herpes simplex and Herpes virus (strains Zoster). *Aloe vera of American Archive.* 1:239-240.

Singh, R.P., Dhanalakshmi, S., Rao, A.R. (2000). Chemomodulatory action of Aloe vera on the profiles of enzymes associated with carcinogen metabolism and antioxidant status regulation in mice. *Phytomedicine.* 7:209-219.

Surjushe, A., Vasani, R., Saple, G. (2008). Aloe vera: a short review. *Indian J Dermatol.* 53(4):163-166.

Talmadge, J., Chavez, J., Jacobs, L., Munger, C., Chinnah, T., Chow, J.T., Williamson, D., Yates, K. (2004). Fractionation of Aloe vera inner gel, purification and molecular profiling of activity. *International Immunopharmacology*. 4:1757-1773.

Tanaka, M., Misawa, E., Ito, Y., Habara, N., Nomaguchi, K., Yamada, M, Toida, T., Hayasawa, H., Takase, M., Inagaki, M., Higuchi, R. (2006). Identification of five phytosterols from *Aloe vera* gel as anti-diabetic compounds. *Biol Pharm Bull*. 29:1418-22.

T'Hart, L.A, Van den Berg, A.J, Kuis, L., Van Dijk, H., Labadie, R.P. (1989). An anti-complementary poly-saccharide with immunological adjuvant activity from the leaf parenchyma gel of Aloe vera. *Planta Med*. 55:509-12.

Tramell, D.J., Dalsis, D.E., Malone, C.T. (1986). Effect of oxygen on taste, ascorbic acid loss and browning for HTST pasteurized, single strength orange juice. *J Food Sci*. 51:1021-1023.

Tucker, A.O., Duke, J.A., Foster, S. (1989). Botanical nomenclature of medicinal plants. In: Cracker, L.E., Simon, J.E., editors. *Herbs, spices, and medicinal plants*. (4) Phoenix: AR Oryx Press. 169-242.

Turner, C., Williamson, D.A., Stroud, P.A., Talley, D.J. (2004). Evaluation and comparison of commercially available Aloe vera L. products using size exclusion chromatography with refractive index and multiangle laser light scattering detection. *Int Immunopharmacol*. 4:1727-1737.

Tyler, V. (1993). *The honest herbal: A sensible guide to the use of herbs and related remedies*. 3rd ed. Binghamton, New York: Pharmaceutical Products Press.

Waller, G.R., Mangiafica, S., Ritchey, C.R. (1978). A chemical investigation of Aloe barbadensis Miller. *Proc Okla Acad Sci*. 58:69-76.

Wang, Y., Strong, K.A. (1995). Two-year study monitoring several physical and chemical properties of field-grown Aloe barbadensis Miller leaves. *Subtropical Plant Sci*. 47:34-8.

Wu, J.H., Xu, C., Shan, C.Y., Tan, R.X. (2006). Antioxidant properties and PC12 cell protective effects of APS-1, a polysaccharide from Aloe vera var. chinensis, *Life Sci*. 78:622-630.

Yagi, A., Kabash, A., Okamura, N., Haraguchi, H., Moustafa, S.M., Khalifa, T.I. (2002). Antioxidant, free radical scavenging and anti-inflammatory effects of aloesin derivatives in Aloe vera, *Planta Med*. 68:957-960.

Yagi, A., Shibata, S., Nishioka, I., Iwarde, S., Ishida, Y. (1982). Cardiac stimulant action of constituents of Aloe saponaria. *J Pharm Sci*. 71:739-741.

Автор за кореспонденция: Пламен Стоянов, гл. асистент, д-р, Медицински университет - Пловдив, Фармацевтичен факултет, ул. Братя Бъкстон 120, гр. Пловдив; Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Биологически факултет, ул. Цар Асен 24, гр. Пловдив, e-mail: plamen_stoyanov@yahoo.com

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESEARCHES ON THE BIOLOGICAL AND PHARMACOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *ALOE VERA* L. AND THEIR INFLUENCE ON THE HUMAN HEALTH

Plamen Stoyanov^{1,2}, Krasimir Todorov², Penka Filyova³, Tsvetelina Mladenova⁴

¹Department of Pharmacognosy and Pharmaceutical Chemistry, Faculty of Pharmacy, Medical University of Plovdiv, Plovdiv 4000, Bulgaria

²Department of Botany and Methods of Biology Teaching, Faculty of Biology, University of Plovdiv "Paisii Hilendarski", Plovdiv 4000, Bulgaria

³Student, MSc in Biology, Faculty of Biology, University of Plovdiv Paisii Hilendarski, Plovdiv 4000, Bulgaria

⁴Student, MSc in Medical biology, Faculty of Biology, University of Plovdiv Paisii Hilendarski, Plovdiv 4000, Bulgaria

Summary: The present studying introduces the data about the biological and pharmacological characteristics of *Aloe vera* L. It is proven contentions that in leaves are found over 75 potential biological active compound ingredients - vitamins, enzymes, minerals, carbohydrates, lipids, saponins, salicylic acid, amino acid, polycarbohydrates, phenol substances and other, which defined their anti-inflammatory, immunomodulatory, hepatoprotective, antioxidant, antimicrobial, anticancer and antidiabetic effects. It is described the effect of these physiological active substances on the human being and also the potential opportunity for using the plant against a number of diseases.

Key words: Aloe vera, biological characteristics, pharmacological characteristics, effect, application

Author for correspondence: Plamen Stoyanov, Chief Assistant Professor, PhD, Medical University of Plovdiv, Faculty of Pharmacy, 120 Bratya Bukston Blvd., 4000 Plovdiv, Bulgaria; University of Plovdiv Paisii Hilendarski, Faculty of Biology, 24 Tsar Assen Str., 4000 Plovdiv, Bulgaria, e-mail: plamen_stoyanov@yahoo.com

ИДЕНТИФИЦИРАНЕ НА НОВА МИТОХОНДРИАЛНА МУТАЦИЯ В ГЕНА, КОДИРАЩ ЦИТОХРОМ С III ОКСИДАЗА (СОЗ) ПРИ ДЕЦА С РАЗСТРОЙСТВО ОТ АУТИСТИЧНИЯ СПЕКТЪР (РАС) С ПОМОЩТА НА СЕКВЕНИРАНЕ НА РНК ОТ СЛЕДВАЩО ПОКОЛЕНИЕ (NGS RNA SEQUENCING)

Данаил С. Минчев¹, Николай Т. Попов², Младен М. Найденов³, Тихомир И. Вълчев^{1,4}

**¹Катедра “Физиология на растенията и молекулярна биология,
ПУ „Паисий Хилендарски”**

**²Психиатрично отделение за активно лечение на мъже,
³Държавна Психиатрична Болница Пазарджик, град Пазарджик**

**³Катедра "Анатомия и физиология на човека"
ПУ „Паисий Хилендарски”**

⁴Институт по молекулярна биология и биотехнология (ИМББ)

Резюме

Разстройството от аутистичния спектър (РАС) е хетерогенна група с нарушения в невропсихичното развитие с комплексна генетична етиология, които засягат поведението главно в три аспекта: 1) социални контакти; 2) реч и комуникация; 3) интереси и занимания. Разпространението на РАС показва ръст в световен мащаб, като според най-новите проучвания разстройството от аутистичния спектър се среща при 1 на 68 деца. Етиологията на РАС е все още неизвестна, но редица данни показват, че вероятно се обуславят от множество фактори и притежават силна генетична основа.

Идентифицирането на геномни вариация е решаваща стъпка при изясняване на връзката между генотип-фенотип което може да даде важна информация за заболяванията при човека.

Секвенирането на РНК е наскоро развита технология за профилиране на транскриптома, която използва многократно секвениране на РНК последователни. Идентифицирането на геномни варианти от съществуващи (RNA-seq) данни от секвениране на РНК остава предизвикателство поради комплексността на човешкия транскриптом, което води до технически затруднения при провеждането на биоинформатичен анализ. Необходимостта от наличието на соматични мутации в ядрения геном е демонстрирана при редица невропсихиатрични заболявания, но функционалните последици от мутациите в митохондриалната ДНК (мтДНК) при РАС са по-слабо изследвани. Използвайки биоинформатични анализи беше идентифицирана мтДНК мутация в CO3 гена на цитохром с оксидаза III, чрез използването на подход използващ предимствата, които предоставят данните от транскриптомното секвениране.

Ключови думи: *Разстройство от аутистичния спектър (РАС), Секвениране от следващо поколение (NGS), мутация, митохондриална ДНК (mtDNA), единични нуклеотидни полиморфизми (SNPs)*

Въведение

Разстройствата от аутистичния спектър са комплексни психични състояния, които се характеризират с нарушени в различна степен социално поведение и общуване, а също така и със засягане на стереотипните модели на поведение (Diagnostic and statistical manual of mental disorder 4th edn, 2004). Етиологията на разстройствата от аутистичния спектър е все още не напълно известна, но редица данни демонстрират, че те вероятно се обуславят от множество фактори и притежават силна генетична основа (Aldinger, 2011). Проучвания на близнаци демонстрират унаследяемост на заболяването от 92% (Benvenuto, 2009). Макар, че значението на наследствеността за развитието на РАС е добре известно, точните причини и съответните на тях мутации са идентифицирани само в малка част от пациентите. Редки генетични заболявания и хромозомни аномалии всъщност се срещат само при около 10% от случаите на РАС (Balestrieri, 2012). Изследванията насочени към

установяването на генетични дефекти при деца с РАС имат за основна цел да идентифицират мутации с клинично значение или такива, които могат да имат отражение върху промяна на генната функция, включващо поява на стоп кодон или промяна в аминокиселинната последователност на белтъчната молекула. Развитието на биоинформатичните подходи за идентифициране на SNPs при ракови заболявания и точното изобразяване на RNA-seq reads (Chen, 2012) са довели до идентифициране на потенциално свързаните с болестта вариации в РНК-сек данни (Shah, 2009; Kridel, 2012; Shah, 2012). Идентифицирането на геномни варианти от данни получени от секвениране на РНК може да има множество приложения. Той позволява на изследователите да използват своите лесно достъпни данни за идентифициране на вече известни геномни варианти така също и позволява потвърждаване на варианти, които са били открити чрез секвениране на генома, като например валидиране на соматични мутации, свързани с редица невродегенеративни заболявания.

Материали и методи

Дизайнът на изследването и формулировката на декларацията за информирано съгласие бяха предварително одобрени от Комисията по научна етика към Медицински университет - Пловдив. След получаване на информирано съгласие от родителите на децата, бяха събрани две групи участници: на деца с разстройство от аутистичния спектър (30 деца - 24 момчета и 6 момичета на възраст между 3 и 11) и контролна група деца (група от 30 деца със сходна полово-възрастова структура като групата на деца с РАС). Настоящият биоинформатичен анализ е проведен използвайки предварително получени данни от секвениране на РНК (непубликувани данни) от екипа съдържащи 27,75 млн. секвенирани фрагмента от комплексна проба на децата с РАС и 28,35 млн. секвенирани фрагмента от комплексна проба представляваща извадка от контролната група деца. Обработката на суровите данни беше проведена, посредством компютърни програми, достъпни от страницата на достъпния онлайн компютърен клъстер „Galaxy“ (<https://usegalaxy.org>). Проверката на качеството на получените секвенирани фрагменти беше извършена с програмата FastQC. При проверката бяха констатирани оптимално състояние на използвания при експеримента чип за секвениране, което е необходимо

условие за добра флуоресцентна детекция (Per Tile Sequence Quality) и висока прецизност при разчитане на базите (Per Base Sequence Quality). Тези условия гарантират високата надеждност на получените сурови секвенции, които в последствие бяха картирани (Mapping) към съответните им генетични локуси. Програма TopHat 2.0 на компютърния кластер предлага възможност за бързо и точно картиране на голям обем сурови секвенции върху референтен геном и генериране на алайнмънт файл в “.bam” - формат. Използвани бяха настройки по подразбиране на програмата TopHat и актуалната версия на човешкия геном от 2013 г. (Homo sapiens hg38 Canonical) като референтен геном. В резултат от това повече от 97% от всички секвенирани фрагменти бяха картирани успешно. Анализът на вариантите (Variant calling) беше осъществен посредством FreeBayes детектор на варианти. Настройките по подразбиране на програмата не са подходящи за анализ на варианти от комплексни проби, поради което бяха променени с цел да бъде осигурена оптимална чувствителност при детекцията. Използвани бяха следните настройки:

Таблица 1. Използвани настройки на програмата FreeBayes. Изборът на оптимизирани параметри на програмата е ключово за детекцията на вариантите, поради невъзможността в конкретния случай да бъдат ползвани параметри по подразбиране.

INPUT PARAMETER	VALUE
LOAD REFERENCE GENOME FROM BAM FILE	cached 4: Tophat on data 2: accepted_hits
USING REFERENCE GENOME	hg38
LIMIT VARIANT CALLING TO A SET OF REGIONS?	do_not_limit
CHOOSE PARAMETER SELECTION LEVEL	full
DO YOU WANT TO PROVIDE ADDITIONAL INPUTS?	do_not_set
SET REPORTING OPTION?	do_not_set
SET POPULATION MODEL?	Set
THE EXPECTED MUTATION RATE OR PAIRWISE NUCLEOTIDE DIVERSITY AMONG THE POPULATION UNDER ANALYSIS	0.001
SET PLOIDY FOR THE ANALYSIS	2
ASSUME THAT SAMPLES RESULT FROM POOLED SEQUENCING	TRUE
OUTPUT ALL ALLELES WHICH PASS INPUT FILTERS, REGARDLES OF GENOTYPING OUTCOME OR MODEL	FALSE
USE REFERENCE ALLELE?	Set
INCLUDE THE REFERENCE ALLELE IN THE ANALYSIS AS IF IT IS ANOTHER SAMPLE FROM THE SAME POPULATION	FALSE
ASSIGN MAPPING QUALITY OF MQ (100) TO THE REFERENCE ALLELE AT EACH SITE AND BASE QUALITY OF BQ (60)	100,6
SET ALLELIC SCOPE?	Set
IGNORE SNP ALLELES	FALSE

IGNORE INDELS ALLELES	TRUE
IGNORE MULTI-NUCLEOTIDE POLYMORPHISMS, MNPS	TRUE
IGNORE COMPLEX EVENTS (COMPOSITES OF OTHER CLASSES).	TRUE
HOW MANY BEST SNP ALLELES TO EVALUATE	0
ALLOW HAPLOTYPE CALLS WITH CONTIGUOUS EMBEDDED MATCHES OF UP TO (NUCLEOTIDES)	3
WHEN ASSEMBLING OBSERVATIONS ACROSS REPEATS, REQUIRE THE TOTAL REPEAT LENGTH AT LEAST THIS MANY BP	5
TO DETECT INTERRUPTED REPEATS, BUILD ACROSS SEQUENCE UNTIL IT HAS ENTROPY > (BITS PER BP)	0
EXCLUDE OBSERVATIONS WHICH DO NOT FULLY SPAN THE DYNAMICALLY-DETERMINED DETECTION WINDOW	FALSE
TURN OFF LEFT-ALIGNMENT OF INDELS?	TRUE
SET INPUT FILTERS?	Set
INCLUDE DUPLICATE-MARKED ALIGNMENTS IN THE ANALYSIS.	FALSE
EXCLUDE ALIGNMENTS FROM ANALYSIS IF THEY HAVE A MAPPING QUALITY LESS THAN	10
EXCLUDE ALLELES FROM ANALYSIS IF THEIR SUPPORTING BASE QUALITY LESS THAN	10
CONSIDER ANY ALLELE IN WHICH THE SUM OF QUALITIES OF SUPPORTING OBSERVATIONS IS AT LEAST	0
CONSIDER ANY ALLELE IN WHICH AND THE SUM OF MAPPING QUALITIES OF SUPPORTING READS IS AT LEAST	0
PERFORM MISMATCH FILTERING?	Set
COUNT MISMATCHES TOWARD -U (OPTION BELOW) IF THE BASE QUALITY OF THE MISMATCH IS >=	10
EXCLUDE READS WITH MORE THAN N MISMATCHES WHERE EACH MISMATCH HAS BASE QUALITY >= Q (OPTION ABOVE)	1000
EXCLUDE READS WITH MORE THAN N [0,1] FRACTION OF MISMATCHES WHERE EACH MISMATCH HAS BASE QUALITY >= Q (SECOND OPTION ABOVE)	1.0
EXCLUDE READS WITH MORE THAN N BASE MISMATCHES, IGNORING GAPS WITH QUALITY >= Q (THIRD OPTION ABOVE)	1000
EXCLUDE READS WITH MORE THAN THIS NUMBER OF SEPARATE GAPS	1000
USE STRINGENT INPUT BASE AND MAPPING QUALITY FILTERS	TRUE
REQUIRE AT LEAST THIS FRACTION OF OBSERVATIONS SUPPORTING AN ALTERNATE ALLELE WITHIN A SINGLE INDIVIDUAL IN THE IN ORDER TO EVALUATE THE POSITION	0.2
REQUIRE AT LEAST THIS COUNT OF OBSERVATIONS SUPPORTING AN ALTERNATE ALLELE WITHIN A SINGLE INDIVIDUAL IN ORDER TO EVALUATE THE POSITION	2
REQUIRE AT LEAST THIS SUM OF QUALITY OF OBSERVATIONS SUPPORTING AN ALTERNATE ALLELE WITHIN A SINGLE INDIVIDUAL IN ORDER TO EVALUATE THE POSITION	0
REQUIRE AT LEAST THIS COUNT OF OBSERVATIONS SUPPORTING AN ALTERNATE ALLELE WITHIN THE TOTAL POPULATION IN ORDER TO USE THE ALLELE IN ANALYSIS	1
REQUIRE AT LEAST THIS COVERAGE TO PROCESS A SITE	0
SET POPULATION AND MAPPABILITY PRIORS?	do_not_set
TWEAK GENOTYPE LIKELIHOODS?	do_not_set
TWEAK ALGORITHMIC FEATURES?	Set
REPORT GENOTYPES USING THE MAXIMUM-LIKELIHOOD ESTIMATE PROVIDED FROM GENOTYPE LIKELIHOODS.	FALSE

ITERATE NO MORE THAN N TIMES DURING GENOTYPING STEP	1000
INTEGRATE NO DEEPER THAN THE NTH BEST GENOTYPE BY LIKELIHOOD WHEN GENOTYPING	6
INTEGRATE ALL GENOTYPE COMBINATIONS IN OUR POSTERIOR SPACE WHICH INCLUDE NO MORE THAN N (1) SAMPLES WITH THEIR MTH (3) BEST DATA LIKELIHOOD	1,3
SKIP SAMPLE GENOTYPINGS FOR WHICH THE SAMPLE HAS NO SUPPORTING READS	TRUE
DO YOU WANT TO TO LIMIT POSTERIOR INTEGRATION	do_not_set
USE MAPPING QUALITY OF ALLELES WHEN CALCULATING DATA LIKELIHOODS	FALSE
USE A WEIGHTED SUM OF BASE QUALITIES AROUND AN INDEL, SCALED BY THE DISTANCE FROM THE INDEL	FALSE
INCORPORATE NON-INDEPENDENCE OF READS BY SCALING SUCCESSIVE OBSERVATIONS BY THIS FACTOR DURING DATA LIKELIHOOD CALCULATIONS	0.9
CALCULATE THE MARGINAL PROBABILITY OF GENOTYPES AND REPORT AS GQ IN EACH SAMPLE FIELD IN THE VCF OUTPUT	FALSE

Детекцията на вариантите беше проведена с избраните настройки, по идентичен начин и за двете комплексни проби представителни за анализирания извадки. Като следваща стъпка от анализа, данните получени и за двете комплексни проби бяха сравнени и филтрирани, за идентифициране само на онези варианти – 1 054 на брой, които имат качество на детекция по-голямо от 500 (QUAL > 500, където QUAL стойността е отрицателен десетичен логаритъм на вероятността алтернативният алел да е отчетен погрешно) и присъстват значимо само в комплексната проба на пациентите с PAC, и не се срещат при пробата от здрави деца. Всички те бяха анотирани с програма SnpEff Variant effect and annotation (*Galaxy Version 4.0.0*). От тях няколко различни локуса от интерес, които биват анотирани като несинонимни (missense) замени, бяха визуализирани с помощта на интегриран геномен визуализатор. (*Integrated Genome Viewer – IGV*). От тях като най-сериозен кандидат с най-високо качество на детекция (QUAL = 13461.3) се оказва locusът chrM:9214. Идентифицираната мутация води до замяна на аминокиселината хистидин с аргинин на трета позиция в молекулата на митохондриално-кодирания белтък цитохром с оксидаза субединица III. Потенциалният фенотипен ефект на аминокиселинната замяна бе оценен статистически с онлайн достъпната програма PolyPhen-2 (<http://genetics.bwh.harvard.edu/pph2/>), достъпна и през базата данни Ensembl (<http://www.ensembl.org/index.html>).

Резултати и обсъждане

Благодарение на съвременният напредък в молекулярната генетика, развитието и прилагането през последните години на нови технологии за секвениране от следващо поколение на ДНК и РНК позволи откриването на голям брой единични нуклеотидни полиморфизми (SNP), в периферна кръв чрез използването на транскриптомни данни, които се характеризират с висока чувствителност и специфичност, като функция от броя секвенирани фрагменти (reads) получени от съответният геномен регион. Аналитичният подход представен в настоящата работа е приложим за идентифициране на нови ДНК варианти при заболявания и разстройства при които се наблюдава хетерогенност по определени локуси на ново ДНК или РНК, какъвто ярък пример представляват и мутациите в митохондриалната ДНК.

Редица автори описват *de novo* мутации в митохондриални гени кодиращи субединиците на цитохром с оксидазния комплекс и тяхната корелация с определени болестни състояния с неврологични и психиатрични клинични прояви. В пионерното си изследване Davis et al. (Davis, 1997) установяват наличието на специфични мисенс мутации в митохондриално кодираните гени CO1 и CO2, но не и в CO3 гена, при пациенти с болестта на Алцхаймер. В последствие става ясно, че изследването им е компрометирано от присъствието на ядрени псевдогени с митохондриален произход, в чиито секвенции всъщност присъстват установените мутации. В представеното от нас изследване такъв тип компрометиране е избегнато, тъй като се касае за анализ на данни от РНК експресия, а не за геномни ДНК образци. Още по-показателен е фактът, че изследваният локус има покритие от над 1000 отделни секвенирани фрагменти и в двете комплексни проби, което говори за интензивна транскрипция на гена от интерес, особеност която не е характерна за експресията на псевдогени.

Horvath et al. (Horvath, 2005) наблюдават комплексна клинична находка (сензорно-нервна слухова загуба, миопатия, атаксия) при двама пациенти, носещи хетероплазмени *de novo* мутации в гените за субединиците CO2 и CO3. Debray et al. (Debray, 2014) идентифицират *de novo* хетероплазмена мутация (m.7402delC) в гена CO1, причиняваща

изместване на рамката, при пациентка с неконвулсивен status epilepticus, преходна кортикална слепота, мускулна слабост, загуба на слуха, и когнитивен упадък. В изследванията на Kytovuori et al. (Kytövuori, 2017) се описва случай на пациент с когнитивен упадък, епилепсия, психоза, сензорно-нервна загуба на слуха, при който установяват *de novo* мутация с промяна в рамката на четене (m.8156delG), засягаща субединица 2 на цитохром-оксидазния комплекс.

В настоящото изследване идентифицираме точкова мутация на позиция 9214 в митохондриалния геном при деца с РАС, като използваме метода на пълното транскриптомно секвениране. Посочената мутация: m. 9214 A>G – присъства преимуществено в комплексната проба на децата с разстройство от аутистичния спектър (при 22% от всички картирани фрагменти), докато в пробата на здравите деца почти напълно отсъства. *In silico* анализът на прогнозния фенотипен ефект определи изследваната нуклеотидна замяна като потенциално увреждаща. Направените наблюдения ни дават основания да предположим евентуално участие на изследваната мутация в механизмите на етиопатогеназа на РАС.

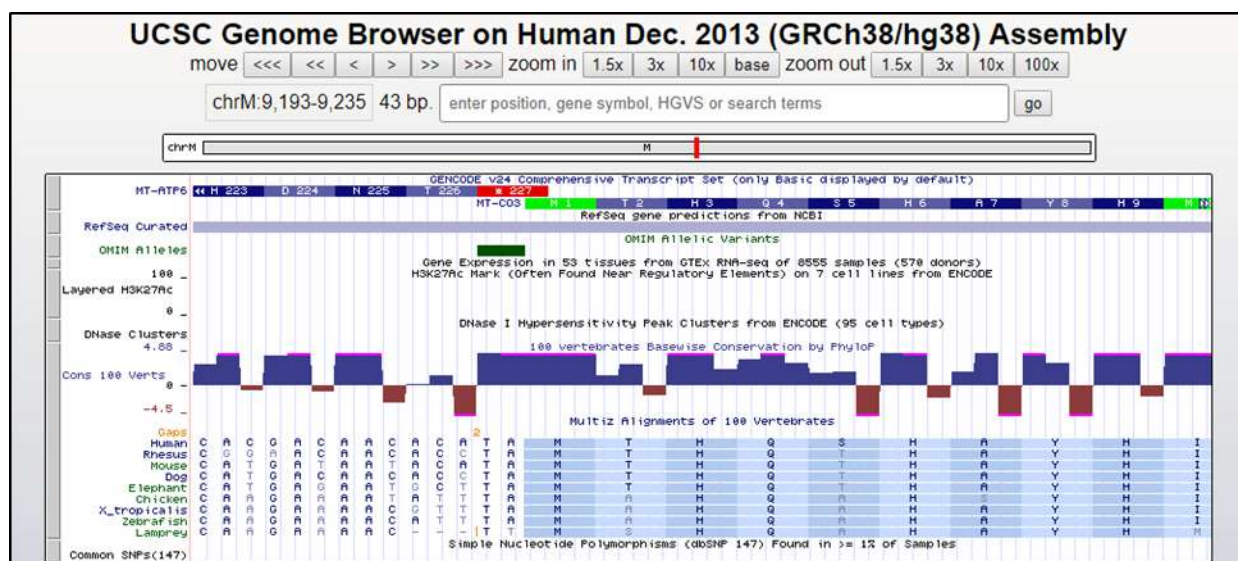
Заклучение

Прилагайки анализ на транскриптомни данни на деца с РАС беше идентифицирана митохондриална мутация засягаща цитохром с III оксидаза (CO3) гена, специфична за анализираната група. Благодарение на използваната голяма дълбочина на секвениране, данните получени от секвенирането на РНК позволиха идентифицирането на хетероплазмия по отношение на цитохром с III оксидаза (CO3) гена при РАС. Използваният от нас подход намира все по широко приложение в бъдеще при идентифицирането на *de novo* мутации или наследствени мутации при невропсихиатрични заболявания, които биват детектирани от транскриптомни данни. Съвременните NGS базирани подходи, имат потенциала да идентифицират с няколко порядъка по голям брой генетични маркери отколкото е възможно чрез използването на други към настоящият момент рутинни методи, което ги превръща в методи на първи избор за прогностични и диагностика цели в клиничната практика.

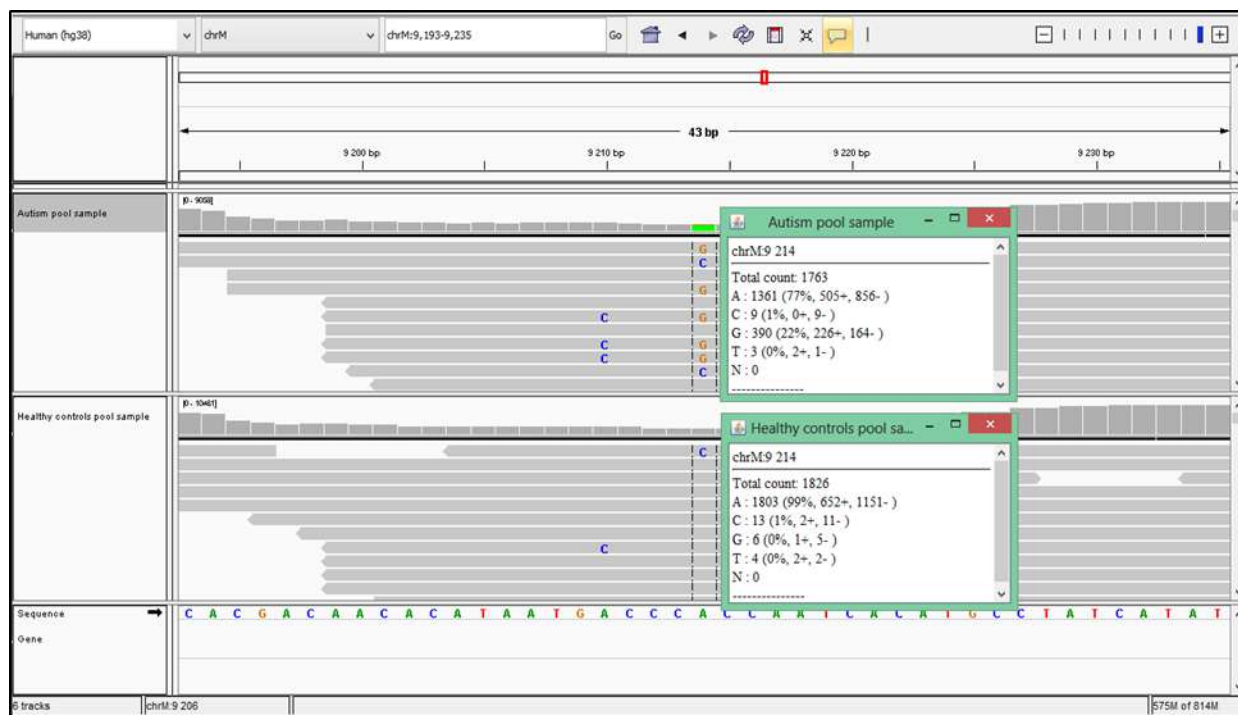
Благодарности

Настоящата работа е реализирана с подкрепата на H2020 Project PlantaSyst, WIDESPREAD –TEAMING, Phase 2.

Фиг. 1. Геномна локализация на цитохром с III оксидаза (CO3) гена, показваща белтъчната секвенция. От представената схема е видно че липсват налични данни до момента в OMIM базата данни за идентифицираният от нас митохондриален вариант.



Фиг. 2. Интерфейс на IGV геномния браузър за анализ на данните от секвениране на РНК. (Визуализиране на резултати в общ план на ниво секвенирани РНК фрагменти). Алаймънт показващ в светло сиво секвенираните фрагменти, отговарящи на секвенции, групирани в последователни редове, показващи покритието на определени екзонни области от цитохром с III оксидаза (CO3) гена, при деца с РАС (горна рамка) и деца от контролна група (долна рамка). За всеки секвениран фрагмент нуклеотидите, съответстващи на референтния геном, са показани в сиво, докато при идентифициране на вариант, несъвпаденията са посочени в характерният за варианта специфичен цвят. Цетовите кодове показват несъответствията с референтния геном, които могат да се разглеждат вертикално за всяка избрана позиция. Идентифицираната хетероплазмна SNP позиция в CO3 гена е показана между вертикалните линии. Тъй като не всички секвенирани фрагменти, покриващи мястото на варианта съдържат мутацията, SNP позицията се определя като хетероплазмна.



Фиг. 3. Потенциален фенотипен ефект на аминокиселинната замяна в цитохром с оксидаза III (CO3) гена. Резултат, изведен от програмата PolyPhen-2, който предсказва възможен увреждащ ефект на аминокиселинната замяна върху функцията на белтъка.



Литература

1. Aldinger K., Plummer J., Qiu S., Levitt P., (2011), SnapShot: genetics of Autism. *Neuron*, Volume 72:418–8
2. Amir R., Van den Veyver I., Wan M., Tran C., et al., (1999), Rett syndrome is caused by mutations in X-linked MECP2, encoding methyl-CpG binding protein 2. *Nat. Genet.*, Volume 23:185–188
3. Balestrieri E., Arpino C., Matteucci C., Sorrentino R., Pica F., et al. (2012) HERVs Expression in Autism Spectrum Disorders. *PLoS ONE* 7(11): e48831.doi:10.1371/journal.pone.0048831
4. Benvenuto A., Moavero R., Alessandrelli R., Manzi B., Curatolo P (2009) Syndromic autism: causes and pathogenetic pathways. *World J Pediatr* 5: 169–176.
5. Chen L.Y., Wei K.C., Huang A.C., Wang K., Huang C.Y., Yi D., Tang C.Y., Galas D.J., Hood L.E. RNASEQR—a streamlined and accurate RNA-seq sequence analysis program. *Nucleic Acids Res.* 2012;40:e42.
6. Shah S.P., Morin R.D., Khattra J., Prentice L., Pugh T., Burleigh A., Delaney A., Gelmon K., Guliany R., Senz J. Mutational evolution in a lobular breast tumour profiled at single nucleotide resolution. *Nature.* 2009;461:809–813.
7. Kridel R., Meissner B., Rogic S., Boyle M., Telenius A., Woolcock B., Gunawardana J., Jenkins C., Cochrane C., Ben-Neriah S. Whole transcriptome sequencing reveals recurrent NOTCH1 mutations in mantle cell lymphoma. *Blood.* 2012;119:1963–1971.
8. Shah S.P., Roth A., Goya R., Oloumi A., Ha G., Zhao Y., Turashvili G., Ding J., Tse K., Haffari G. The clonal and mutational evolution spectrum of primary triple-negative breast cancers. *Nature.* 2012;486:395–399.
9. Davis, R. E., Miller, S., Herrnsstadt, C., Ghosh, S. S., Fahy, E., Shinobu, L. A., Galasko, D., Thal, L. J., Beal, M. F., Howell, N., Mutations in mitochondrial cytochrome c oxidase genes segregate with late-onset Alzheimer disease. (1997) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 94, 4526–4531
10. Horváth R., Schoser BG, Müller-Höcker J, Völpel M, Jaksch M, Lochmüller H.. Mutations in mtDNA-encoded cytochrome c oxidase subunit genes causing isolated myopathy or severe encephalomyopathy *Neuromuscular Disorders* , Volume 15 , Issue 12 , 851 - 857
11. Debray FG, S. Seneca, M. Gonce, K. Vancampenhaut, E. Bianchi, F. Boemer, L. Weekers, J. Smet, R. Van Coster, Mitochondrial encephalomyopathy with cytochrome c

oxidase deficiency caused by a novel mutation in the MTCO1 gene, Mitochondrion, Volume 17, July 2014, Pages 101-105, ISSN 1567-7249,
<https://doi.org/10.1016/j.mito.2014.06.003>.

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1567724914000889>)

12. Kytövuori L, Kärppä M, Tuominen H, et al. Case report: a novel frameshift mutation in the mitochondrial cytochrome c oxidase II gene causing mitochondrial disorder. BMC Neurology. 2017;17:96. doi:10.1186/s12883-017-0883-5.

Кореспондиращ автор: гл. ас. д-р Тихомир Въчев; ПУ „Паисий Хилендарски”, Биологически факултет, Катедра “Физиология на растенията и молекулярна биология”; ул. „Тодор Самодумов“ №2, гр. Пловдив, тел. 0896 60 26 04, e-mail: tiho9@abv.bg

**IDENTIFICATION OF A NOVEL MITOCHONDRIAL MUTATION IN
CYTOCHROME C OXIDASE III CO3 GENE IN CHILDREN WITH AUTISTIC
SPECTRUM DISORDERS (ASD) USING NEXT GENERATION RNA
SEQUENCING (NGS RNA SEQUENCING)**

**Danail Minchev¹, Nikolay Popov*, Mladen Naydenov⁴, Hristo Ivanov^{2,3}, Vili Stoyanova^{2,3},
Tihomir Vachev^{1,5}**

**1 Department of Plant Physiology and Molecular Biology, University of Plovdiv “Paisii
Hilendarski”, 24 Tzar Assen Str., Plovdiv, Bulgaria**

**2 University Hospital “St. George” Plovdiv, 66 Peshtersko Shuse Str., Plovdiv 4000,
Bulgaria**

**3 Department of Pediatrics and Medical Genetics, Medical University, Plovdiv Vasil
Aprilov 15-A Str., Plovdiv 4002, Bulgaria**

**4 Department of Human Anatomy and Physiology, University of Plovdiv “Paisii
Hilendarski”, 24 Tzar Assen Str., Plovdiv, Bulgaria**

5 Institute of Molecular Biology and Biotechnologies (IMBB)

*** Psychiatric ward for active treatment of men, State Psychiatry Hospital Pazardzhik**

Abstract

Autism Spectrum Disorders (ASD) is a heterogeneous cluster of neuropsychiatric development conditions with a complex genetic etiology that affect behavior mainly in three aspects 1) social interactions, 2) speech and communication 3) interests and activities. ASDs

show increasing prevalence worldwide as most recent studies describes occurrence of 1 in 68 children. The exact cause of ASD is currently unknown, but large scientific data shows that they are caused by many factors and possess strong genetic basis.

Identifying genomic variation is a crucial step for elucidating the relationship between genotype and phenotype and can yield important insights into human diseases.

RNA-Seq is a recently developed approach to transcriptome profiling that uses deep-sequencing technologies. Identification of genomic variants from often existing RNA sequencing (RNA-seq) data remains a challenge because of the intrinsic complexity in the human transcriptome. Employing RNA-seq data for identifying DNA variants, however, remains a challenge because of the transcriptome's intrinsic complexity, which leads to the technical difficulty of the computational analysis. Somatic mutations in the nuclear genome are required for development of the neuropsychiatric illnesses, but the functional consequences of mitochondrial DNA (mtDNA) mutations in ASD are less understood. Using bioinformatics tools here we identify somatic mtDNA mutations in cytochrome c oxidase III CO3 gene using an approach that takes advantage of evidence from transcriptomic sequencing data.

Key words: *Autism Spectrum Disorders (ASD), NGS, mutation, mitochondrial DNA (mtDNA), SNPs*

Corresponding author: assist. prof. Tihomir Vachev, PhD; University of Plovdiv “Paisii Hilendarski”, Faculty of biology, Department of Plant physiology and molecular biology; 2 “Todor Samodumov” str., Plovdiv, tel.: 0896 60 26 04, e-mail: tiho9@abv.bg

АНТРОПОМЕТРИЧНИ ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ЗАТЛЪСТЯВАНЕ И ПОТЕНЦИАЛЕН ЗДРАВЕН РИСК ПРИ ПЛОВДИВСКИ СТУДЕНТИ

Емилия Андреевко¹, Силвия Младенова², Слави Тинешев¹,
Младен Найденов¹, Надежда Петрова¹

¹Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Биологически Факултет,
Катедра „Анатомия и физиология на човека“,
ул. „Цар Асен“ 24, 4000 Пловдив, България

²Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Филиал - Смолян
ул. „Дичо Петров“ 32, 4700 Смолян, България

РЕЗЮМЕ: Затлъстяването е един от най-сериозните здравни проблеми на днешното време, достигащи глобални епидемични размери. Асоциира се с голям брой състояния, имащи неблагоприятни ефекти като цяло върху здравето. Скринингът на лица с наднормено тегло и затлъстяване е особено актуален за редуциране риска от появата на съпътстващи заболявания. Целта на изследването е да се направи антропометричен анализ на разпространението на наднормено тегло и затлъстяване, като се оцени степента на риска от потенциални здравословни проблеми при студенти от Пловдивския университет. Проучени са общо 124 жени и 70 мъже, на средна възраст 20-21 години. На всеки са измерени ръст, тегло, обиколка на талия и ханш. Потенциалният здравен риск е определен въз основа на обиколка талия и чрез изчислените индекси: BMI, WHR (талиа/ханш). Резултатите показват по-голям процент на лица с нормална охраненост сред жените (70%), а с наднормена охраненост – сред мъжете (37%). Общо затлъстяване се установи при 6% от студентите и при 9% от студентките. С централно натрупване на мазнини (наднормена обиколка талия) са около 8% от мъжете и 14% от жените. Болшинството студенти (90%) имат нормално съотношение талиа/ханш. Анализът на здравния риск, направен въз основа на BMI и обиколка талиа, показва значителен процент от мъжете (41%) с потенциален риск за здравето, поради наднормено тегло, по-голяма талиа или комбинация от тези два фактора. С много висок риск от бъдещи усложнения, поради съчетанието на много голяма талиа и затлъстяване са 7.25% от жените. Стратегията за противодействие на тези резултати включва периодично наблюдение и превенция на застрашените лица.

Ключови думи: *наднормено тегло, затлъстяване, индекси, здравен риск, студенти*

ВЪВЕДЕНИЕ

Затлъстяването и наднорменото тегло се превръщат в едни от най-големите проблеми, стоящи пред съвременния човек. От 1980 г до 2014 г броят на хората по света с наднормено тегло/затлъстяване се е удвоил (Obesity and overweight, WHO, 2016 <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>). През 2008 г. повече от 1.4 милиарда възрастни (над 20 години) са били с наднормено тегло. От тях, над 200 милиона мъже и приблизително 300 милиона жени. 65% от световното население живее в страни, където умират повече хора с наднормено тегло, отколкото с тегло по-малко от нормалното. Наднорменото тегло и затлъстяването са определят като “неестествено или прекалено натрупване на мазнини, което може да влоши здравето” (<http://www.who.int/features/factfiles/obesity/facts/en/index.html>). Като основни причини, водещи неизбежно до наднормено тегло и затлъстяване, се посочват: чест и неконтролируем прием на храна; генетична обремененост; грешен подбор на храна, липса на двигателна активност, случайни събития от обкръжаващата ни среда и др. Вероятните последици от затлъстяването върху организма са много тежки. Основните от тях са сърдечно-съдови инциденти, риск от мозъчен инсулт, проблеми с дишането, диабет, артрит, хормонални и злокачествени заболявания и пр. Като се имат предвид сериозните медицински и икономически последици от затлъстяването, скринингът на лица с наднормено телесно тегло и затлъстяване е особено важен, с цел редуциране риска от появата на съпътстващи заболявания.

Един от достъпните начини за определяне на излишните килограми, превръщащи се в заплаха за здравето е индексът на телесната маса (ИТМ; BMI). Специалисти от Световната здравна организация (СЗО) препоръчват използването му, защото помага за бързото идентифициране на основен проблем – наличие на свръх тегло или на затлъстяване при даден ръст (WHO, 2000). Големият недостатък на индекса е, че не взима под внимание съотношението мазнини - мускули в тялото. Доказано е, че рискът за здравето не е свързан с теглото, а по-скоро с телесните мазнини и тяхното разпределение (Wells, Victora, 2005). Диапазонът на нормалният индекс на телесна маса, определен от СЗО (WHO, 2000) е доста широк – от 18.5 до 24.99 kg/m². Някои хора в този диапазон натрупват различно количество мазнини по тялото (гърди, корем, ханш, крайници), което определя различния потенциален риск за здравето им. Известно е, че затлъстяването в коремната област (абдоминално, централно или вицсерално) е свързано с повече здравни рискове, отколкото напълняването в други части на тялото. Мазнините в областта на корема притежават изключителна

биологична активност. Продуцираните от тях адипокини (биоактивни молекули) променят метаболизма на целия организъм (Rabe et al., 2008). Централното затлъстяване повишава риска за развитие на диабет, хипертония, болести на сърдечно-съдовата система и нарушения на липидите и липопротеините (Lau et al., 2005), независимо от съществуващи други рискови фактори (например тютюнопушене и ниска физическа активност). За това оценката на степента на абдоминалното затлъстяване и разпределение на мазнините е много важна за ранното откриване на последващи за здравето усложнения, дори и сред индивиди с нормално телесно тегло (Bouguerra, et al. 2007; Flegal, 2007). Според СЗО обиколката на талията представлява най-добрият параметър при определяне на абдоминалното затлъстяване. Друг добър алтернативен индикатор за оценка на коремното затлъстяване е отношението талия/ханш (T/X; WHR) (de Koning, et al., 2007). Индексът оценява разпределението на телесните мазнини над и под талията, като отчита два вида затлъстяване - андроидно (абдоминално или мъжки тип) и гиноидно (глутеофеморално или женски тип). Когато става въпрос за риск от сърдечни болести, тяло с крушовидна форма, при което повече тлъстини са натрупани в областта на таза (гиноиден тип), е за предпочитане пред тяло с форма на ябълка, при което затлъстяването е в коремната област (андроиден тип).

Целта на настоящето изследване е да се анализира, чрез общодостъпни антропометрични показатели, разпространението на наднормено тегло и затлъстяване (общо и коремно) сред млади мъже и жени, студенти от Пловдивския университет, както и да се оцени степента на риска от потенциални здравословни проблеми.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучването е трансверзално и е проведено през 2016 – 2017 г. Обхванати са 194 студенти, от които 70 мъже и 124 жени, обучаващи се в различни факултети на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски”. Средната възраст на мъжете е 21.41 години $\pm$ 3.12, а на жените - 20.99 години $\pm$ 3.63. Всички изследвани доброволно участват в проучването. Антропометричните измервания са проведени по класическата методика на Martin-Saller (1959), като са използвани специализирани GPM антропологични инструменти за соматология. На всеки студент са снети ръст, тегло, обиколка талия и обиколка ханш. От получените данни е изчислен индекс на телесната маса (ИТМ; BMI), като отношение на теглото към ръста (kg/m^2) и индекс талия/ханш като съотношение между обиколката на талия и обиколката на ханша (T/X; Waist/Hip Ratio, WHR).

Стойностите на ИТМ са категоризирани в съответствие с международната класификация (WHO, 2000). Разграничени са следните категории: поднормено тегло (ИТМ < 18,4 kg/m²), нормално тегло (ИТМ 18,5-24,9 kg/m²), наднормено или свръхтегло (ИТМ 25-29,9 kg/m²), затлъстяване (ИТМ ≥ 30 kg/m²).

Потенциалният здравен риск в резултат на повишено централно затлъстяване е определен с два критерия: обиколка талия (ОТ; WC) и индекс талия/ханш (Т/Х; WHR). За жените разграничителните стойности са ОТ > 80 cm, а за мъжете - ОТ > 94 cm за представители на европейската (бяла) раса. Въз основа на тези стойности на обиколката на талията, независимо от ИТМ, са разграничени следните категории здравен риск: първа степен (повишен здравен риск) - за жените при ОТ ≥ 80cm < 88 cm, и за мъжете ОТ ≥ 94cm < 102 cm. Втора степен (висок здравен риск)- за жените при ОТ ≥ 88 и за мъжете при ОТ ≥ 102 cm. На Таблица 1 е показан потенциалният риск за здравето, определен на базата на двете характеристики – индекс на телесната маса (ИТМ; BMI) и обиколка талия (ОТ;WC), в съответствие с международните указания за класификация на телесното тегло при възрастни (Health Canada, 2003).

Таблица 1. Потенциален здравен риск, определен въз основа на индекса на телесната маса (ИТМ) и обиколката на талията (ОТ)

Обиколка на талията	ИТМ - категории		
	18.5–24.9 30 kg/m ²	25–29.9 30 kg/m ²	30–34.9 30 kg/m ²
Мъже: < 102 cm Жени: < 88 cm	Минимален риск	Повишен риск	Висок риск
Мъже: > 102 cm Жени: > 88 cm	Повишен риск	Висок риск	Много висок риск

Индексът талия/ханш отчита коремно затлъстяване и потенциален здравен риск при стойности за мъжете: Т/Х > 0.95 и за жените: Т/Х > 0.85.

Данните са обработени от програма SPSS за Windows версия 19, като са използвани стандартни статистически методи.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

На Таблица 2 са представени статистическите параметри на проучваните признаци и индекси.

Таблица 2. Средни стойности на антропометричните признаци и индекси

Признаци	Мъже (N=70)		(Жени N=124)	
	Mean	SD	Mean	SD
Ръст (cm)	177.14	7.32	162.26	6.68
Телесно тегло (kg)	78.21	10.61	59.93	14.77
Обиколка талия (cm)	81.93	9.43	70.03	10.66
Обиколка ханш (cm)	98.18	10.51	95.75	11.23
Индекс на телесната маса (kg /m ²)	24.93	3.14	22.76	5.47
Индекс талия/ханш (ИЕ)	0.84	0.13	0.72	0.04

Средният ръст и тегло при изследваните момчета е 177.14 ± 7.32 cm и 78.21 ± 10.61 kg, а при изследваните момичета съответно - 162.26 ± 6.68 cm и 59.93 ± 14.77 kg. Средните стойности на трите показателя за телесна охраненост, оценяващи общото и коремно затлъстяване и при двата пола са в норма, но при момчетата средната стойност на ИТМ е завишена (24.93 kg/m^2) и се намира в най-горната граница на разграничителните стойности.

Интерес за нас представляваше да видим какво е разпределението на изследваните студенти по категории, според стойностите на индекса на телесната маса (ИТМ; BMI), представено на Таблица 3.

Таблица 3. Разпределение на студентите според категориите на BMI (%)

Категории, според ИТМ	Мъже (N=70)	Жени (N=124)
	n (%)	n (%)
Поднормено тегло ($\text{ИТМ} < 18.5 \text{ kg/m}^2$)	-	15 (12.1)
Нормално тегло ($\text{ИТМ} \geq 18.5 \leq 24.9 \text{ kg/m}^2$)	40 (57.2)	89 (71.7)
Наднормено тегло ($\text{ИТМ} \geq 25.0 \leq 29.9 \text{ kg/m}^2$)	26 (37.1)	9 (7.3)
Затлъстяване ($\text{ИТМ} \geq 30 \text{ kg/m}^2$)	4 (5.7)	11 (8.9)

Според разграничителните стойности на индекса, с нормална телесна охраненост са малко над половината от мъжете (57.2%). Останалата част от тях, която е значителен процент (42.8%), показват неправилно съотношение тегло/ръст, като 37.1% се

класифицират с наднормено тегло, а 5.7% - със затлъстяване. При жените, процентът на лицата с нормално тегло е значително по-голям (71.7%). В сравнение с мъжете, при тях относителният дял на наднорменото тегло е близо пет пъти по-нисък (7.3%), но процентът на затлъстелите жени е малко по-висок, отколкото при мъжете (8.9%). Също така установяваме и поднормена охраненост при 12.1% от жените.

Резултатите от антропометричната оценка на наднормената охраненост сред студентите, оценена чрез ИТМ показаха, че значителен брой от тях са с потенциален риск за здравето, поради наличие на наднормено тегло и затлъстяване. Тенденцията е по-силно изразена сред мъжете. Тъй като това са млади хора на около 21 години, резултатите изглеждат доста обезпокоителни. Както вече бе посочено по-горе, интерпретацията на стойностите на ИТМ, трябва да бъде много внимателна, защото индексът не разкрива какво точно се крие зад по-високите му стойности – повече мазнини или по-голяма костно-мускулна маса. ИТМ е широко използван показател, но предимно като индикатор за обща охраненост, даващ приблизителна оценка дали теглото е в здравословни граници спрямо ръста.

Другият популярен скринингов индикатор за оценка на телесната охраненост, който дава по-точна информация за броя на лицата с реални или потенциални здравни проблеми, е обиколката на талията (ОТ; WC). Чрез нея оценихме натрупването на мазнини в коремната област и наличието на нездравословно (централно) затлъстяване сред студентите. Резултатите от проучването на този индикатор са представени на Таблица 4.

Таблица 4. Разпределение на студентите според категориите обиколка на талията (%)

Обиколка талия (ОТ)			
Мъже (N=70)		Жени (N=124)	
Категории	п (%)	Категории	п (%)
ОТ < 94 cm	64 (91.4)	ОТ < 80 cm	106 (85.4)
ОТ > 94 cm (първа степен)	3 (4.3)	ОТ > 80 cm (първа степен)	10 (8.1)
ОТ > 102 cm (втора степен)	3 (4.3)	ОТ > 88 cm (втора степен)	8 (6.5)

Над 91 % от мъжете имат нормална обиколка на талията (WC<94 cm), т.е. имат нормално разпределение на коремните мазнини. С повишен здравен риск от коремно затлъстяване (първа и втора степен) са общо 8.6% от всички изследвани мъже. Тези данни, изглеждат по-малко тревожни, в сравнение с получените данни за ИТМ.

Причината за различията в резултатите за тези два показателя вероятно се дължи на факта, че при част от изследваните мъже с наднормено тегло в действителност може да има нисък процент мазнини, но значителна мускулна маса, на която да се дължи и по-високото им тегло. Това предположение предстои да бъде проучено и анализирано в следващи наши изследвания, свързани с диагностика на телесния състав.

За разлика от мъжете, при жените резултатите, отнасящи се до централното затлъстяване, въз основа на обиколката на талията са по-различни. Макар значителна част от жените - над 85% да са в диапазона на нормата ($OT < 80\text{ cm}$), в междуполов аспект по-голяма обиколка на талията, предизвикана от абдоминално натрупване на мазнини (първа и втора степен риск) е по-често срещана при жените (14.6%).

Като допълнителен прогностичен критерий за оценка на натрупаните мазнини в коремната област, е използвано съотношението талия/ханш (T/X ; WHR). Както беше споменато по-горе, това е прост и практичен индикатор за висцерално затлъстяване и повишен здравен риск, тъй като добре корелира с количеството на абдоминалната (коремната) мастна тъкан, макар и по-слабо в сравнение с обиколката на талията (Onat, et al., 1999). Доказано е, че с повишаване стойностите на съотношението талия/ханш честотата на мозъчно-съдовите и сърдечно-съдовите инциденти нараства (Megnien, et al., 1999). Получените резултати за стойностите на този показател при изследваните от нас студенти са представени на Таблица 5.

Таблица 5. Разпределение на студентите според категориите на индекс талия/ханш (%)
 T/X (WHR)

Мъже (N=70)		Жени (N=124)	
Категории	n (%)	Категории	n (%)
$T/X < 0.9$	63 (90.0)	Гиноиден $T/X < 0.8$	115 (92.7)
$T/X \geq 0.9 < 0.95$	6 (8.6)	Смесен $T/X \geq 0.8 < 0.85$	8 (6.5)
$T/X \geq 0.95$	1 (1.4)	Андроиден $T/X \geq 0.85$	1 (0.8)

При по-голямата част от студентите и от двата пола (над 90%) е налице коректно съотношение на двете обиколки и съответно индексът талия/ханш е в норма (мъже: $T/X < 0.9$; жени: $T/X < 0.8$). С високи стойности на индекса и индикация за централно затлъстяване (андроиден тип) са единични случаи, както при мъжете -1.4%, така и при жените - 0.8% (съответно $T/X > 0.95$ и $T/X > 0.85$).

Резултатите, които получихме по отделно за двата индекса- ИТМ и Т/Х показват наличието както на общо, така и на централно затлъстяване, предразполагащи към различни заболявания. Според Канадските насоки за класификация на телесното тегло при възрастни (Health Canada, 2003), подобни проучвания за ранно предупреждение от евентуални рискове за здравето са полезни, когато антропометричните индикатори като ИТМ и ОТ се използват едновременно, в качеството им на показатели, определящи наднормената охраненост и риска от различни заболявания.

Резултатите за категориите рискове, към които се отнасят изследваните студенти, въз основа на двете характеристики - ИТМ и ОТ, са представени на Таблици 6 и 7.

Таблица 6. Потенциален здравен риск, определен на базата на ИТМ и ОТ при мъжете.

Обиколка на талията	ИТМ - категории					
	18.5–24.9 kg /m ²		25–29.9 kg /m ²		30–34.9 kg /m ²	
	Минимален риск		Повишен риск		Висок риск	
Мъже: < 102 cm	N	%	N	%	N	%
	40	57.14	24	34.28	3	4.28
Мъже: > 102 cm	Повишен риск		Висок риск		Много висок риск	
	0		2	2.85	1	1.42

Таблица 7. Потенциален здравен риск, определен на базата на ИТМ и ОТ при жените.

Обиколка на талията	ИТМ - категории					
	18.5–24.9 kg /m ²		25–29.9 kg /m ²		30–34.9 kg /m ²	
	Минимален риск		Повишен риск		Висок риск	
Жени: < 88 cm	N	%	N	%	N	%
	104	83.87	7	5.64	1	0.81
Жени: > 88 cm	Повишен риск		Висок риск		Много висок риск	
	1	0.81	2	1.61	9	7.25

При мъжете с минимален здравен риск са 57.14 %, докато 41.41% от тях са с повишен до висок здравен риск в резултат на наднормено тегло, завишена обиколка на талията или комбинация от тези два фактора. Установихме един единствен случай (1.42%), който е с много висок риск, поради силно увеличена талия и общо затлъстяване.

По-голямата част от изследваните жени- 83.87% са с минимален здравен риск. За разлика от мъжете, само при 8.87% от тях е налице повишен до висок здравен риск, в резултат на по-високите стойности по отделно или заедно на двата индикатора - ИТМ и ОТ. Нашите резултати потвърждават други подобни проучвания, показващи различия между половете в разпределението на категориите здравен риск на базата на ИТМ и обиколката на талията (Skrzypczak, et al. 2007, Pavlica, et al., 2014). Заедно с положителните резултати при жените, установихме и 9 случая на жени, изправени пред много висок потенциален риск от бъдещи сърдечно-съдови и метаболитни нарушения, поради извънредно голяма обиколка на талията и затлъстяване. Имено тази група млади хора (7.25%) се нуждае от профилактични мерки и превантивна здравна просвета. Това предполага периодичен контрол и оценка на индексите на затлъстяване, което може да се прави от специалистите, по време на теренни антропометрични изследвания или по време на рутинни медицински прегледи.

Обобщение. Хранителният статус е важен фактор за оценка на физическото и здравословно състояние на индивидите. Лицата както с поднормено, така и с наднормено тегло и затлъстяване се характеризират предимно с по - ниска физическа активност и издръжливост и са по-податливи на различни здравни проблеми, които засягат и намаляват качеството на живот (Wang, et al., 2012). Несъмнено килограмите трябва да бъдат под контрол, но наред с това трябва да се контролира и обиколката на талията. Дори незначително нарастване на талията с няколко сантиметра увеличава сериозно риска за кръвоносната система, макар като цяло теглото да остава в норма. Въпреки, че нашето проучване е ограничено до относително малък брой студенти, то предлага поглед върху състоянието и потенциалния риск за здравето на младите мъже и жени.

Въз основа на получените резултати можем да направим следните изводи:

1. Средните стойности на трите показателя за телесна охраненост, оценяващи общото и коремно затлъстяване и при двата пола не показват съществени отклонения, но при младите мъже ИТМ е завишен и се намира в най-горната граница на разграничителните стойности, според СЗО ($18.5 - 24.9 \text{ kg/m}^2$).
2. И при двата пола преобладават лицата с нормална охраненост, като тя е по-често срещана сред младите жени (над 70%). Наднормено тегло е установено при значителен процент от мъжете – близо една трета от тях (37%). Най-малко студенти попадат в зоната на затлъстяване – около 6 % от мъжете и 9% от жените.
3. По-голямата част от изследваните млади хора имат нормална обиколка на талията и съотношение талия/ханш, което е положителна индикация за липса на коремно

затлъстяване и гиноидно разпределение на мастната тъкан. С централно натрупване на мазнини (наднормена обиколка талия) са около 8% от мъжете и 14% от жените.

4. Анализът на здравния риск, направен въз основа на ИТМ и ОТ едновременно, показва значителен процент от мъжете (41%) с потенциален риск за здравето, поради наднормено тегло, по-голяма талия или комбинация от тези два фактора. С много висок риск от бъдещи усложнения, поради съчетанието на много голяма талия и общо затлъстяване са 7.25% от жените. Стратегията за противодействие на тези резултати включва периодично наблюдение и превенция на застрашените лица.

ЛИТЕРАТУРА

Bouguerra, R., Alberti, H., Smida, H., Salem, L., Rayana, C., El Atti, J., Achour, A., Gaigi, S., Slama, C., Zouari, B., Alberti, K. Waist circumference cut-off points for identification of abdominal obesity among the tunisian adult population. // B: Diabetes Obes Metab, 2007, 9(6): 859-868.

de Koning, L., Merchant, A., Pogue, J., Anand, S. Waist circumference and waist-to-hip ratio as predictors of cardiovascular events: meta-regression analysis of prospective studies. // B: Eur Heart J, 2007, 28(7): 850-856.

Flegal, K. Waist circumference of healthy men and women in the United States. // B: Int. J. Obes, 2007, 31: 1134-1139.

Health Canada, Canadian guidelines for body weight classification in adults (Ottawa: Minister of Public Works and Government services, Canada, 2003). Available from: URL: http://www.he-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/weights-poids/guide-ld-adult/cg_quick_ref-ld_rapide_ref_e.html.

<http://www.who.int/features/factfiles/obesity/facts/en/index.html>

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>

Lau, D., Dhillon, B., Yan, H., Szmitko, P., Verma, S. Adipokines: molecular links between obesity and atherosclerosis. // B: Am J Physiol Heart Circ Physiol, 2005, 288: H2031-2041.

Megnien, L., Denarie, N., Cocaul, M., Simon, A., Levenson, J. Predictive value of waist-to-hip ratio on cardiovascular risk events. // B: Int J Obes, 1999, 23:90.

Onat, A., Sansoy, V., Uysal, O. Waist circumference and waist-to-hip ratio in Turkish adults: Interrelation with other risk factors and association with cardiovascular disease. // B: Int J Cardiol, 1999, 70: 43-50.

Pavlica T., Rakic R., Sakac D. Anthropometric Indices of Obesity and Potential Health Risk in Adult Rural Population from Baka and Banat – The Republic of Serbia. // B: Coll. Antropol. 2014, 38, 1: 227–233.

Rabe, K., Lehrke, M., Parhofer, K., Broedl, U. Adipokines and insulin resistance. // B: Mol Med, 2008, 14:741-751.

Skrzypczak, M., Szwed, A., Pawlińska-Chmara, R., Skrzypulec V. Assessment of the BMI, WHR and W/Ht in pre- and postmenopausal women. // B: Anthropological Review, 2007, 70: 3-13.

Wang R., Wu MJ, Ma XQ, Zhao YF, Yan XY, He J. Body mass index and health-related quality of life in adults: a population based study in five cities of China. // B: Eur J Public Health, 2012, 22 (4): 497-502.

Wells, J., Vitoria, C. Indices of whole-body and central adiposity for evaluating the metabolic load of obesity. // B: Int. J. Obes., 2005, 29: 483-489.

WHO, 2000. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. World Health Organ. Tech. Rep. Ser. 2000, 894: 1-253.

Кореспондиращ автор:

Емилия Андреевко, доцент, доктор

(адрес) 4000 гр. Пловдив, ул. „Цар Асен“ 24

(служебен телефон) 032 261 533

(мобилен телефон) 0889 034791

(e-mail) emiandre@abv.bg

ANTHROPOMETRIC INDICES FOR OBESITY AND POTENTIAL HEALTH RISK OF PLOVDIV STUDENTS

E. Andreenko¹, S. Mladenova², S. Tineshev¹, M. Naydenov¹, N. Petrova¹,

1. Department of Human Anatomy and Physiology, Biological Faculty, University of Plovdiv, 24 Tsar Assen Str, 4000 Plovdiv, Bulgaria.

2. Department of Natural-Mathematical and Economical Sciences, University of Plovdiv- Smolyan Branch, 32 Dicho Petrov Str, 4700 Smolyan, Bulgaria.

Summary:

Obesity is one of the fastest growing and most serious public health challenges facing the world in the 21st century. Overweight and obesity may increase the risk of many health problems. Screening of overweight and obese individuals is of a great significance for reducing and controlling the associated risk factors. The objective of the recent study was to provide information of overweight and obesity, using different anthropometric measurements in students at the University of Plovdiv and potential health risks related to the results (e.g., BMI.) were estimated. Body weight height, , waist circumference, and hips of a total of 124 women and 70 men, of average 20-21 years, were analysed. Potential health risk was determined on the base of the excess weight measured by waist circumference and the indices: BMI, WHR (waist / hips). Among the analyzed students we discovered that females have higher percentage of normal values for BMI, while 37% of the boys were overweight. Obesity was found in 6% of the analyzed boys and 9% of the girls. Furthermore it was discovered that 8% of men and 14% of women accumulate central fats (waist circumference above normal). The research reveals also that majority of all students (90%) have a normal waist / hip ratio. BMI and waist circumference showed that significant percentage of men (41%) have a potential health risk due to overweight or higher waist circumference or a combination of these two factors. Very high risk of future complications due to the combination of very large waist circumference with obesity was discovered for 7.25% of the girls. The strategy to counteract these outcomes includes periodic monitoring and prevention measures for the endangered individuals.

Key words: *overweight, obesity, indexes, health risk, students*

Corresponding author:

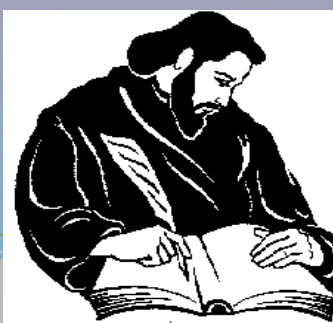
Emiliya Andreenko, Associate Professor, PhD

4000 Plovdiv, 24 Tsar Assen Str,

(office phone) 032 261533

(mobile phone) 0889 034791

(e-mail) emiandre@abv.bg



Екстракционно-хромогенна система съдържаща ванадий(V), нафтаген-2,3-диол и метилтиазолилдифенилтетразолиев бромид

Галя К. Тончева^а, Златимир Т. Желев^а, Кирил Б. Гавазов^б

^а – Пловдивски университет „П. Хилендарски“, Катедра ОНХМОХ, ул. Цар Асен, 24, Пловдив, България
^б – Медицински университет – Пловдив, Фармацевтичен факултет, Катедра „Химични науки“, Пловдив, България



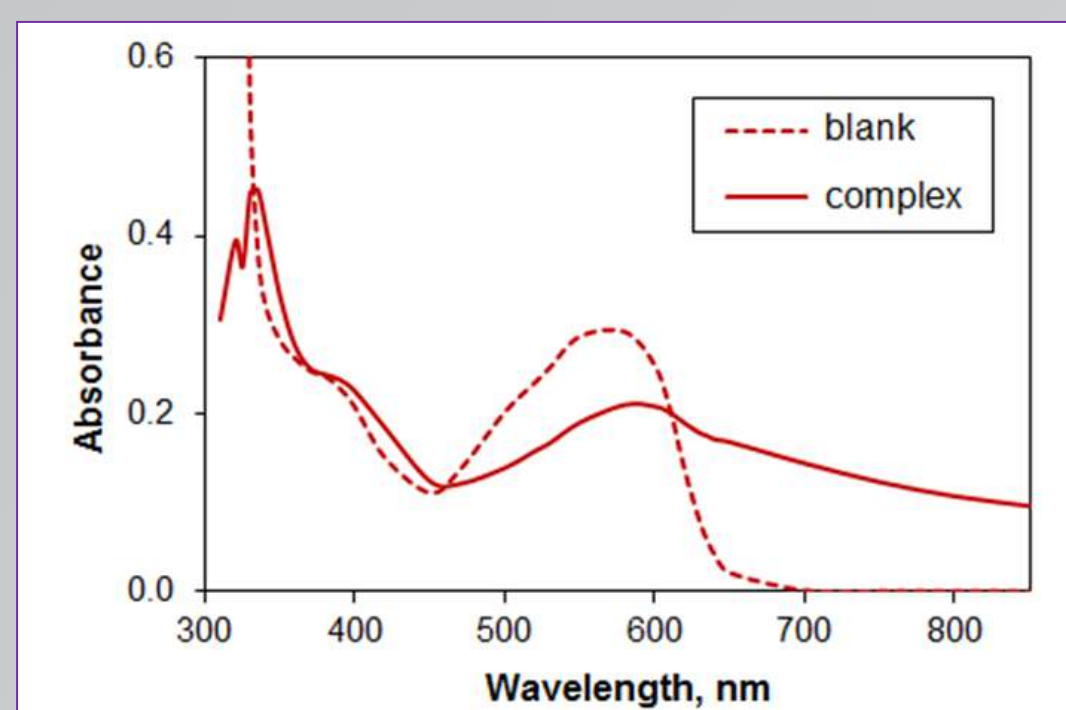
1. Резюме

Изследвана е екстракционно-хромогенната система ванадий(V), нафтаген-2,3-диол (DHN), 3-(4,5-диметилтиазолил-2-ил)-2,5-дифенил-2Н-тетразолиев бромид (МТТ), вода и хлороформ. Намерени са оптималните екстракционно-спектрофотометрични условия: концентрация на DHN ($6 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$), концентрация на МТТ ($1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$), pH (5.0) и време на екстракция (2 min). При посочените условия, ванадий(V) се редуцира до ванадий(IV). Зависимостта на светлинната абсорбция при абсорбционния максимум (335 nm) от концентрацията на ванадий е линейна до $1,5 \mu\text{g mL}^{-1}$ ($R^2 = 0,9994$). Молната абсорбируемост и чувствителността по Сендал са $1,6 \times 10^4 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ и $3 \times 10^{-3} \mu\text{g cm}^{-2}$, респективно. Съставът на екстрахирания при оптималните условия комплекс е 1 : 1 : 2 (V : DHN : МТТ).

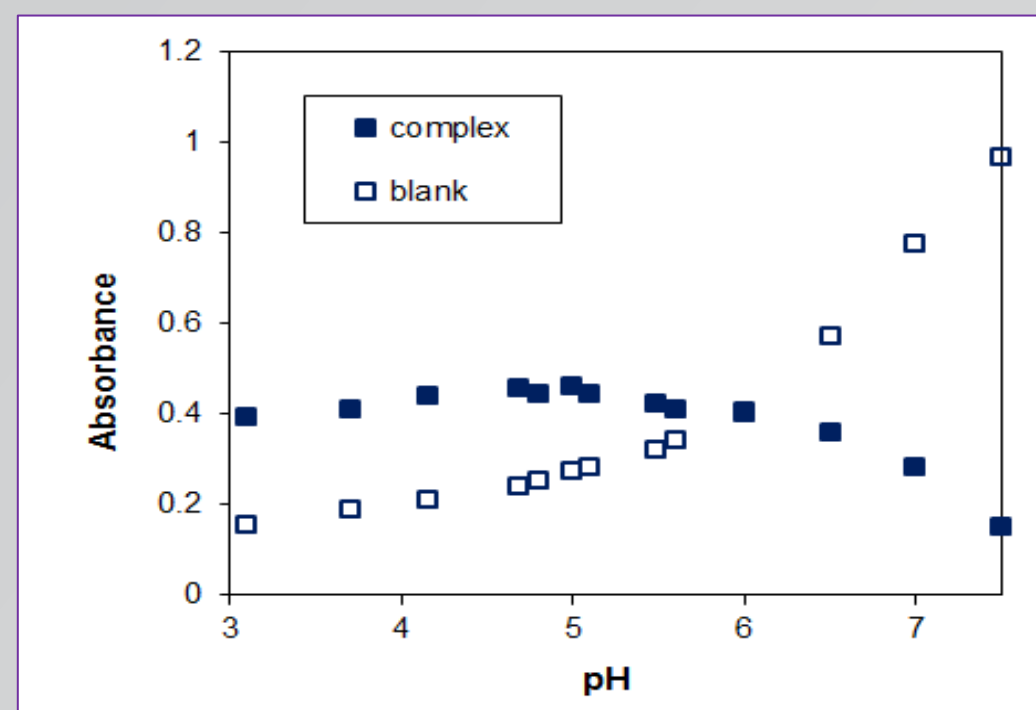
2. Реактиви и апарати

Разтвор на V(V) ($2 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$) е приготвян чрез разтваряне във дест.вода на NH_4VO_3 (VEB Laborchemie Apolda, puriss. p.a.). Разтвор DHN ($2 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$) е приготвян ежедневно чрез разтваряне на подходящото количество реагент (Fluka, purum) в хлороформ. Концентрацията на МТТ (Loba Feinchemie GMBH, p.a.) е $3 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ (воден разтвор). pH на средата е поддържан чрез смесване на $2,0 \text{ mol L}^{-1}$ водни разтвори на CH_3COOH и NH_4OH . pH на разтвора е проверян с pH метър Hanna HI 83141 (Румъния), калибриран по инструкциите на производителя. Използван е редестилиран хлороформ. За измерване на абсорбцията е използван спектрофотометър CamSpec M508 (Великобритания), оборудван с 10 mm стъклени кювети. Всички експерименти са проведени при стайна температура $\sim 23^\circ\text{C}$ (климатик).

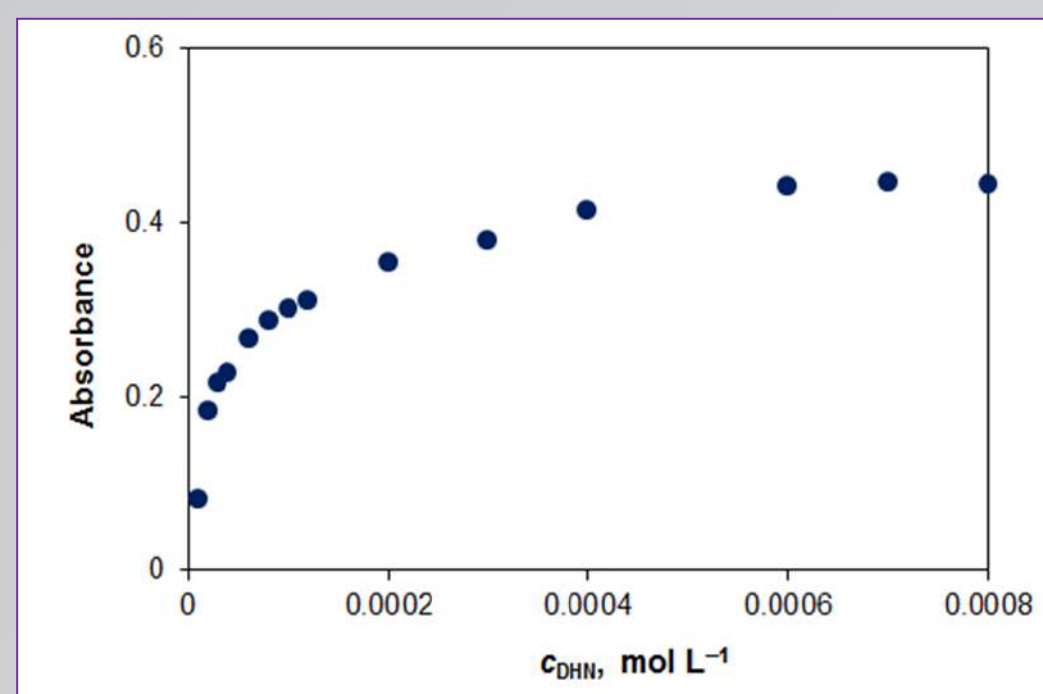
3. Оптимизация и състав



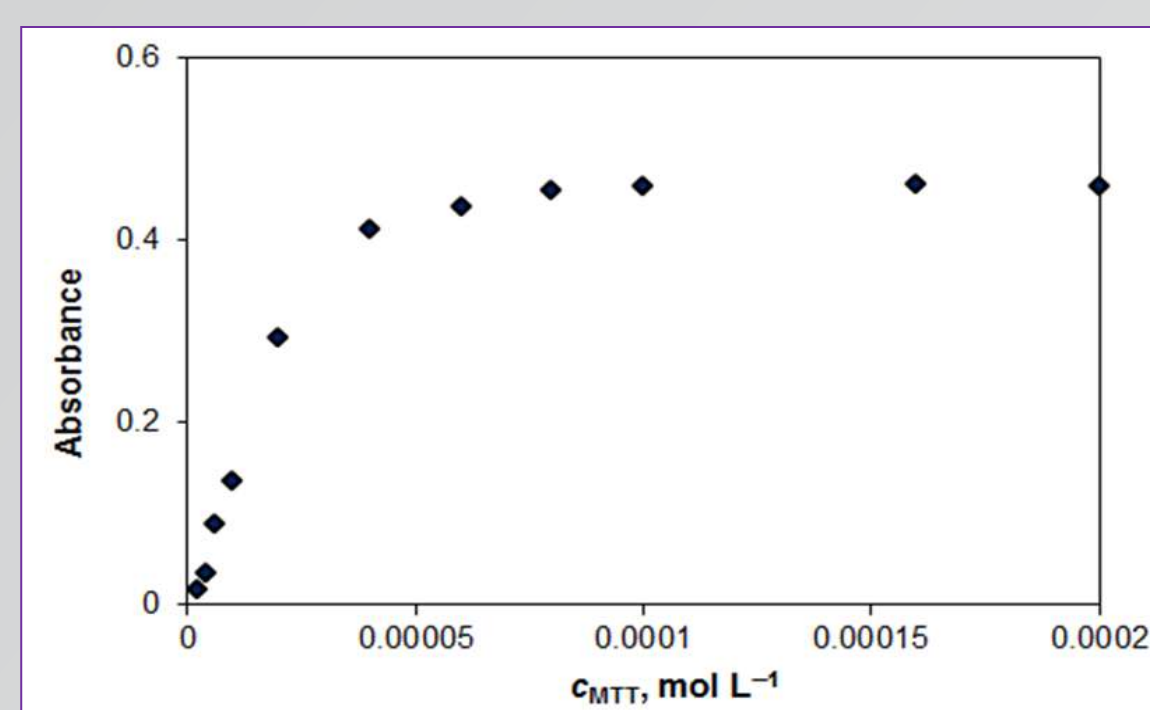
Фиг. 1. Абсорбционни спектри. $c_{V(V)} = 3 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$, pH = 5.0, $c_{\text{DHN}} = 4.0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$, $c_{\text{MTT}} = 1.5 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$, $l = 1.0 \text{ cm}$



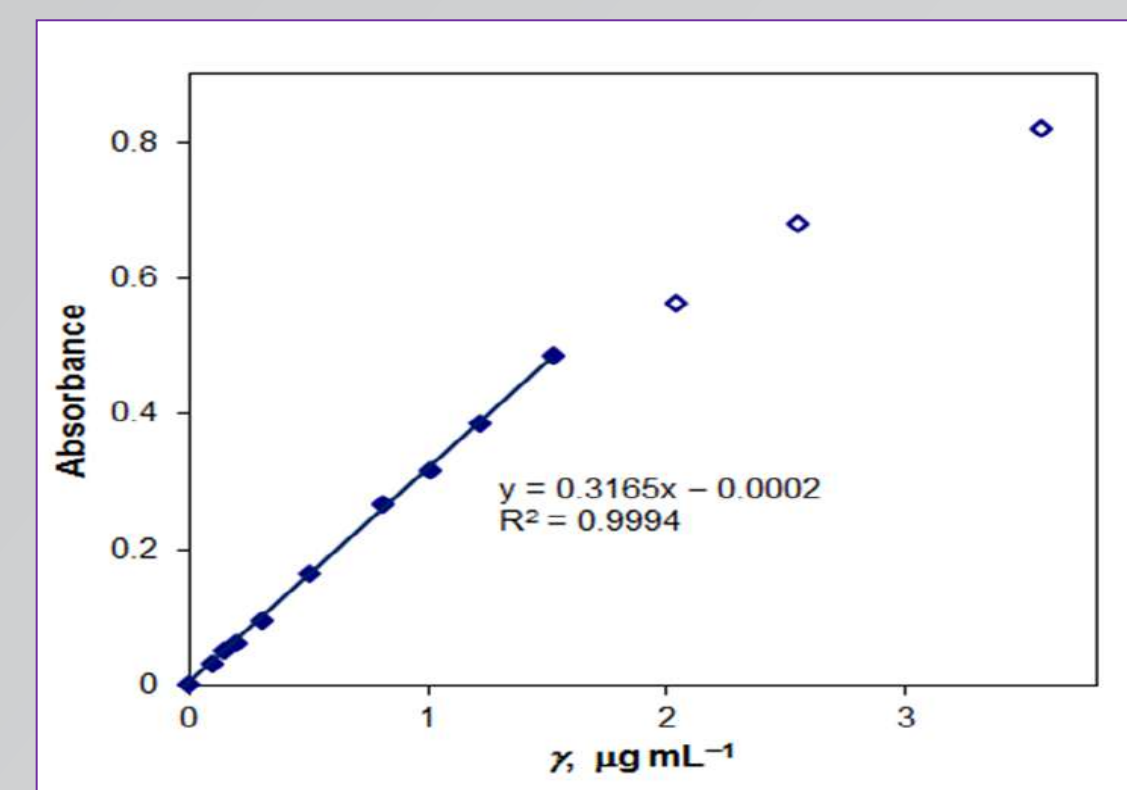
Фиг. 2. Влияние на pH. $c_{V(V)} = 3 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$, $c_{\text{DHN}} = 6.0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$, $c_{\text{MTT}} = 1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$, $l = 1.0 \text{ cm}$, $\lambda = 335 \text{ nm}$.



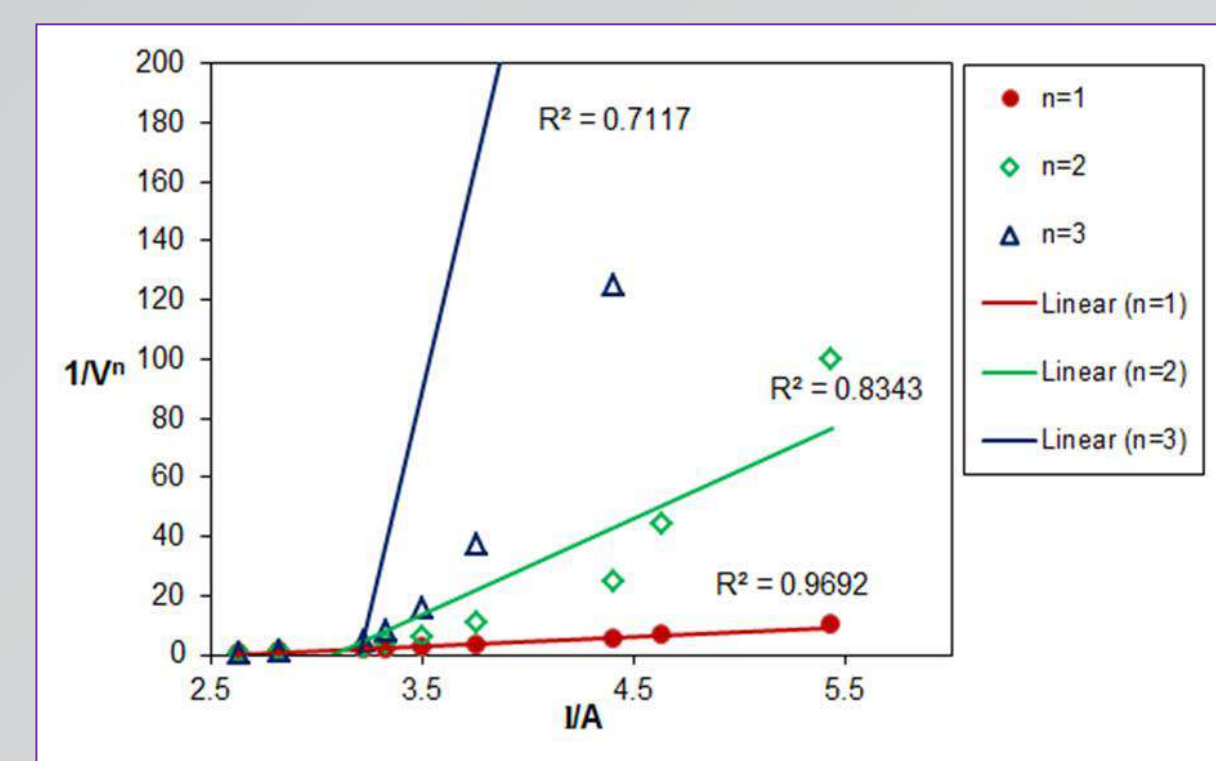
Фиг. 3. Влияние на концентрацията на DHN. $c_{V(V)} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$, $c_{\text{MTT}} = 1.5 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$, pH 5.5, $l = 1.0 \text{ cm}$, $\lambda = 335 \text{ nm}$.



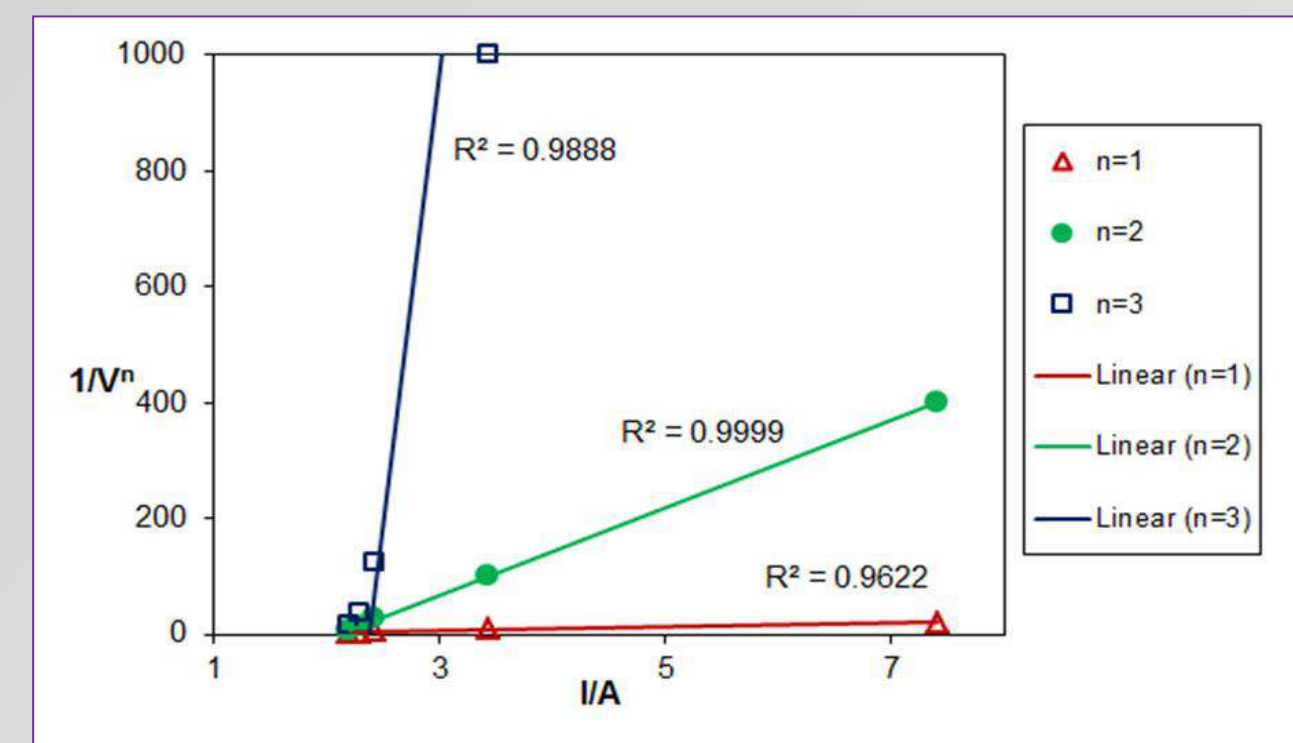
Фиг. 4. Влияние на концентрацията на МТТ. $c_{V(V)} = 3 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$, $c_{\text{DHN}} = 6 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$, pH 5.5, $l = 1,0 \text{ cm}$, $\lambda = 335 \text{ nm}$.



Фиг. 5. Зависимост между светлинната абсорбция на екстрахирания комплекс и концентрацията на V(V). $c_{\text{DHN}} = 6 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$, $c_{\text{MTT}} = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$, pH 5.5, $l = 1,0 \text{ cm}$, $\lambda = 335 \text{ nm}$.



Фиг. 6. Определяне на молното отношение DHN : V(V) по метода на Асмус. $c_{V(V)} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$, $c_{\text{MTT}} = 1.5 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$, pH 5.5, $l = 1,0 \text{ cm}$, $\lambda = 335 \text{ nm}$.



Фиг. 7. Определяне на молното отношение МТТ : V(V) по метода на Асмус. $c_{V(V)} = 3 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$, $c_{\text{DHN}} = 6 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$, pH 5.5, $l = 1,0 \text{ cm}$, $\lambda = 335 \text{ nm}$.

4. Изводи

1. Намерени са оптималните екстракционно-спектрофотометрични условия.
2. Определен е съставът на екстрахирания комплекс V : DHN : МТТ = 1 : 1 : 2 .
3. Ванадий(V) се редуцира до ванадий(IV) под действие на DHN.

5. Благодарности

Авторите изказват благодарност на ФНИ при ПУ „Паисий Хилендарски“ за финансовата подкрепа (договор ФП17-ХФ-013).

ПРОУЧВАНЕ НА НОРМАТИВНАТА УРЕДБА РЕГЛАМЕНТИРАЩА ДЕЙНОСТТА НА ЕТИЧНИТЕ КОМИСИИ В СИСТЕМАТА НА ЗДРАВЕОПАЗВАНЕ В БЪЛГАРИЯ

Ас. Нели Градинарова, д.м.,

Доц. Петя Трендафилова, д.м.,

Гл. Ас. Цветелина Михайлова, д.м

Факултет по обществено здраве, Медицински университет – София

РЕЗЮМЕ:

Фундаменталната ценност за българския конституционен ред са правата на личността, нейното достойнство и сигурност. Това е прогласено още в самия преамбюл на Конституцията на Република България и последователно е гарантирано чрез основните принципи и норми, които основният закон установява като повеля за функционирането на държавната система и за регулирането на различните сфери на социалния и икономически живот.

Чрез прогласеното с чл. 52 от Конституцията „право на гражданите на здравно осигуряване, гарантиращо им достъпна медицинска помощ, и на безплатно ползване на медицинско обслужване при условия и по ред, определени със закон“ е положена основната грижа на държавата да гарантира здравето на нацията.

Съгласно чл. 29, ал.2 от Конституцията на Република България, “никой не може да бъде подлаган на медицински, научни или други опити без неговото доброволно писмено съгласие”. На основание чл. 17, ал.4 от Закона за лечебните заведения, клинични изпитвания се провеждат по реда на Закона за лекарствените продукти в хуманната медицина (ЗЛПХМ). Този нормативен акт предвижда, че при провеждането на клиничните изпитвания се спазват основните принципи на защита правата на човека и на човешкото достойнство.

Националната правна рамка регламентираща устройството и дейността на различните видове етичните комисии, които могат да бъдат създавани на територията на страната съдържа както законова, така и подзаконова нормативна уредба.

Правната рамка установява различни по вид, структура и функции етични комисии, сред които: Централна комисия по етика (ЦКЕ); Комисии по етика в лечебните заведения, съгласно Закона за лекарствените продукти в хуманната медицина; Комисии по етика за научни изследвания (КЕНИ); Комисия по етика за многоцентрови изпитвания (КЕМИ); Комисии по професионална етика на районните колегии на Български Лекарски Съюз (БЛС) и централна на БЛС.

Анализът на нормативната уредба регламентираща дейността на етичните комисии в системата на здравеопазване в България показва, че съществува необходимост от координация при изпълнение на основните дейности на различните видове етични комисии, функциониращи съгласно вътрешното законодателство в България.

Съществуващото понастоящем законодателство, позволява да бъдат регулирани само определен кръг от медицински, биологични и други изследвания, което налага синхронизиране на дейността на съществуващите етични комисии в България и изготвянето на модел на оптимизиране на тяхната дейност.

КЛЮЧОВИ ДУМИ:

Етични комисии, нормативна уредба, България

Фундаменталната ценност за българския конституционен ред са правата на личността, нейното достойнство и сигурност. Това е прогласено още в самия преамбюл на Конституцията на Република България и последователно е гарантирано чрез основните принципи и норми, които основният закон установява като повеля за функционирането на държавната система и за регулирането на различните сфери на социалния и икономически живот.

Чрез прогласеното с чл. 52 от Конституцията „право на гражданите на здравно осигуряване, гарантиращо им достъпна медицинска помощ, и на безплатно ползване на медицинско обслужване при условия и по ред, определени със закон“ е положена основната грижа на държавата да гарантира здравето на нацията.

Законът за здравето (33) регулира обществените отношения, свързани с опазване на здравето на гражданите. То, определено като състояние на пълно физическо, психическо и

социално благополучие, е национален приоритет и се гарантира от държавата чрез равнопоставеност при ползване на здравни услуги и осигуряване на достъпна и качествена здравна помощ.

Съгласно чл. 29, ал.2 от Конституцията на Република България, “никой не може да бъде подлаган на медицински, научни или други опити без неговото доброволно писмено съгласие”. На основание чл. 17, ал.4 от Закона за лечебните заведения, клинични изпитвания се провеждат по реда на Закона за лекарствените продукти в хуманната медицина (ЗЛПХМ). Този нормативен акт предвижда, че при провеждането на клиничните изпитвания се спазват основните принципи на защита правата на човека и на човешкото достойнство.

Съществуват и редица етични кодекси, които установяват правила и принципи при провеждане на клинични проучвания, като Кодексът на професионалната етика, Етичен кодекс на Българската асоциация по клинични проучвания и етични кодекси на научноизследователската фармацевтична индустрия и генеричните фармацевтични производители.

Националната правна рамка регламентираща устройството и дейността на различните видове етичните комисии, които могат да бъдат създавани на територията на страната съдържа както законова, така и подзаконова нормативна уредба.

Целта на настоящата статия е да проучи и анализира регламентацията на етичните комисии в системата на здравеопазване в България. За реализирането на тази цел си поставихме следните задачи:

1. Анализ законовите, подзаконовите и административните разпоредби в Република България относно различните по вид, структура и функции етични комисии.

2. Изясняване на ролята и дейността на различните видове етични комисии.

Използвани са **документален метод** и **сравнителен анализ**.

Правната рамка установява различни по вид, структура и функции етични комисии, сред които: Централна комисия по етика (ЦКЕ); Комисии по етика в лечебните заведения, съгласно Закона за лекарствените продукти в хуманната медицина; Комисии по етика за научни изследвания (КЕНИ); Комисията по етика на научните изследвания в Медицински университет – София (КЕНИМУС); Комисията по етика на научно-изследователската дейност в Медицински университет – Плевен; Комисията по етика на научните

изследвания (КЕНИ) в Медицински университет – Варна; Комисия по етика за многоцентрови изпитвания (КЕМИ); Комисии по професионална етика на районните колегии на Български Лекарски Съюз (БЛС) и Български зъболекарски съюз (БЗС) и централна на БЛС.

Централна комисия по етика (ЦКЕ)

Редът за създаването и функционирането на ЦКЕ е уреден в Закона за лекарствени продукти в хуманната медицина (ЗЛПХМ), Раздел III Комисии по етика.

Централната комисия по етика се създава към Министерския съвет, състои се от 9 членове и задължително включва лекари, лекари по дентална медицина, психолог, теолог и юрист. Съставът на комисията се определя с решение на Министерския съвет по предложение на министъра на здравеопазването за срок 4 години. Към редовните членове се избират и резервни членове, които участват и имат право на глас в заседанията на комисията при отсъствието на редовните членове. Сегашният състав на ЦЕК е определен с Решение № 754 от 06.11.2014г. на Министерския съвет.

Министерският съвет по предложение на министъра на здравеопазването определя с правилник условията и реда за работа на Централната комисия по етика.

ЦЕК разглежда жалби срещу отрицателни становища на комисиите по етика по чл. 103, ал. 1 и 2 ЗЛПХМ и срещу решения по чл. 49, ал. 1 от Закона за медицинските изделия (ЗМИ). ЦЕК осъществява методическо ръководство спрямо комисиите по етика по чл. 103, ал. 1 и 2 ЗЛПХМ, дава методически указания и изисква годишни доклади за дейността на комисиите по етика.

Председателят ръководи дейността на комисията и я представлява. Председателят насрочва и ръководи заседанията на комисията, определя дневния ред на заседанията, определя докладчиците по постъпили жалби и въпроси в областта на клиничните изпитвания, представя на министъра на здравеопазването ежегоден доклад за дейността на комисията. По специфични проблеми, свързани с етични и деонтологични въпроси, при провеждане на клинични изпитвания могат да бъдат привлечени външни експерти, които предлагат писмено становище по конкретен въпрос.

Административното и техническото обслужване на комисията се осъществяват от технически секретар, който се определя от министъра на здравеопазването. Техническият секретар е служител от администрацията на Министерството на здравеопазването и не е

член на комисията. Техническият секретар приема постъпващата документация и я завежда в регистър, организира подготовката на заседанията на комисията, изготвя дневен ред и води протокол на заседанията, изготвя писмени уведомления до заявителите и жалбоподателите, технически подготвя решенията на комисията, отговаря за работата с документите и за тяхното съхраняване.

Комисията разглежда и решава въпросите от своята компетентност на закрити заседания, на които присъства и техническият секретар. Комисията се свиква по предложение на председателя на комисията, на една трета от членовете ѝ, на министъра на здравеопазването или на изпълнителния директор на ИАЛ.

Членовете на комисията са независими при изразяване на мнения и при вземане на решения. Решенията на комисията се приемат с явно гласуване и с мнозинство повече от 1/2 от присъстващите на съответното заседание членове. Заседанията на комисията са редовни, ако присъстват 2/3 от членовете. Членовете на комисията участват в заседанията лично. При липса на кворум председателят насрочва ново заседание.

Когато в комисията постъпи жалба по чл. 115, ал. 1 и 4 ЗЛПХМ и по чл. 49, ал. 1 ЗМИ, председателят насрочва заседание в срок до 5 дни от постъпването ѝ. Комисията се произнася в 14-дневен срок от датата на постъпване на жалбата.

Решенията на комисията се изготвят в писмена форма и се подписват от всички присъствали членове. Член на комисията, който не е съгласен с решението го подписва, като мотивира своето особено мнение. В решенията комисията се произнася в съответствие с основните принципи, които гарантират правата, безопасността, здравето и човешкото достойнство на участниците в изпитването, определени в Декларацията от Хелзинки за етичните принципи при провеждане на клинични изпитвания върху хора. Препис от решенията на комисията се изпраща на възложителя, на съответната комисия по етика и на изпълнителния директор на ИАЛ непосредствено след изготвянето им.

Комисии по етика в лечебните заведения, съгласно Закона за лекарствените продукти в хуманната медицина

Законът за лекарствените продукти в хуманната медицина регламентира извършването на клинични изпитвания в рамките на лечебните заведения, които представляват част от дейността на етичните комисии. Съгласно чл.103, ал.2 ЗЛПХМ към

лечебните заведения (ЛЗ), в които се извършват клинични изпитвания, се създават комисии по етика в състав, определен от ръководителя на лечебното заведение.

Съставът на Комисията се определя със заповед на ръководителя на здравното заведение, в съответствие с чл. 104 и 105 на ЗЛПХМ. Заповедта е неразделна част от документацията на Комисията. На всеки 2 години една втора от състава на Комисията по етика се обновява.

Комисията по етика към ЛЗ разглежда и дава становище за провеждане на едноцентрови клинични изпитвания на лекарства върху хора (включително научна и медицинска изследователска дейност, предвиждаща употребата на лекарствени продукти върху хора), планирани за провеждане на територията на България. Дейността на Комисията е насочена към защита на правата, безопасността и благополучието на всички участници в клинични изпитвания. Специално внимание се отделя на клинични изпитвания, които включват уязвими групи пациенти.

Комисията по етика се учредява и ръководи в своята дейност според заложените в нормативните документи на Република България изисквания – Закон за лекарствените продукти в хуманната медицина (ДВ бр. 31 от 14. 4. 2007 г. – Глава четвърта – Клинични изпитвания – чл. 81 до чл. 113 вкл. – ЗЛПХМ/2007), принципите на Добрата Клинична Практика (ДКП) (Наредба 31, приложение 1, обн. ДВ, бр. 67 от 17. 8. 2007 г) и Декларацията от Хелзинки. Тя съблюдава изискванията на българските закони и международните директиви за провеждане на клиничните изпитвания. Комисията по етика на ЛЗ осъществява дейността си при условия и ред в съответствие със стандартни оперативни процедури, изготвени в съответствие с правилата за Добра клинична практика. При поискване Комисията по етика предоставя на изследователя, възложителя или регулаторните органи писмените си процедури и заповеди, определящи списъка с членове.

Председателят на комисията се определя със заповедта за учредяване на Комисията от Ръководителя на здравното заведение. Председателят ръководи и координира дейността на комисията, контролира спазването на стандартни оперативни процедури (СОП) и правилата за Добра клинична практика, както и нормативните изисквания на българското законодателство. Председателят определя честотата, датите, часовете и мястото на заседанията на комисията по етика, определя дневен ред и ръководи заседанията. Председателят уведомява Изпълнителна агенция по лекарствата при актуализация в

състава на Комисията в срок до две седмици от промяната, осигурява участието на външни специалисти за обсъждане на конкретни въпроси, свързани с разглеждане на клинично изпитване, представлява Комисията пред трети лица.

Секретарят на комисията се определя със Заповедта за учредяване. Секретарят е пълноправен член на Комисията, който изпълнява и техническа поддръжка за работата на Комисията.

Всички членове на Комисията получават копие от документите, представляващи нормативната база за регламентиране на дейността на Комисията. Председателят на Комисия по етика запознава членовете с нови или текущи промени в нормативната база. Членовете на комисията попълват и подписват Декларация за конфиденциалност и Декларация за конфликт на интереси.

В случай на необходимост, Комисията може да привлича външни специалисти за оценка на подадена до Комисията документация. Комисията определя специалист извън състава на Комисията, избирайки от предварително изготвен списък със специалисти с признати медицински специалности. Външните специалисти дават писмени становища, отговарят на зададени въпроси по време на обсъждането, но не участват в гласуването и вземането на решения за провеждане на клиничното изпитване.

Заседанията на Комисията се провеждат с цел спазване на предвидените в ЗЛПХМ срокове за издаване на становище 60 дни от подаване на заявление за издаване на становище за провеждане на едноцентрово клинично изпитване и 35 дни от подаване на заявление за издаване на становище за съществена промяна по разрешено от Комисията едноцентрово изпитване. Редовни заседания се провеждат два пъти месечно. При необходимост се насрочват извънредни заседания.

Заявленията за провеждане на едноцентрови клинични изпитвания, промени в тях и постъпили други въпроси се разглеждат по реда на тяхното постъпване, (съгласно СОП №07: Прием и валидиране на документация).

Оценката може да бъде извършена в рамките на ускорена процедура. Целта на ускорената процедура за оценка е издаване на становище в срок до 45 дни за нови разрешения и до 20 дни за съществени промени, от датата на внасяне на документацията. Ускорена процедура на разглеждане на документи се прилага по искане на регулаторни органи, по мотивирано искане на заявителя или по преценка на председателя. Заявителят

на едноцентрично клинично изпитване може да поиска ускорена процедура за разглеждане, като в придружителното писмо към документацията изложи мотивите за това.

Заседанията на комисията по етика са закрити. Заседанията се ръководят от председателя или определения негов заместник. Заседанията се провеждат по предварително определения от председателя дневен ред. Предложения за добавяне към дневния ред на разглеждане на нови клинични проучвания не могат да се правят. След приемане на дневния ред, членовете на Комисията декларират наличието на конфликт на интереси по точките от окончателния дневен ред. Членове, които не присъстват на заседанието могат предварително да изпращат писмени запитвания и коментари по документацията. Коментарите на отсъстващите членове се адресират до секретаря на комисията. Разглеждат се писмени становища, въпроси и коментари, получени най-късно в деня, преди обявеното заседание.

При разглеждане на клинични изпитвания, предвиждащи участието на малолетни и непълнолетни лица в обсъждането участват не по-малко от двама лекари с клинична специалност педиатрия и компетентност по профила на изпитването. Те не участват във формирането на кворума и не гласуват.

При разглеждането и в обсъждането на едноцентрични клинични изпитвания, предвиждащи участието на недееспособни пълнолетни лица и лица с приета от съда недееспособност по реда на чл.162, ал.3 от Закона за здравето, участват специалисти с компетентност по съответното заболяване или групата пациенти. Те не участват във формирането на кворума и не гласуват.

Главният или координиращият изследовател може да бъде поканен на заседание на Комисията. Решението за присъствието на изследовател се взема от председателя след предложение на член на Комисията или по молба на заявителя. По време на заседанията на Комисията по етика изследователят може да представя информация във всякакъв аспект по отношение на клиничното изпитване, да участва в разискванията, но не присъства на обсъжданията на Комисията при вземане на решения и на гласуването.

Решенията на Комисията по етика се вземат с обикновено мнозинство от присъстващите членове с право на глас. Право на глас имат само членовете на Комисията, които не участват в конкретно изпитване и са административно и финансово независими от възложителя и главния изследовател. Да гласуват могат само членовете на Комисията,

които са присъствали на обсъжданията и прегледа на документацията по изпитването. Гласуването е явно и се документира в протокола, воден от секретаря на Комисията. Въз основа на обсъжданията и гласуването на заседанието секретарят изготвя писменото становище на Комисията.

За всяко заседание, секретарят на комисията изготвя протокол. След приключване на заседанието проекто-протокола са подписва от председателя и секретаря. Последният изпраща проекто-протокола на членовете на комисията за преглед до 5 дни преди следващото заседание. Направените коментари и забележки по съдържанието на протокола (не на решенията) от предишно заседание се документират и, след уточняване, секретарят изготвя окончателен протокол. В началото на следващото заседание окончателният протокол се предлага за утвърждаване на членовете на Комисията. Утвърдените от Комисията протоколи се подписват от председателя и секретаря на Комисията и се съхраняват за срок от не по-малко от три години след прекратяване на изпитването.

Комисията по етика дава положително или отрицателно (мотивиран отказ) становище или изисква промени в част от документацията като условие за окончателно становище, при необходимост. След разглеждане на подадените документи за клинично изпитване и проведено обсъждане, Комисията гласува становището си. Становището се изготвя в срок до пет работни дни от вземане на решение от Комисията. Становището на Комисията се изготвя в 4 еднакви екземпляра. Екземпляр от становището се изпраща до заявителя и Изпълнителна агенция по лекарствата в срок до пет работни дни от подписването му от председателя, два екземпляра от становището се съхраняват към документацията на Комисията.

Всяка документация за разглеждане от Комисията се подава при секретаря на Комисията. Административната документация съдържа: придружително писмо, заявление по образец, потвърждение за получен номер от Европейската база данни за клинични изпитвания, списък на регулаторните органи и комисии по етика, извън територията на България, до които е подадено заявление, и решението им, възлагателно писмо или договор за упълномощаване на лицето, което подава заявлението от името на възложителя, когато заявителят не е възложител, документ за актуална съдебна регистрация, издаден от

компетентен орган, на възложителя и заявителя на територията на Европейския съюз, декларацията по чл. 122 ЗЛПХМ.

Когато изпитваният лекарствен продукт е разрешен за употреба в държава - членка на Европейския съюз и изпитването предвижда употребата му в съответствие с условията, определени в разрешението за употреба, вместо документа по чл. 1, т. 1 може да се представи кратка характеристика на продукта. Брошурата на изследователя трябва да е издадена не по-рано от една година от подаването на документацията. Ако брошурата на изследователя е издадена по-рано от една година от подаването на заявлението, документът трябва да се съпътства от декларация от спонсора, посочваща датата на преоценка на всички налични данни и потвърждаваща, че актуализация не е необходима.

Комисията по етика оценява научните, медицинските и етичните аспекти на изпитването. Комисията определя рецензент от състава на Комисията или външен специалист, който представя своето становище за провеждане на изпитването.

Научната, медицинската и етична оценка на изпитването включва: оценка на протокола, оценка на брошурата на изследователя и наличните клинични и предклинични данни, оценка на съдържанието на Информация за пациента и формуляра за информирано съгласие, оценка на условията и реда за набиране на участници, включително рекламни материали, оценка на процедурите по включване на лица, неспособни да дадат информирано съгласие, оценка на условията и реда за възнаграждение или обезщетение на участниците в клиничното изпитване, включително размера и разпределението на заплащането на здравите доброволци, оценка на обема, вида и реда компенсиране на участниците, оценка на предвидената застраховка или обезщетение в случай на увреждане на здравето или на смърт, причинени при или по повод провеждането на клиничното изпитване, оценка на професионалната квалификация, обучение и опит на главния изследовател, изследователския екип и изискваните по протокол условия и оборудване за провеждане на изпитването, оценка на застраховката, покриваща отговорността на главния изследовател и възложителя за причинените при или по повод провеждането на клиничното изпитване неимуществени и имуществени вреди на участниците.

Комисията оценява аргументирано ли е провеждането на клиничното изпитване сред лица неспособни да дадат информирано съгласие – недееспособни, непълнолетни / малолетни; лица, временно неспособни да дадат съгласие, с оглед условията в чл. 96, чл.

97, чл. 98, чл. 100 и чл. 101 от ЗЛПХМ. Когато за провеждането на нетерапевтично изпитване е необходимо съгласието на законен представител на участника или протоколът на клинично изпитване позволява включване на пациент, без да е възможно неговото непосредствено писмено съгласие или съгласието на неговия законен представител, Комисията се произнася по въпроса, дали предложеният протокол и/или други документи съвпадат с етичните норми, според правилата за Добра клинична практика и Декларацията от Хелзинки, и дали отговарят на приложимите нормативни изисквания за такъв тип изпитвания (ЗЛПХМ и Закон за здравето, Конвенция за защита правата на човека и човешкото достойнство във връзка с прилагането на постиженията на биологията и медицината).

След започване на клинично изпитване (включване на първи пациент на територията на България) възложителят информира в писмена форма съответната Комисия. Уведомлението до комисията, одобрила провеждането на едноцентровото изпитване, съдържа информация за заглавието и кода на изпитването, възложителя, датата на включване и рандомизационен номер на първия пациент. Уведомлението става в рамките на 15 дни от включването на първия пациент в центъра.

Комисията по етика провежда текущ надзор над всяко провеждащо се клинично изпитване в изследователския център чрез изискване на доклад за прогреса на проучването.

Възложителят писмено уведомява Комисията по етика за приключването на изпитването на територията на изследователския център/страната в случай на многоцентрово изпитване. Уведомлението е по образец, утвърден от Изпълнителния директор на Изпълнителната агенция по лекарствата по реда на чл. 19., ал. 1 от Наредба 31. Уведомлението се подава в срок до 90 дни от приключване на проучването.

Възложителят представя на Комисията окончателен доклад от клиничното изпитване (чл. 143 от ЗЛПХМ). Докладът следва да се представи в срок до 1 година след приключване на проучването.

Възложителят уведомява Комисията по етика за всяка, настъпила в хода на едноцентровото клинично изпитване, подозирана неочаквана сериозна нежелана лекарствена реакция, която е довела до смърт или е животозастрашаваща, най-късно до 7 дни от получаването на информация за нея. Възложителят предоставя на Комисията

допълнителна информация по случая в срок до 8 дни от датата, на която е изпратено уведомлението. Възложителят уведомява Комисията за всички подозирани неочаквани сериозни нежелани лекарствени реакции, настъпили в хода на едноцентровото клинично проучване, които не са със смъртен изход или животозастрашаващи, най-късно до 15 дни от получаването им.

Основната роля на Комисията по етика при ЛЗ е чрез своята работа и в рамките на своите правомощия да гарантира провеждането на клинични изпитвания на територията на ЛЗ в съответствие с етичните, принципи, които са заложи в Декларацията от Хелзинки, с изискванията на добрата клинична практика и приложимите нормативни изисквания, да бъде публичен гарант за защитата на правата, безопасността, здравето, неприкосновеността и поверителността на участниците, като отделя особено внимание на уязвимите групи пациенти и да следи за съблюдаването в рамките на ЛЗ на съвкупността от международно признатите етични и научни изисквания за качество, отнасящи се до планирането, провеждането, отчитането и докладването на клиничните изпитвания, както и за научната стойност и възпроизводимост на данните от изследването.

Комисията представя на Изпълнителния директор на ЛЗ аргументирано предложение за даване на съгласие или несъгласие за участие на ЛЗ в многоцентровото клинично изпитване. Комисията представя на заявителя становището си за участие на ЛЗ в многоцентровото клинично изпитване.

Провеждане на клинични изпитвания с медицински изделия

Регулаторната рамка за провеждане клинични изпитвания с медицински изделия в Република България е Законът за медицинските изделия (ЗМИ), обн. ДВ, бр.46 от 12.06.2007г. и Наредба №10 от 23.04.2008г.

Съгласно чл.45, ал.1 от Раздел II на ЗМИ едноцентрово клинично изпитване с медицинско изделие може да започне след издаване на положително становище от комисията по етика за многоцентрови изпитвания или от комисията по етика към съответното лечебно заведение, създаден съгласно чл.103,а.2 от Закона за лекарствените продукти в хуманната медицина (ЗЛПХМ), и на разрешение от изпълнителния директор на Изпълнителната агенция по лекарствата (ИАЛ).

Възложителят или главният или координиращият изследовател подава заявление за уведомяване или разрешаване за провеждане на клиничното изпитване до съответната

комисия по етика и до ИАЛ едновременно или последователно-при многоцентрово клинично изпитване на територията на Република България подават заявление до Комисията по етика за многоцентрови изпитвания, а при едноцентрово клинично изпитване на територията на Република България могат да подадат заявление до Комисията по етика за многоцентрови изпитвания или до комисията по етика, създадена в съответното лечебно заведение. За получаване на становище от съответната комисия по етика главният, съответно координиращият изследовател или възложителят, представя: административна документация, информация за участник, документация за плана на изпитването, документация за изпитваното медицинско изделие, документация за техническите възможности на лечебното заведение и професионалната квалификация на изследователския екип, източник на финансиране и административна организация на изпитването. Съдържанието на документацията се определя в наредба на министъра на здравеопазването. Комисията по етика изготвя становище в 30-дневен срок от представянето на валидна документация, което предоставя на възложителя и на ИАЛ. Когато становището на комисията по етика е отрицателно, възложителят в 14-дневен срок от датата на уведомлението може да обжалва решението до Централната комисия по етика, създадена със Закона за лекарствените продукти в хуманната медицина. Решението на Централната комисия по етика е окончателно и задължително за комисията по етика. За получаване на разрешение за провеждане на клинично изпитване възложителят подава до ИАЛ заявление по образец, придружено с положително становище от комисията по етика, когато възложителят е подал последователно заявленията или при едновременно подаване на заявления до ИАЛ и до етичната комисия, възложителят може да представи становището на етичната комисия след получаването му, но не по-късно от 60 дни от подаването на документите към ИАЛ. Изпълнителната агенция по лекарствата оценява подадената документация в 60-дневен срок от датата на подаването ѝ уведомява писмено възложителя, че разрешава провеждането на клиничното изпитване, или че изпитването не може да бъде проведено, като посочва мотивите за отказа. Отказът за издаване на разрешение за провеждане на клинично изпитване подлежи на обжалване по реда на Административно-процесуалния кодекс.

Възложителят на клиничното изпитване е длъжен да съхранява документацията за срок 15 години след завършване на клиничното изпитване - за активни имплантируеми

медицински изделия и за изделия различни от активните имплантируеми изделия и от ин витро диагностични медицински изделия и 5 години – за ин витро диагностични медицински изделия.

Производителят е длъжен да осигури производствен процес, при който медицинските изделия, предназначени за клинично изпитване, се произвеждат в съответствие с документацията по клиничното изпитване.

ИАЛ води регистър на издадените и отнетите разрешения за провеждане на клинични изпитвания и създава система за регистрация, анализ и обобщаване на настъпили инциденти с медицински изделия по време на провеждането на клиничните изпитвания. Изпълнителният директор на ИАЛ може със заповед временно да спре провеждането на изпитването или да го прекрати, когато изпитването се провежда при условия, различни от определените при издаване на разрешението, когато е налице информация за опорочаване научната валидност на изпитването или ако съществува риск за безопасността на участниците. При прекратяване на клиничното изпитване или при временното му спиране изпълнителният директор на ИАЛ уведомява незабавно регулаторните органи на държавите членки или регулаторните органи на държавите от Европейското икономическо пространство и Европейската комисия за заповедта и представя мотивите за това.

Комисии по етика за научни изследвания (КЕНИ)

Обект на експертна оценка на КЕНИ са клинични и неклинични биомедицински и медико-социални научни изследвания върху човешки същества, научни изследвания с използването на персонална биомедицинска информация, човешки тъкани, в частност – генетично модифицирани животни и микроорганизми.

Обект на разглеждане са и всички етични проблеми, отнасящи се до защита на обществените интереси от недобросъвестни действия на изследователите при продукцията, съобщаването, предлагането и публикуването на резултатите от научните изследвания.

Не са обект на експертна дейност на КЕНИ провежданите от изследователски екипи клинични изпитвания на лекарствени продукти върху хора по смисъла на чл. 87 и чл. 88 от Закона за лекарствени продукти в хуманната медицина.

Комисията по етика за научни изследвания разработва стандартни оперативни процедури, указания и формуляри за оценка на етичните аспекти на научните изследвания в съответствие с българското законодателство, международните актове и принципите на Декларацията на Световната медицинска асоциация (СМА) от Хелзинки и на Добрата медицинска практика.

Комисията по етика за научни изследвания извършва дейности за подобряване уменията на изследователските екипи за решаване на етичните въпроси в научно-изследователската практика чрез консултации и обучение. Основните дейности на етичните комисии са да осигурят компетентен преглед и оценка на всички етични аспекти на изследователските протоколи, да осигурят интердисциплинарен и мултисекторен подход в работата си с подходяща професионална експертиза и участие в комисиите на представители на пациенти и на различните граждански сдружения с оглед да се представят интересите и мненията на гражданското общество.

Етичните комисии осъществяват своите функции в съответствие с ценностите и принципите на обществото, на което те служат. Те изграждат публично достъпни стандарти на своята дейност, които представят, коя институция е създала комисията, кои са нейните функции и задължения; какви са изискванията за членство, каква е продължителността на функционирането и, как се осъществява вземането на решения, какви са изискванията за кворум на заседанията на комисията.

Дейността на комисиите включва разработване на изисквания към изследователския протокол за разглеждане и оценка, като етичните комисии трябва да отчитат регулярно дейността си обикновено в годишни заключителни доклади.

Обект на разглеждане са и всички етични проблеми, отнасящи се до защита на обществените интереси от недобросъвестни действия на изследователите при продукцията, съобщаването, предлагането и публикуването на резултатите от научните изследвания.

В България вече има създадени редица комитети по етика на научните изследвания в областта на медицината. Комисия по етика на научните изследвания има създадени в Медицински университет – София (КЕНИМУС), в Медицински университет-Варна, в Медицински университет-Пловдив и Медицински университет-Плевен.

Комисия по етика за многоцентрови изпитвания (КЕМИ)

Комисия по етика за многоцентрови изпитвания изготвя становище за провеждане на клиничното изпитване на лекарствен продукт след оценка на съответствието на планирано клинично изпитване с правилата на добрата клинична практика, изискванията на Закона за лекарствените продукти в хуманната медицина и Регламент (ЕО) № 1901/2006 на Европейския парламент и на съвета от 12 декември 2006 година.

Възложител е физическо или юридическо лице, институция или организация, която отговаря за започването, управлението и/или финансирането на клиничното изпитване, а главен изследовател е определеният от възложителя лекар или лекар по дентална медицина. Главният изследовател ръководи цялостното провеждане на клиничното изпитване в центъра, в съответствие с одобрения протокол и ръководството за добра клинична практика, като той е отговорен за работата на изследователите.

Когато изпитваният лекарствен продукт е разрешен за употреба в държава - член на Европейския съюз и изпитването предвижда употребата му в съответствие с условията, определени в разрешението за употреба, вместо Брошура на изследователя и обобщение на всички текущи клинични изпитвания с лекарствения продукт, може да се представи кратка характеристика на продукта.

Комисия по етика за многоцентрови изпитвания (КЕМИ) се създава към министъра на здравеопазването на основание чл.103, ал.1 от ЗЛПХМ. Съставът ѝ се определя със заповед на министъра на здравеопазването, в съответствие с чл. 103, 104 и 105 на ЗЛПХМ. Изборът на членовете е съобразен с професионалната квалификация и експертност в съответната област. КЕМИ е колективен орган, който се състои от 7 до 12 редовни членове, в това число председател и заместник-председател, и 5 резервни членове, които имат квалификация и опит да разгледат и оценяват научните, медицинските и етичните аспекти. За председател на КЕМИ може да бъде определено лице, което има поне една призната клинична специалност, има научна и образователна степен „Доктор“ и има магистърска степен по Обществено Здраве и/или Здравен Мениджмънт и има поне 3-годишен управленски опит. Комисията включва медицински специалисти от различни медицински специалности, които имат призната клинична специалност и минимум 5 годишен практически опит в областта на медицината или разработването, анализа и приложението на лекарствени продукти и медицински изделия. В КЕМИ може да бъде включен и магистър-фармацевт, който има минимум 5 годишен практически опит в

областта на разработването и анализа на лекарствените продукти и медицинските изделия. Комисията включва задължително и не по-малко от двама членове с немедицинско образование - представители на двата пола, които са финансово и административно независими от лечебното заведение, където се провежда клиничното изпитване и от възложителите на клинични изпитвания. В състава на КЕМИ задължително се включва най-малко един правоспособен юрист с минимум 3 годишен опит в сферата на лекарствената регулация или клиничните изпитвания. Мандатът на членовете на комисията е с продължителност 4 години, като на всеки две години една втора от състава на комисията се обновява.

Министърът на здравеопазването може да прекрати мандат на член на комисията предсрочно и при съмнение за недеклаиран конфликт на интереси при изпълнение на задълженията съгласно чл. 106, ал. 5 от Закона за лекарствените продукти в хуманната медицина.

По силата на регламентираните функции и правомощия на Комисията по етика за многоцентрови изпитвания, тя е ангажирана с разглеждане и даване на становище за провеждане на клинични изпитвания на медицински изделия и лекарствени продукти върху хора на територията на Република България, разглеждане и даване на становище за прилагане на планирани съществени промени при клинични изпитвания и лекарствени продукти на медицински изделия, разглеждане и даване на становище за провеждане на неинтервенционални проучвания на територията на Република България и разглеждане и даване на становище за прилагане на планирани съществени промени при провеждане на неинтервенционални проучвания на лекарствени продукти и на медицински изделия, на територията на Република България. Дейността на КЕМИ е насочена към защита правата, безопасността и благополучието на всички участници в клинични изпитвания. Специално внимание се отделя на клинични изпитвания, които включват уязвими групи пациенти. Организацията, цялостното ръководство и координацията на дейността на КЕМИ се извършват от нейния председател съвместно със секретаря и заместник-председателя.

КЕМИ заседава най-малко четири пъти месечно. По предложение на председателя или на членовете на комисията, могат да заседават и извънредно. Заседанията се провеждат при наличието на кворум, който се установява с присъствен лист. Заседанията на КЕМИ са закрити и се ръководят от председателя на комисията. Заседанията се

провеждат по предварително определения дневен ред. Комисията по етика може да покани експерти в различни области за съдействие –рецензия при оценка на нови клинични изпитвания, съществени промени или друга документация, свързана с разрешаване на текущ надзор на разрешени клинични изпитвания. Външните експерти са указани в нарочен списък одобрен от МЗ.

Решенията на КЕМИ се взимат с квалифицирано мнозинство (2/3 от присъстващите на заседанието членове на Комисията с право на глас). Право на глас имат само членовете на Комисията, които не участват в конкретното изпитване и са административно и финансово независими от възложителя и главния изследовател. Да гласуват могат само членовете, които са присъствали на обсъжданията и прегледа на документацията по изпитването. Гласуването е явно. За всяко заседание секретарят изготвя проекто-протокол, който изпраща на членовете на комисията за преглед до 2 дни преди следващото заседание. В началото на следващото заседание окончателния протокол се предлага за утвърждаване на членовете. След като е утвърден се подписва от председателя и секретаря и се съхранява към документацията на КЕМИ. Комисията дава положително или отрицателно становище или при необходимост изисква промяна в част от документацията, като условие за окончателно становище.

Становищата за клинични изпитвания се дават при първоначално одобрение и за съществени промени, съгласно ЗЛПХМ. Комисията по етика се произнася със становище в срок от 60 дни от подаването на заявлението за разглеждане на клиничното проучване и в срок т 35 дни от подаването на заявлението за разглеждане на съществена промяна в клиничното проучване. След започване на клиничното изпитване възложителят информира в писмена форма Комисията.

Разпокъсаността на материята в съществуващото към момента национално законодателство, създава трудност при достъпа, наблюдението и оценката на дейността на етичните комисии.

Заклучение

Анализът на нормативната уредба регламентираща дейността на етичните комисии в системата на здравеопазване в България показва, че съществува необходимост от координация при изпълнение на основните дейности на различните видове етични комисии, функциониращи съгласно вътрешното законодателство в България.

Съществуващото понастоящем законодателство, позволява да бъдат регулирани само определен кръг от медицински, биологични и други изследвания, което налага синхронизиране на дейността на съществуващите етични комисии в България и изготвянето на модел на оптимизиране на тяхната дейност.

От проучването можем да направим следните изводи:

1. Действащото понастоящем законодателство, позволява да бъдат регулирани само определен кръг от медицински, биологични и други изследвания, което налага синхронизиране на дейността на съществуващите етични комисии към лечебните заведения в България и изготвянето на модел на оптимизиране на тяхната дейност.

2. Необходимо е да се утвърди единна правна нормативна уредба на дейността на етичните комисии на територията на Република България и да се въведе система от единни показатели за оценяване дейността на всички етични комисии на територията на Република България.

3. Нужно е да се въведе общ механизъм за събиране на съпоставими данни за етичните комисии на територията на Република България и да се създаде централизирана процедура за контрол на дейността на етичните комисии на територията на Република България.

БИБЛИОГРАФИЯ:

1. Регламент (ЕО) № 1901/2006 на Европейския парламент и на съвета от 12 декември 2006 година.

2. Конституцията на Република България, Обн.ДВ, бр.56 от 13.07.1991г.

3. Закон за лекарствените продукти в хуманната медицина, Обн. ДВ. бр.31 от 13 Април 2007г.

4. Закон за здравето, Обн. ДВ, бр.70 от 10 август 2004 г.

5. Закон за медицинските изделия, Обн. ДВ. бр.46 от 12 юни 2007 г.

6. Правилник за условията и реда за работа на централната комисия по етика към министерския съвет по закона за лекарствените продукти в хуманната медицина-приет с ПМС № 239 от 28 септември 2007 г., Обн. ДВ. бр.81 от 9 октомври 2007 г., изм. ДВ. бр.47 от 22 юни 2012 г.

7. Наредба за съществените изисквания и процедурите за оценяване на съответствието със съществените изисквания на медицинските изделия по чл. 2, ал. 1, т. 3 от закона за медицинските изделия, Приета с ПМС № 186 от 31.07.2007 г., Обн., ДВ, бр. 65 от 10.08.2007 г., изм. и доп., бр. 106 от 12.12.2008 г., в сила от 21.03.2010 г.

8. Наредба № 2 от 05.02.2008 г. за изискванията към събирането, потвърждаването и предоставянето на информация за нежелани лекарствени реакции и към съдържанието и формата на спешните доклади за съобщения за нежелани лекарствени реакции и периодичните доклади за безопасност – Изд. от МЗ, Обн. ДВ, бр. 24 от 6 март 2008 г.

9. Наредба № 15 от 17 април 2009 г. за условията за издаване на разрешение за производство/внос и принципите и изискванията за добра производствена практика на всички видове лекарствени продукти, на лекарствени продукти за клинично изпитване и на активни вещества – Изд. от МЗ, Обн. ДВ., бр. 38 от 22 май 2009 г., изм. и доп. ДВ., бр. 35 от 12 април 2013 г.

10. Наредба № 27 от 15 юни 2007 г. за изискванията към данните и документацията за разрешаване за употреба и регистрация на лекарствени продукти – Изд. от МЗ, Обн. ДВ., бр.54 от 3 юли 2007 г., изм. ДВ. бр. 33 от 30 април 2010 г., изм. ДВ. бр.47 от 21 юни 2011 г.

11. Н. Градинарова, Сети инфраструктур для проведения клинических испытаний - нормативно-правовая база Болгарии в контексте законодательства сообщества, Электронный научный журнал, Наука. Мысль, № 3-1, 2017, стр.11-20

Адрес за кореспонденция:

Ас. Нели Градинарова, дм
Катедра по “Медицинска етика и право”,
Факултет по обществено здраве,
Медицински университет – София
П.К. 1527, София
ул. “Бяло море” № 8
email: neli.p.gradinarova@gmail.com

STUDY OF LEGISLATION REGULATING THE ACTIVITIES OF ETHICAL COMMITTEES IN BULGARIAN HEALTH SYSTEM

Assist. Prof. Neli Gradinarova, LLM, MPH, PhD

Assoc. Prof. Petya Trendafilova, PhD

Assit.Prof Tsvetelina Mihaylova, PhD

Faculty of Public Health, Medical University – Sofia

SUMMARY:

The fundamental value of the Bulgarian constitutional order is person's rights, his dignity and security. This was proclaimed in the very preamble by the Constitution of Republic of Bulgaria and is consecutively guaranteed by the basic principles and norms which main law imposes as a rule for the functioning of the state system and for the regulation of different spheres of social and economic life.

Through the proclamation of Art. 52 of the Constitution, " Right of citizens of health insurance, guaranteeing them accessible medical assistance, and free use of medical care under conditions and by a procedure defined by law", the state's main concern is to ensure the health of the nation.

According to Art. 29, para 2 of the Constitution of The Republic of Bulgaria, "no one could be put under medical, scientific or other experiments without his voluntary written consent". Pursuant to Art. 17, para 4 of the Law for the medical institutions, clinical trials are conducted according to the Law on Medicinal Products in Human Medicine (LMPHM) This statutory deed provides that conduction of clinical trials shall respect the fundamental principles for protection of human rights and human dignity

The national legal framework regulating the structure and proceedings of various types of ethics committees, that may be set up within the country, contains both statutory and sublegislative legislation.

The legal framework establishes ethical committees of different kinds, structure and functions, including: Central Committee on Ethics (CCE); Ethics committees in medical establishments, according to the Law on Medicinal Products in Human Medicine; Ethics

Committee for Research (ECR); Ethics Committee for Multi-Center Testing (ECMCT); Committees on Professional Ethics of Regional Colleges of the Bulgarian Medical Association (BMA) and the Central Office of the BMA.

The analysis of the regulatory framework controlling the activities of ethics committees in healthcare system in Bulgaria, shows that there is a need for coordination in the implementation of the main activities of different types of ethical committees operating under the domestic legislation in Bulgaria.

The current legislation allows only a certain range of medical, biological and other research to be regulated, which requires synchronization of the activities of existing ethics committees in Bulgaria and defining of a model for optimizing their proceedings.

KEY WORDS:

Ethical committees, legislation regulating, Bulgaria

Assist. Prof. Neli Gradinarova, LLM, MPH, PhD

Department of "Medical Ethics and Law", Faculty of Public Health,

Medical University – Sofia

Sofia, Bulgaria, 8 Bialo more str.

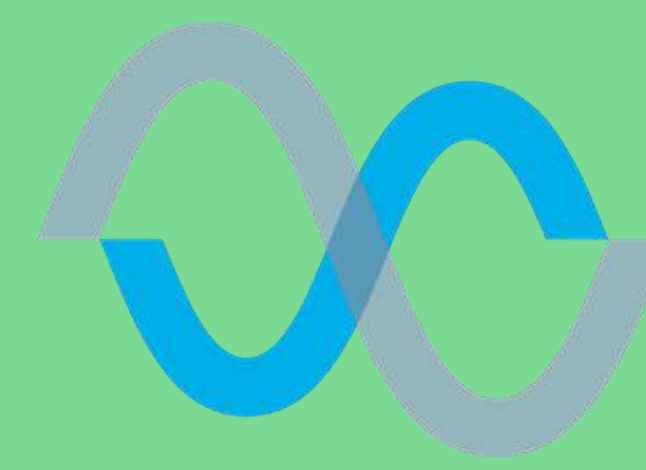
E-mail: neli.p.gradinarova@gmail.com

Влияние на вида екстрагент върху хроматографския профил на полифеноли от котешка стъпка (*Clinopodium vulgare*).



Солея Даньо, Димитър Божилов, Радка Бръмбърова, Илиян Иванов

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“ Цар Асен № 24, 4000 Пловдив, България ; solbono@abv.bg



МОТИВАЦИЯ

Различни по полярност разтворители се използват за екстрахиране на полифеноли от растителни матрици в зависимост от вида на съединенията. Целта на мултикомпонентния анализ е получаване на информация за всички компоненти на полифенолния комплекс. Това може да бъде постигнато чрез използване на разтворители, които ефективно екстрахират представителите и на трите групи полифенолни компоненти: фенолни киселини, гликозиди и агликонни.

ЦЕЛ

Изследване влиянието на вида на разтворителя и състава на екстрагента при извличането на полифеноли от котешка стъпка.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЧАСТ

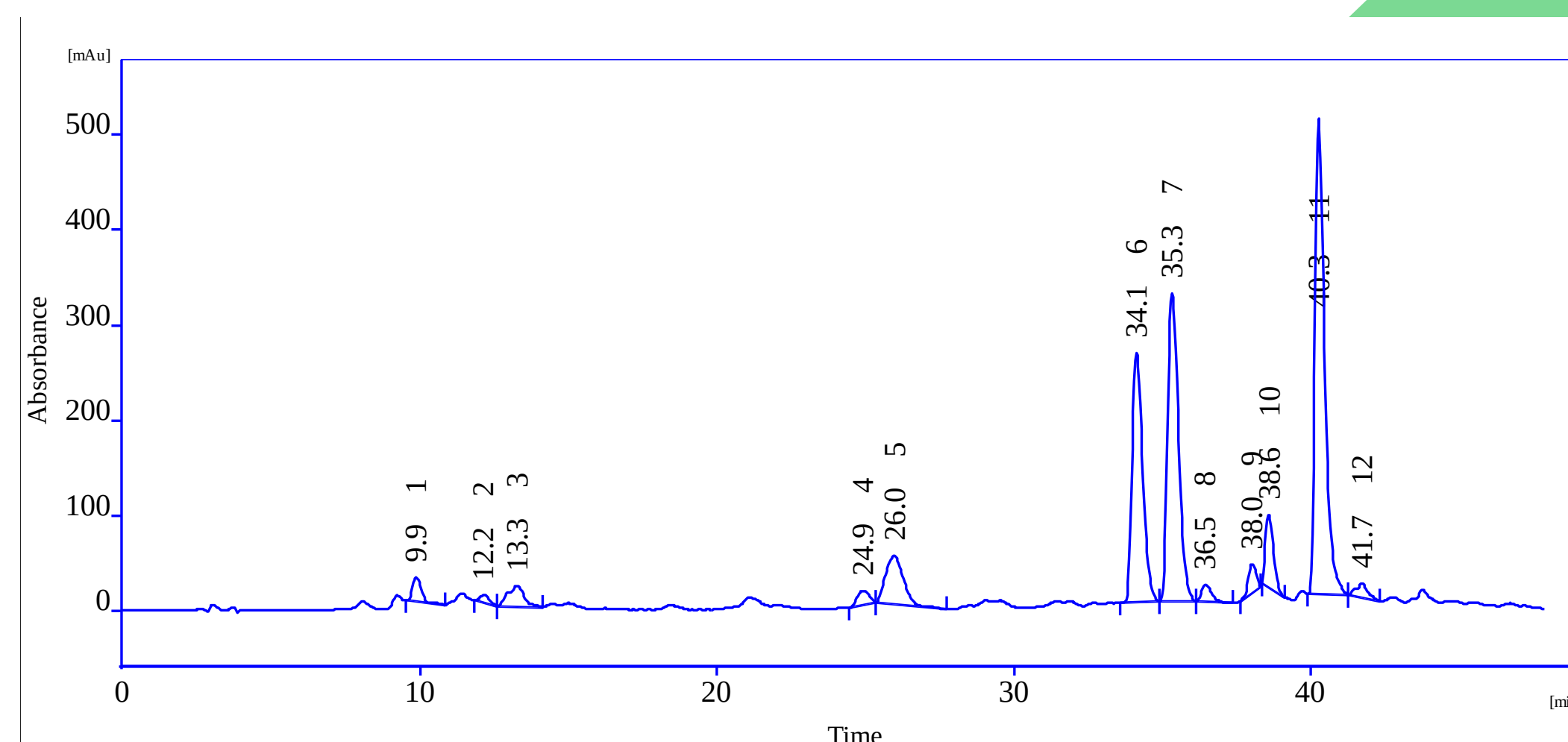
- Екстракция на полифеноли от котешка стъпка (*Clinopodium vulgare* L.), използвайки различни разтворители в ултразвукова баня за 40 min при стайна температура
- Получаване на HPLC-PDA хроматографски профил „пръстов отпечатък“ с колона Purospher C18, 25cm x 4.6mm i.d., 5µm (Merck)
- Количествено определяне на основните компоненти на полифенолния комплекс чрез HPLC-PDA
- Оценка на добивите за главните компоненти, разделителната способност и интерференцията на разтворителя и растителната матрица

Благодарности:

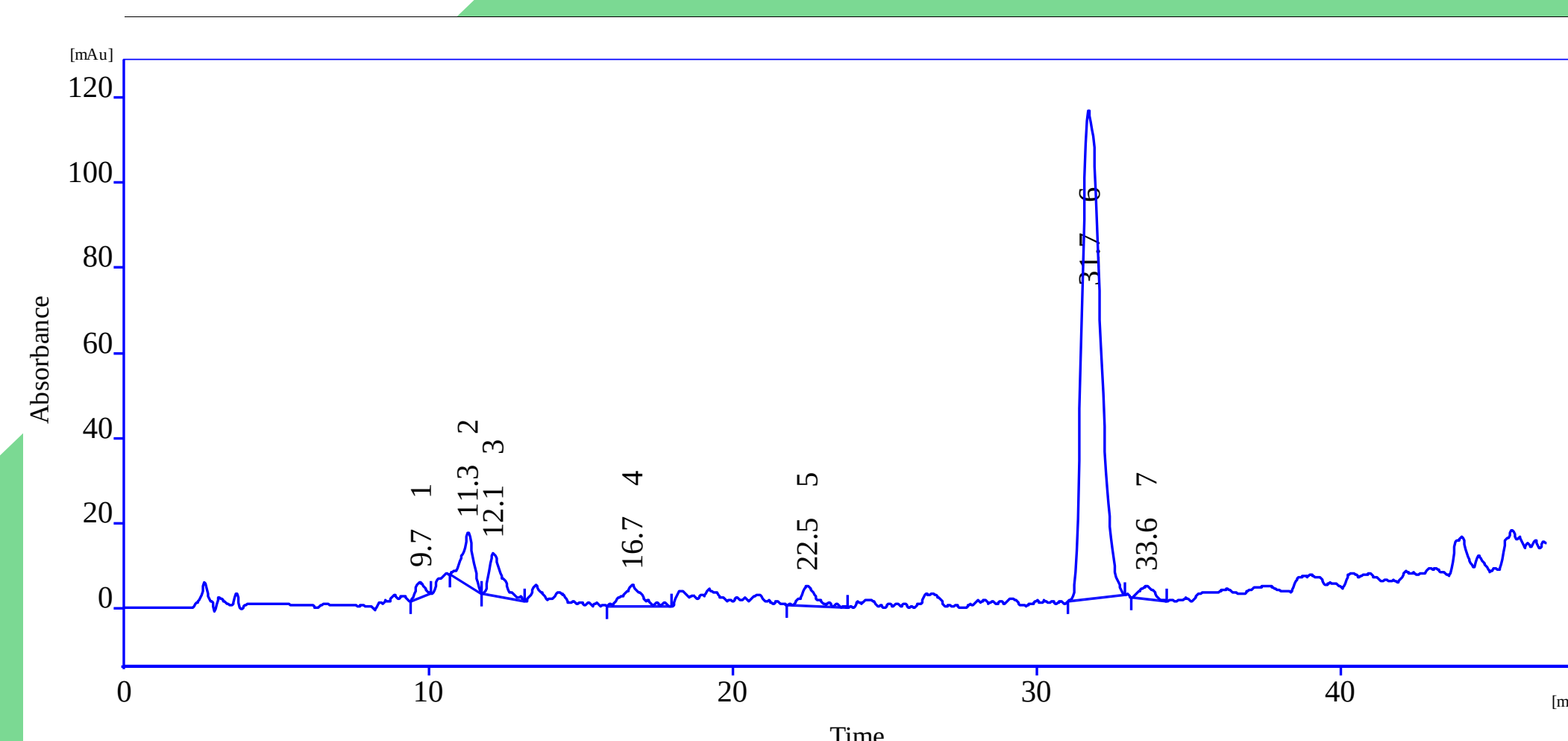
Изследванията са финансирани от Фонд Научни Изследвания на Пловдивския университет по проект ФП17-ХФ-013

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

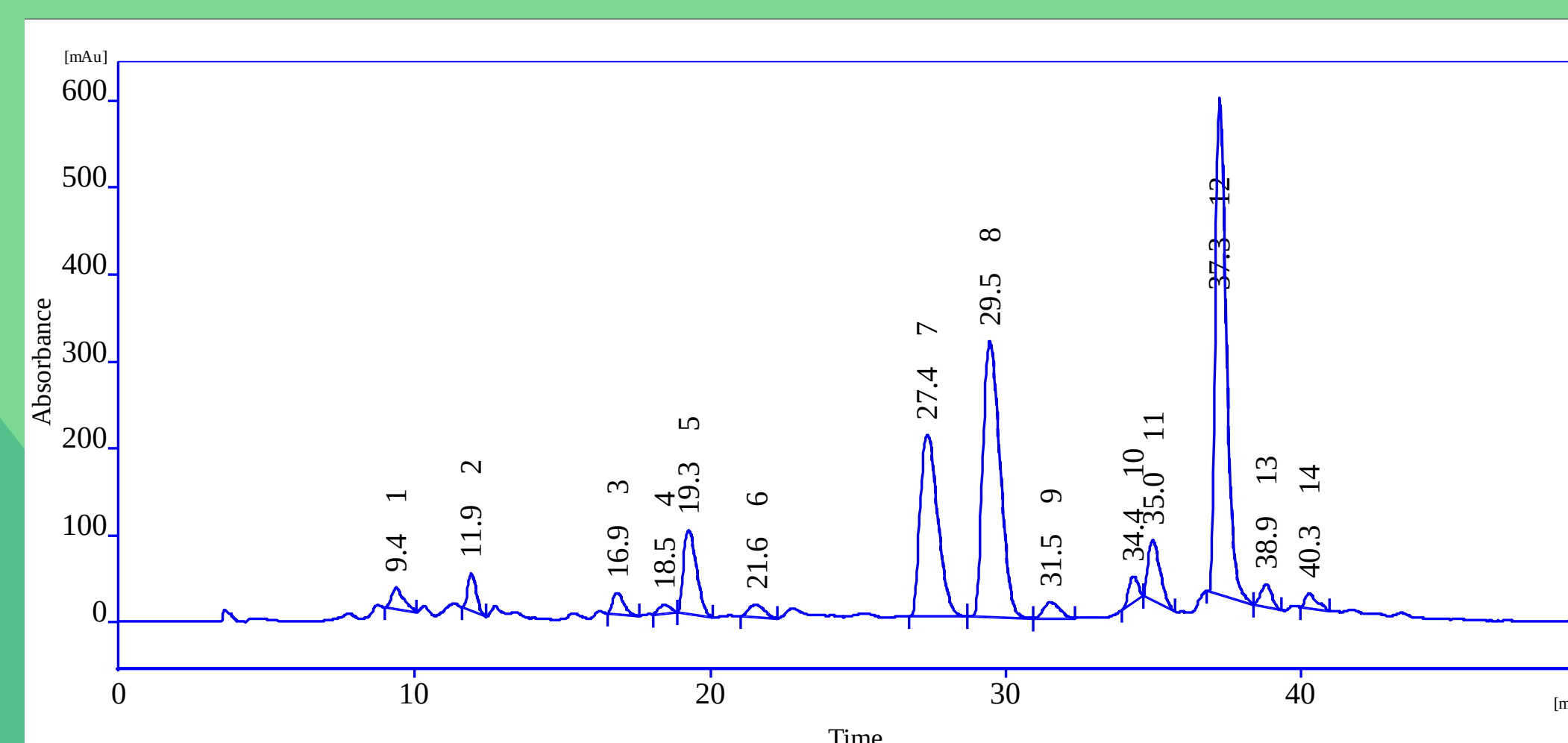
Хроматографският профил на полифенолите, получен чрез анализ с HPLC-PDA показва, че основните компоненти в *Clinopodium vulgare* L. са розмаринова киселина (RA) (пик 7, Фиг.1), лутеолинови (LG) и апигенинови гликозиди (AG) (пикове 5 and 6, Фиг. 1, 2) и неидентифицирани флавоноиди (пикове 8, 9,10,11,12 Фиг.1).



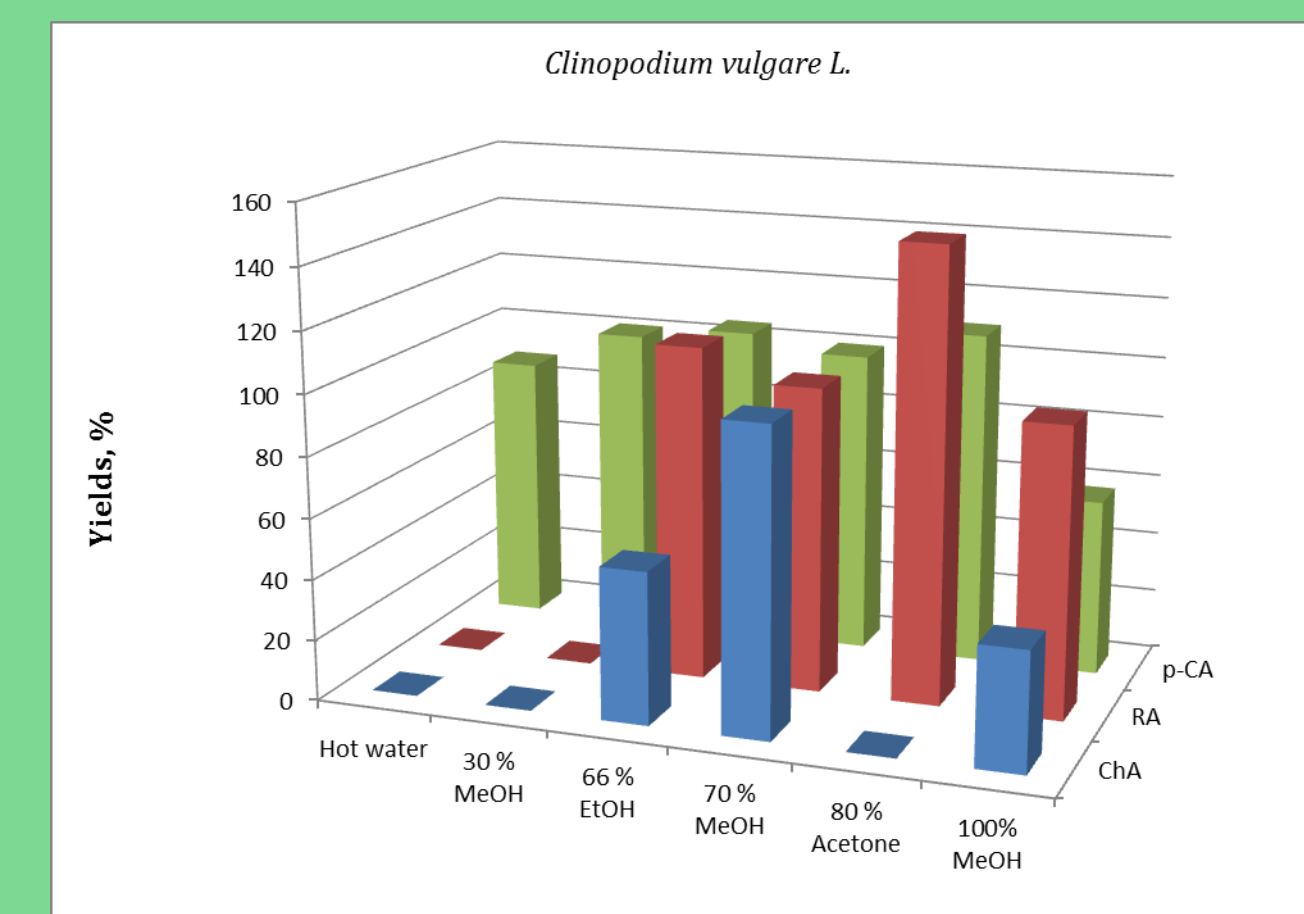
Фиг. 1. Хроматографски профил „пръстов отпечатък“ на полифеноли екстрахирани с 70 % метанол от *Clinopodium vulgare* L., получен чрез HPLC-PDA



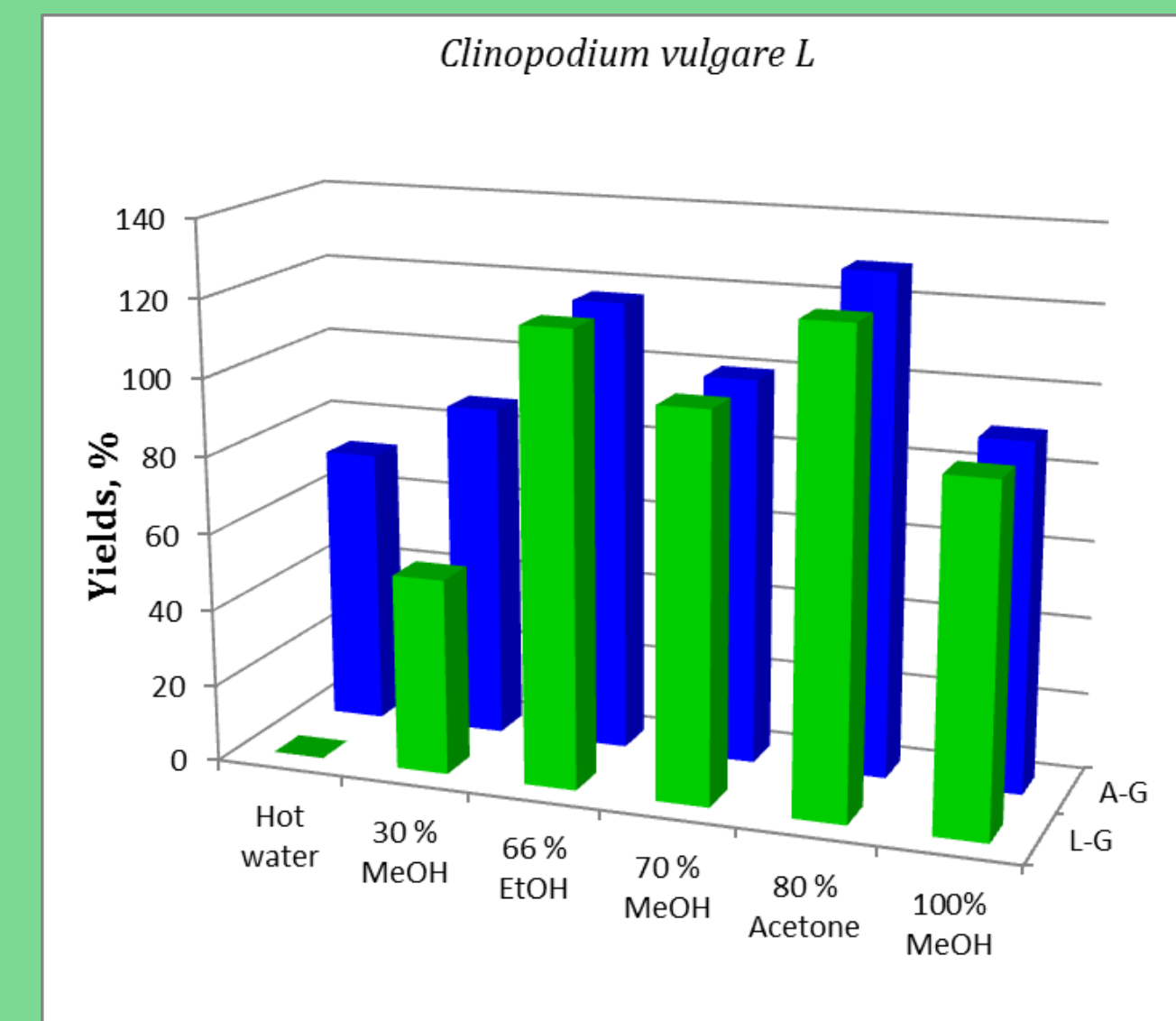
Фиг. 2. Хроматографски профил „пръстов отпечатък“ на полифеноли екстрахирани с гореща вода от *Clinopodium vulgare* L., получен чрез HPLC-PDA



Фиг. 3. Хроматографски профил „пръстов отпечатък“ на полифеноли екстрахирани с 80 % ацетон от *Clinopodium vulgare* L., получен чрез HPLC-PDA



Фиг. 4. Добив на основни фенолни киселини (%) от *Clinopodium vulgare* L., получени чрез различни разтворители



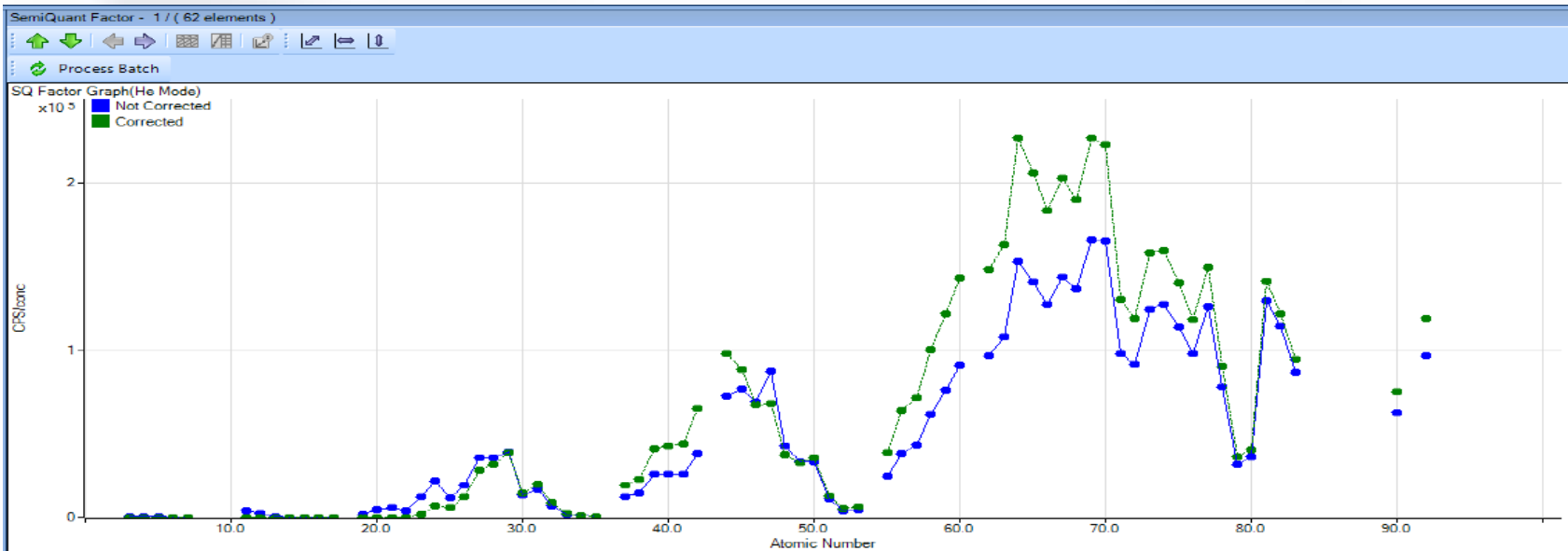
Фиг. 5. Добив на флавоноидни гликозиди (%) от *Clinopodium vulgare* L., получени чрез различни разтворители

Данните от хроматографския анализ показват, че влиянието на използваните разтворители (Фиг.4,5) е не само върху добивите на основните компоненти, но и върху цялостния хроматографския профил (Фиг.1,2,3). Необходимо е да се имат предвид съвместимостта на разтворителя с подвижната фаза и неговото поглъщане в УВ областта, когато се избира подходящия екстрагент. Най-високи добиви са получени чрез екстракция с 80% ацетон. Освен полифеноли ацетонът извлича и други съединения от растенията, което води до по-висок матричен фон и до завишаване на резултатите. Като заключение може да се подчертае, че 70% метанол е най-селективен и подходящ за екстракция на полифеноли от растенията. (Фиг.1).

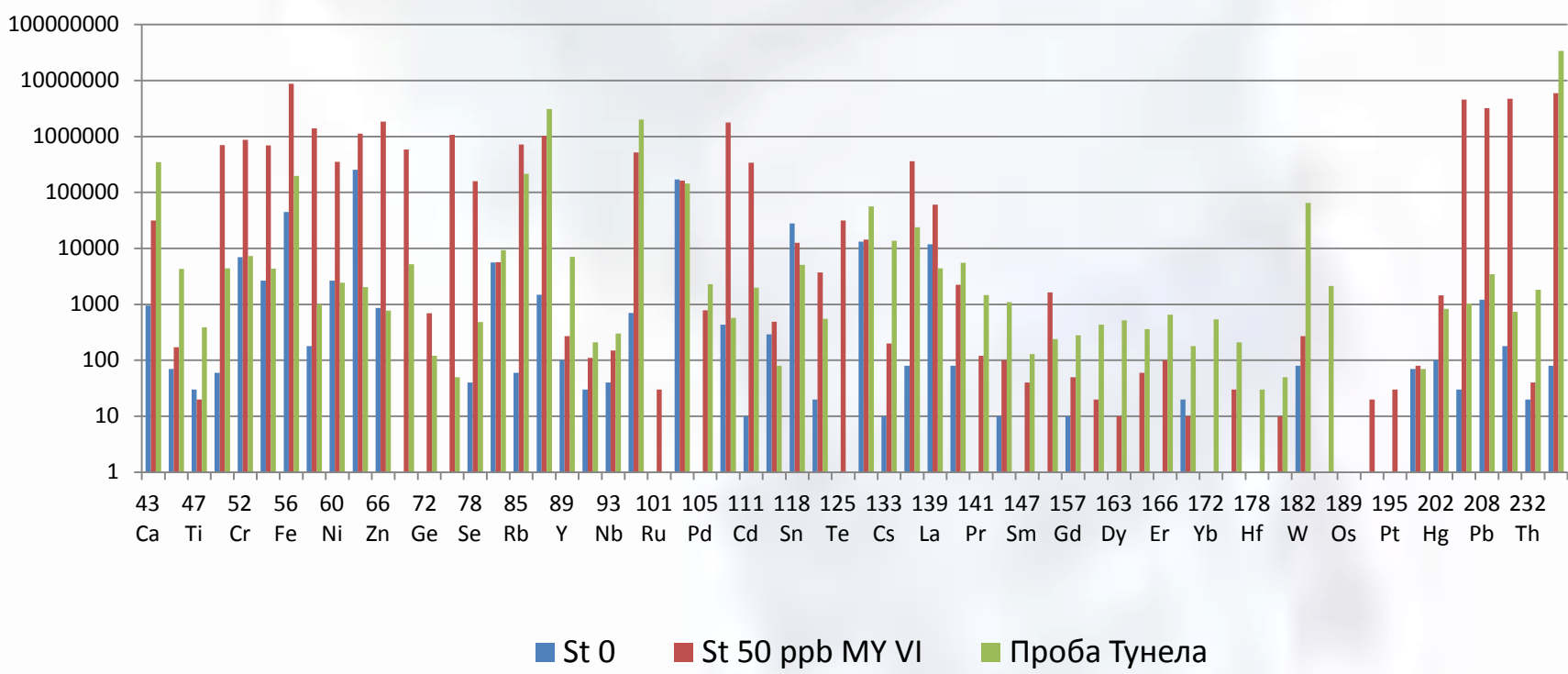
Изследване на природни и питейни води от маршрута Пловдив-Смолян за съдържание на следови елементи чрез ICP-MS

Евелина Върбанова¹, Деяна Георгиева¹, Виолета Стефанова¹, Веселин Кметов¹, Илиян Иванов²
¹ПУ „П. Хилендарски“, Катедра аналитична химия и компютърна химия
²ПУ „П. Хилендарски“, Катедра органична химия

Водните проби са събирани през периода юни-септември в чисти полипропиленови съдове за анализ. След консервиране с HNO₃, р.а. (крайна концентрация 0.5% v/v) е добавен вътрешен стандарт Rh за оценка на неспектрален матричен ефект и инструментален дрейф на чувствителността. Концентрацията на елементите е измерена с Agilent ICP-MS 7700 в Катедрата по аналитична химия и компютърна химия на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“. Калибрацията е извършена с многоелементен стандартен разтвор Merck Multi VI/ ICP-MS респонс-таблицата е актуализирана с многоелементен стандартен разтвор Merck Multi VI. Всички елементи са измерени в режим semiquant с колизионен газ He.



ICP-MS респонс таблица



ICP-MS спектър на празна проба, многоелементен стандарт MY VI и реална проба вода „Тунела“

Таблица 1 Резултати от полуколичествен елементен анализ за проби питейни и природни води; RSD=30% ПДК – Пределно допустима концентрация - Official Journal of the European Communities, COUNCIL DIRECTIVE 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption; * - показатели с индикаторно значение - Приемлив за потребителите и без значими колебания спрямо обичайното за показателя - НАРЕДБА № 9 от 16.03.2001 г. за качеството на водата, предназначена за питейно-битови цели.

Елемент	ПДК	Проба Конц.	Езерото	Къмпинг	Трите чучура	Пампорово	Райна Стефанова	Паметник	Нареченски бани	Тунела	Голям завой	Смолян град
Ca	*150 mg/l	mg/l	0.72	0.67	1.0	0.58	1.05	18.4	9.7	9.4	24	29
Sc		µg/l	0.23	0.10	0.09	0.06	0.05	0.12	0.06	0.23	0.44	0.25
Ti		µg/l	20.5	0.22	0.38	0.29	0.65	0.56	0.50	0.78	1.6	0.22
V		µg/l	0.89	0.16	0.19	0.09	0.21	0.48	0.41	0.28	0.38	0.30
Cr	50 µg/l	µg/l	0.53	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	2.37	0.24	< 0.1	< 0.1	0.19
Mn	*50 µg/l	µg/l	6.10	0.43	0.13	1.92	0.30	5.11	2.99	0.20	0.70	2.50
Fe	*200µg/l	µg/l	296	2.0	0.5	1.5	8.5	16.8	5.7	6.4	32	95
Co		µg/l	0.07	0.02	0.012	0.015	0.02	0.08	0.06	0.05	0.07	0.04
Ni	20 µg/l	µg/l	0.22	0.00	0.00	0.07	< 0.05	0.24	0.11	0.14	0.45	0.27
Cu	2 mg/l	µg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	2.7	< 0.1	0.14	0.4	0.3	< 0.1	< 0.1
Zn	*5 mg/l	µg/l	0.7	1.1	< 0.1	2.4	0.0	1.0	0.4	1.0	0.36	38
Ga		µg/l	1.4	0.3	1.1	1.3	0.7	4.7	3.9	0.8	2.1	1.8
Ge		µg/l	0.3	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.1	< 0.05	0.6
As	10 µg/l	µg/l	0.20	0.09	0.11	0.10	0.05	0.12	0.12	0.06	0.53	3.24
Se	10 µg/l	µg/l	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.8	0.4	< 0.2
Rb		µg/l	1.4	0.8	0.5	2.6	0.4	0.3	2.0	17.9	3.0	2.3
Sr		µg/l	39	30	66	45	47	255	82	212	106	69
Y		µg/l	0.4	0.1	0.1	0.3	0.2	0.04	0.03	0.21	0.65	0.03
Zr		µg/l	1.09	< 0.01	< 0.01	0.09	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.41	< 0.01
Nb		µg/l	0.25	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.02	< 0.01
Mo		µg/l	0.02	0.03	< 0.01	< 0.01	0.32	0.30	1.56	245	11.9	1.3
Ru		µg/l	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Pd		µg/l	0.05	0.04	0.07	0.06	0.06	0.27	0.08	0.21	0.11	0.06
Ag		µg/l	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cd	5 µg/l	µg/l	0.011	< 0.01	< 0.01	0.012	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.37	0.011	< 0.01
In		µg/l	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Sn		µg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Sb	5 µg/l	µg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Te		µg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Cs		µg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.42	0.21	< 0.1
Ba		µg/l	6.7	1.8	5.6	6.9	3.5	26	22	4.5	13.2	12.3
La		µg/l	0.60	0.12	0.03	0.18	0.31	0.02	0.01	0.13	0.06	< 0.01
Елемент		Проба Конц.	Езерото	Къмпинг	Трите чучура	Пампорово	Райна Стефанова	Паметник	Нареченски бани	Тунела	Голям завой	Смолян град
Ce		µg/l	2.1	0.02	0.02	0.08	0.10	0.04	0.011	0.12	0.17	0.01
Pr		µg/l	0.09	0.02	0.01	0.05	0.06	< 0.01	< 0.01	0.02	0.06	< 0.01
Nd		µg/l	0.27	0.08	0.03	0.21	0.24	0.01	0.01	0.09	0.27	< 0.01
Sm		µg/l	0.06	0.02	0.01	0.05	0.05	0.00	< 0.01	< 0.01	0.07	< 0.01
Eu		µg/l	0.014	< 0.01	< 0.01	0.013	< 0.01	0.011	< 0.01	< 0.01	0.02	< 0.01
Gd		µg/l	0.071	< 0.01	< 0.01	0.038	0.034	< 0.01	< 0.01	0.008	0.062	< 0.01
Tb		µg/l	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Dy		µg/l	0.05	0.01	0.01	0.04	0.03	< 0.01	< 0.01	0.02	0.07	< 0.01
Ho		µg/l	0.010	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Er		µg/l	0.04	0.01	0.01	0.03	0.02	< 0.01	< 0.01	0.01	0.04	< 0.01
Tm		µg/l	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Yb		µg/l	0.04	0.01	0.01	0.04	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	0.06	< 0.01
Lu		µg/l	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Hf		µg/l	0.04	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Ta		µg/l	0.02	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
W		µg/l	0.02	< 0.01	0.01	< 0.01	< 0.01	0.01	0.02	1.91	0.17	0.05
Re		µg/l	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.05	< 0.01	< 0.01
Os		µg/l	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Ir		µg/l	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Pt		µg/l	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Au		µg/l	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Hg	1 µg/l	µg/l	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.1	0.1	< 0.01	< 0.01
Tl		µg/l	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.013	< 0.01	< 0.01
Pb	10 µg/l	µg/l	0.38	0.06	0.01	0.09	0.00	0.09	0.12	0.09	0.16	0.22
Bi		µg/l	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Th		µg/l	0.537	< 0.01	< 0.01	0.040	0.012	< 0.01	< 0.01	0.029	< 0.01	< 0.01
U	30 µg/l	µg/l	0.2	0.04	0.14	0.14	0.67	1.3	2.6	336	8.33	1.7

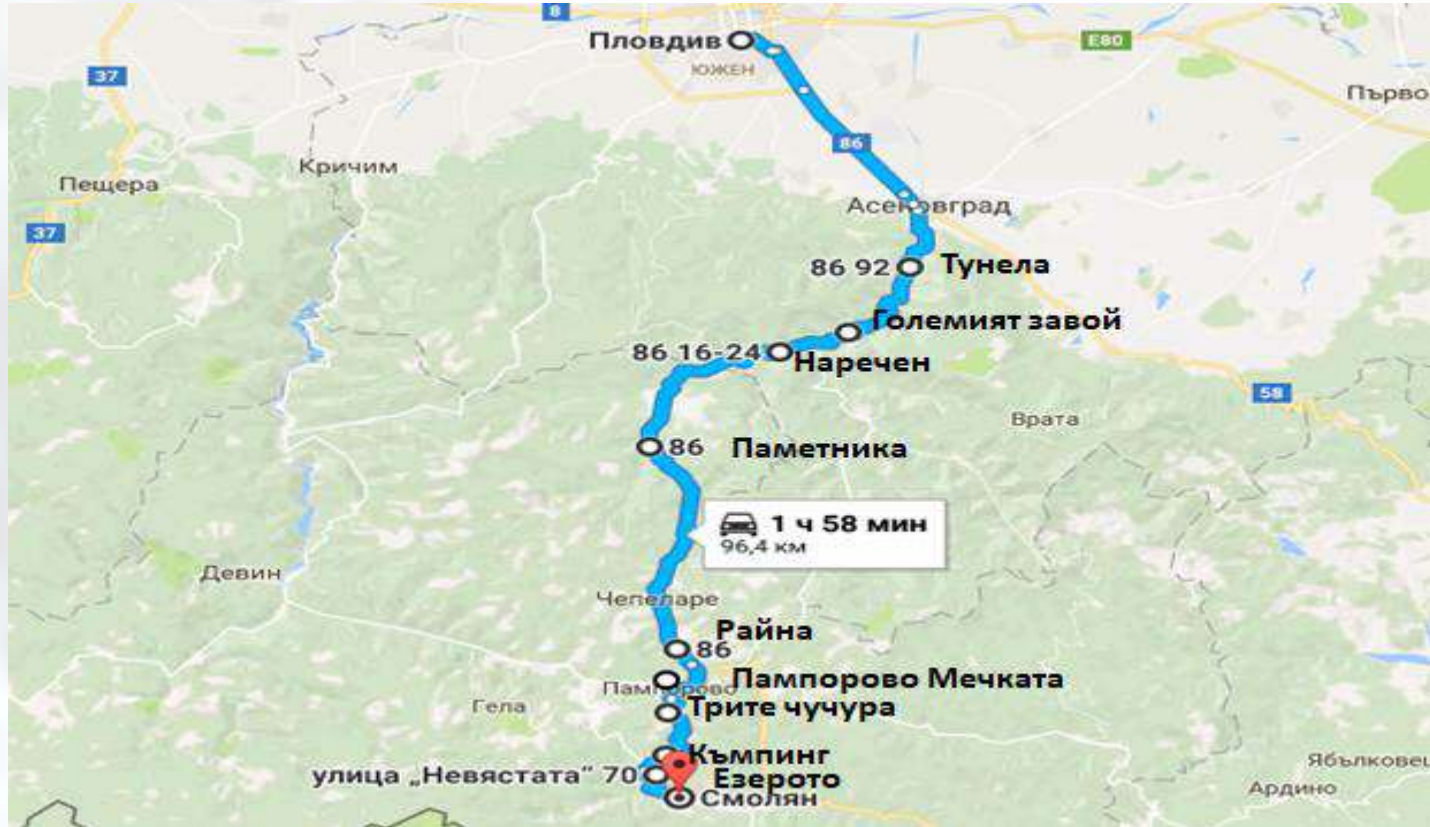
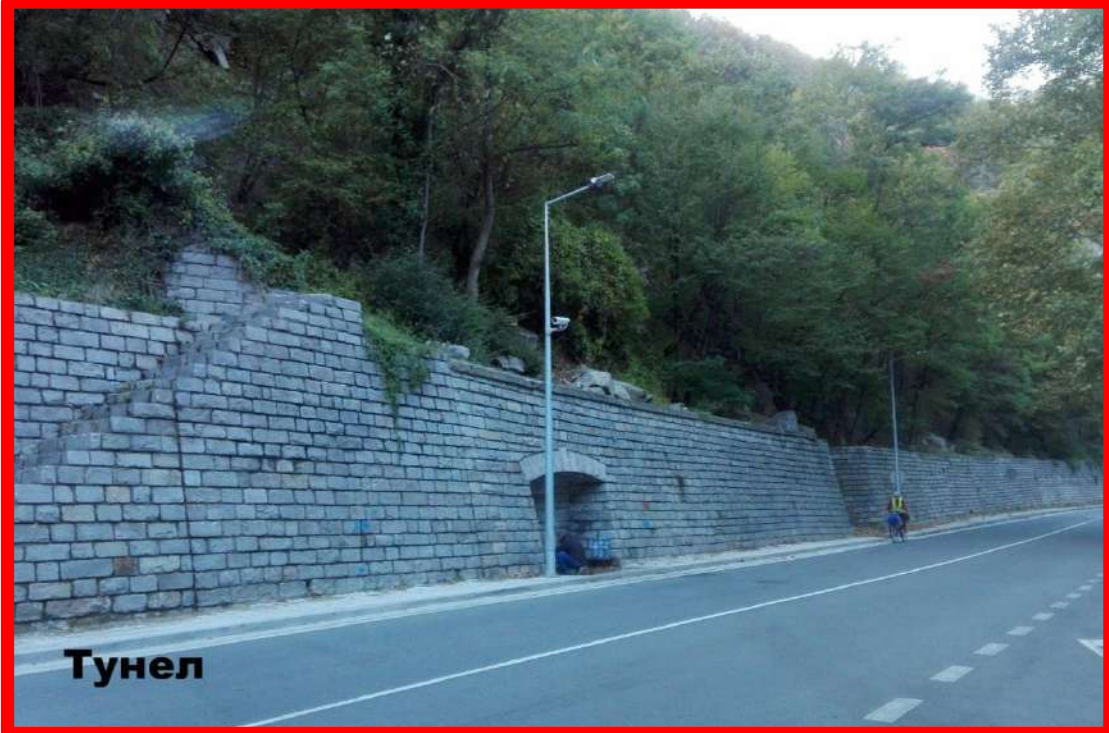
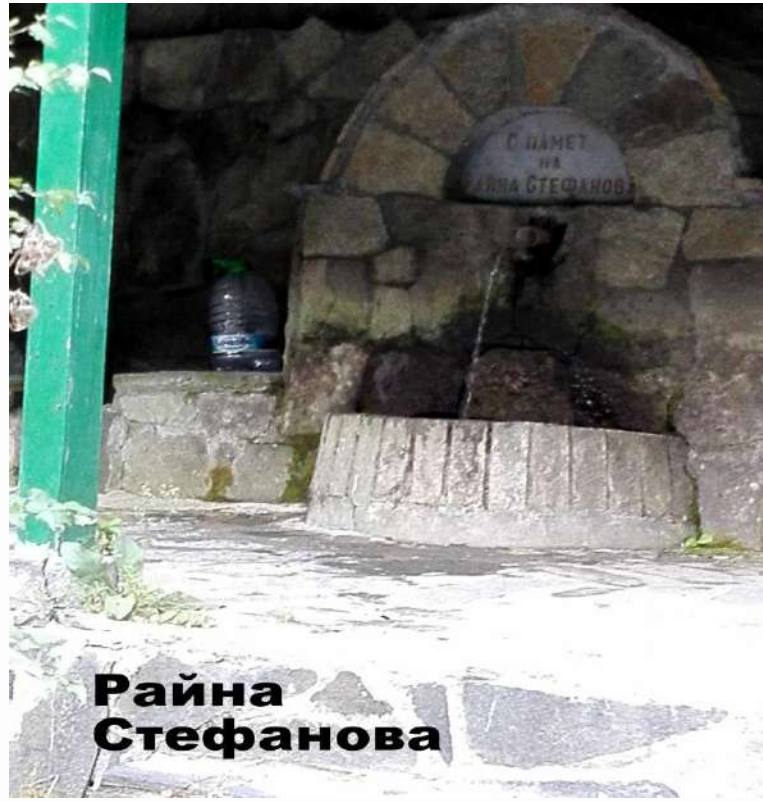
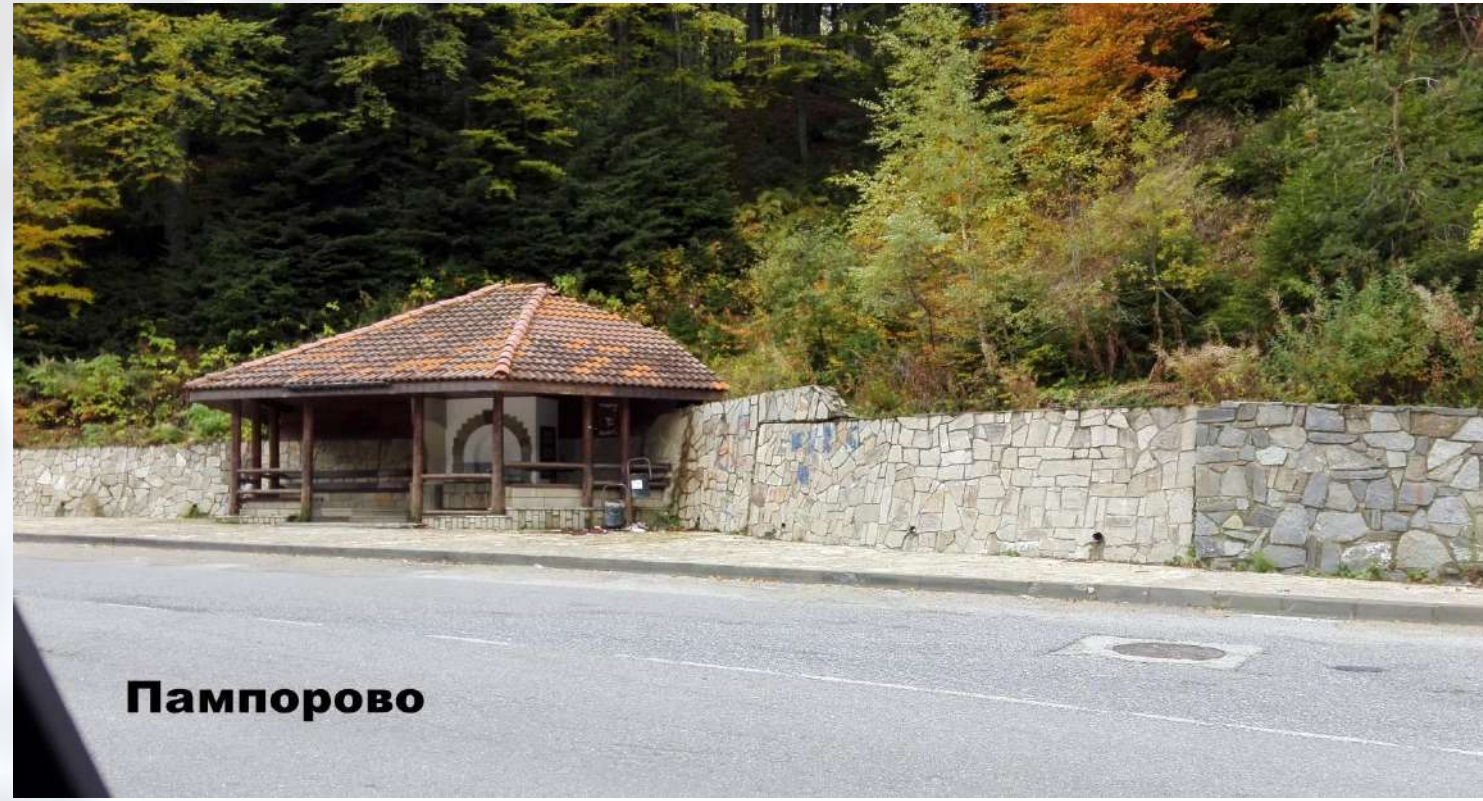
Изследването се отнася единствено до елементния състав на тестваните проби и самостоятелно не може да служи като база за изводи, относно пригодността на водата за битови и питейни нужди.

От представените на Таблица 1 резултати и сравнението с пределно допустимите концентрации (ПДК) се вижда, че елементите, които подлежат на мониторинг в питейни води са под граничните стойности за изследваните проби. Изключение прави уран в проба „Тунела“, където измерената стойност от **314 µg/l надвишава над 10 пъти ПДК – 30 µg/l**. За да бъде отхвърлена вероятността за случайно или пиково замърсяване са взети 3 независими порции проба на различни дати в периода юни-октомври 2017г. Резултатите са представени на Таблица 2.

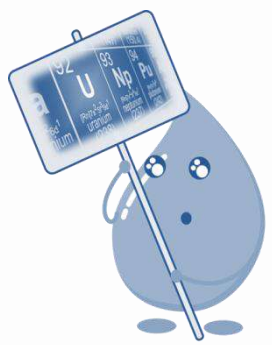
По-високи концентрации в пробите от същия водоизточник са измерени за елементите Mn, Fe, Zn и др, въпреки че не се смятат за високо токсични и в *НАРЕДБА № 9 от 16.03.2001 г. за качеството на водите в България* включени в групата на **„индикативните показатели“**.

Таблица 2 Измерени концентрации за уран в 3 независими проби вода от точка Тунела, µg/l, данни от количествен анализ.

Проба №	Месец, година	Конц. U, µg/l	SD, µg/l
1	5.2017	316	9.5
2	6.2017	291	8.7
3	10.2017	336	10



Карта на маршрута Пловдив-Смолян и точки на пробовземане.



Благодарности:
Проект ФП17-ХФ-013-НПД-ПУ