



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

крепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми".

*Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз*



Европейски социален фонд

Заклучителна работна среща, “ЗАВЪРШВАМЕ С УСПЕХИ” 12 – 13 март 2015 г.

гл.асистент д-р Людмила Георгиева Велкова –
Институт по Органична Химия с
Център по Фитохимия – БАН

Участва в проекта от март 2013г.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

Подкрепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми".

*Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз*



Европейски социален фонд

Дейност 1.

Подкрепа на нови и започнали докторски програми и надграждане знанията и уменията на постдокторанти и млади учени от целевата група.

Получени са сертификати за участието ми в курсове на следните теми:

1. Изолиране на протеини и анализ със съвременни методи и техники.

Лектор: проф. д-р П. Долашка.

2. Апаратура за изследване на фотосинтетично кислородно отделяне.

Лектор: Проф. д-р Л. Масленкова.

3. Основни молекулярно-биологични методи и тяхната приложимост при анализ на биологични обекти:

- Полимеразна верижна реакция (PCR) и нейните приложения;
- Southern/Northern блот анализи.

Лектори: Доц. д-р Лъчезар Карагьозов, Гл. ас. д-р Стефан Цветков

4. Използване на съвременни микроскопски методи в биологията.

Лектор: Доц. д-р В. Василева

Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

Подкрепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми".

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз



Европейски социален фонд

- 4. Автоматизиране на системи, поддържащи функционирането и растежа на растенията. Лектор: Доц. д-р Роман Захариев**
- 5. Биотехнология при растенията. Лектор: Доц. д-р Георгина Костуркова**
- 6. Генетично подобряване на културните растения – история, съвременно състояние, проблеми и перспективи. Лектор: Проф. дн Б. Атанасова.**
- 7. Статистически методи в биологията и химията. Лектор: Доц. д-р Е. Молле.**
- 8. Репарационни системи в еукариотни организми. Лектор: Доц. д-р М. Пешева.**



Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

Подкрепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми".

*Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз*



Дейност 2.

Подпомагане на научно-изследователската дейност на докторантите, постдокторантите и младите учени от целевата група.

Предоставени са средства и са закупени на химикали, материали и консумативи за експериментална дейност за изследване на протеини, гликопротеини, пептиди и гликопептиди, изолирани от молюски и артроподи.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

Подкрепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми".

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз



Европейски социален фонд

Дейност 3.

Повишаване на конкурентноспособността на целевата група.

Посетени са курсове по:

1) английски език за напреднали;

2) компютърен курс по Power Point ;

и са получени съответните сертификати.

Получени са сертификати за следните курсове за повишаване конкурентноспособността на целевата група:

Модул 1: Основи на патентното законодателство и умението да се изобретява.

Лектор: Инж. Миля Мутафчиева

Модул 2: Въведение в структурната политика и финансовите инструменти на Европейския съюз. Структурните фондове и Оперативни програми за България – механизми и начин на действие. Лектор: З. Михайлова-Карова.

Модул 3: Публично частните партньорства. Лектор: Я. Труева.

Практически модул: Въведение в насоките за кандидатстване, формуляри за кандидатстване и бюджет. Изисквания за донорите, език и стил на проекта. Лектор: Златина Михайлова-Карова.

Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

Подкрепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми". Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз



Европейски социален фонд

Дейност 4.

Създаване на условия за установяване на контакти и взаимодействие с изявени наши и чужди учени, и млади изследователи в избраната научна област.

- I. Участие в международен научен форум - «33-ти Европейски симпозиум по пептиди», който се проведе от 31.08. до 05.09.2014 включително, в гр.София, България.
- II. Проведена е специализация (10-26.11.2014) във водещ европейски научно-изследователски център, в Университета в гр.Тюбинген – Факултет по Биохимия и биофизика. По време на специализацията проведех експерименти:
 1. Проведените експерименти бяха свързани с изследване на слюзта и хемолимфата от градински охюви *Helix lucorum* и *Helix aspersa*. Проведено бе фракционно центрофугиране на слюзта. получените фракции бяха анализирани чрез обратно-фазова високоразделителна течна хроматография (RP- HPLC), ES-MS анализ, с цел определяне на точната ми молекулна маса и ES-MS/MS анализи.
 2. Проведени бяха структурни изследвания с Електронен микроскоп в Института Макс Планк (Max Karl Ernst Ludwig Planck) на артроподен нативен хемоцианин, изолиран от морски рак *Cancer pagurus* при различни условия:
 - а) в стабилизиращ буфер - 50 mM Трис, pH7,5 в присъствие на Ca^{2+} (20 mM CaCl_2) и Mg^{2+} (10 mM MgCl_2);
 - б) 50mM Трис буфер, pH7,5 без наличие на Ca^{2+} и Mg^{2+} ;
 - в) дисоцииращ 50mM Трис буфер, pH9,5.

Бяха наблюдавани промените в стабилността на нативната молекула при различни условия.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

Подкрепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми".

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз



Европейски социален фонд

Участие в международен научен форум

«33-ти Европейски симпозиум по пептиди»



Финансиране от проекта на: такса павоучастие в международен научен форум и отпечатване на постер.



Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

Подкрепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми".

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз



Европейски социален фонд

Analysis of a glycopeptide from structural subunit (β -HIH) of *Helix lucorum* hemocyanin by mass spectrometry

Velkova L.^{1*}, Dolashki A.¹, Dolashka P.¹

¹Institute of Organic Chemistry with Centre of Phytochemistry, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia 1113, Bulgaria, e-mail: lyudmila_velkova@abv.bg

Introduction

Hemocyanins (Hcs) are copper-containing respiratory glycoproteins with quaternary structure localized in the hemolymph of several arthropods and molluscs. Molluscan hemocyanins are large glycoproteins, usually have a higher carbohydrate content (1-9 %, w/w) with different structures and quantities of the oligosaccharide moieties [1, 2]. Molluscan Hcs usually have a powerful immunogens, probably due to their high carbohydrate content and specific monosaccharide composition [3, 4]. One of the most investigated and widely used in experimental immunology and clinical practice as adjuvant and molecular bearer is Keyhole limpet hemocyanin (KLH) isolated from hemolymph of the marine snail *Megatara crenulata*.

We have now analyzed the oligosaccharides and the carbohydrate linkage sites of the structural subunit β -HIH isolated from land snail *Helix lucorum* using tandem mass spectrometry. Mass spectrometry is the method of choice for the sensitive and comprehensive analysis of proteins and glycoproteins. The comprehensive analysis of protein glycosylation is a major requirement for understanding glycoprotein function in biological systems, and is a prerequisite for producing recombinant glycoprotein therapeutics.

Results and Discussion

In total 10 potential sites for N-glycosylation (Asn-Xaa-Ser/Thr), were identified in the gene sequence of the hemocyanin isoform β -HIH, but only some of them appear to be glycosylated [5]. However, the oligosaccharide structures of the β -HIH hemocyanin isoform from *Helix lucorum* are not known yet. The aim of the present study is therefore to identify and characterize the carbohydrate structures of the hemocyanin from this garden snail gastropod based on mass spectrometric analysis.

Glycopeptides were isolated after overnight digestion of the structural subunit β -HIH with trypsin digestion, and the resulting peptides were subjected to reversed phase separation using a Nucleosil 7 C18 column. Fractions testing positive in the orcinol test were lyophilized and studied by mass spectrometry, using Q-Trap-LC/MS/MS.

A glycopeptide, selectively detected in a proteolytic mixture by the appearance of collisionally induced marker oxonium ions such as m/z 163 [Hex-H]⁺, 204 [HexNac-H]⁺, or 366 [HexHexNac-H]⁺, was sequenced. The insert of Fig.1A shows the LC/MS/MS total ion current (TIC) chromatogram of the precursor ion scan (monitoring m/z 204) of the HPLC fraction at time 27.1 min. The enhanced resolution scan (not shown) showed that the glycopeptide with mass 1781.5 eluting at this moment was doubly charged at m/z 891.25 [M+2H]²⁺.

The MS/MS spectrum (Fig. 1B) is dominated by glycan fragmentation series of Y- and B-ions, corresponding to the Domon/Costello nomenclature. However, peptide fragmentation (Roepstorff/Biemann cleavages) became more dominant when the collision energy was increased, allowing one to deduce the peptide sequence DHNTTR from the series of y- and b-ions (Fig. 1B). The ion b6 (m/z 725.5) or y6 (m/z 743.4) correspond to the peptide which contains one potential glycosylation site (-NTT-).

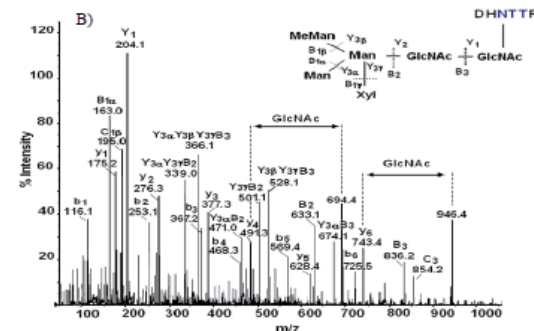
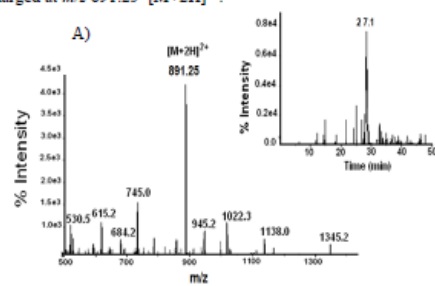


Fig. 1. Precursor scan (A) of the ion at time 27.1 min of the chromatographic separation (insert) and enhanced product ion (EPI) scan of the ion (B) at m/z 891.25 [M+2H]²⁺.

The ion y4 at m/z 491.3 correspond to the C-terminal fragment of the peptide -NTTR, and the ion at m/z 694.4 represents the same fragment still containing one GlcNAc moiety. This suggests that the linkage site -NTT- is glycosylated. The ion at m/z 946.4 corresponds to the intact peptide, represented as ion y6 (m/z 743.4), which is N-glycosylated with a single GlcNAc residue. The peptide sequence DHNTTR was determined from mass spectrometric fragmentation and fully consistent with the fragment of gene sequence of β -HIH-g, at Asn 125 [5].

The glycan structure of this peptide could be revealed by this MS/MS spectrum, which displayed the typical ions: B1a at m/z 163.0 (Man), C1B at m/z 195.0 (MeMan), Y1 m/z 204.1 (GlcNAc), Y3aY3bY3b3 m/z 366.2 (Man1GlcNAc1), m/z 528.3 (Man2GlcNAc1). The MS/MS-spectrum (Fig.1B) clearly demonstrated the presence of core-linked xylose as well as terminal methyl-hexose linked at the central mannose residue of the trimannosyl core: Y3aY3b2 at m/z 339.0 (MeMan1Man1), Y3aB2 at m/z 471.0 (D ion: MeMan1Man1Xyl1), Y3b2 at m/z 501.1 (MeMan1Man2), B2 at m/z 633.1 (MeMan1Man2Xyl1), Y3aB3 at m/z 674.1 (MeMan1Man2Xyl1GlcNAc1), B3 as and C3 at m/z 836.2 and 854.2, respectively (Xyl1MeMan1Man2GlcNAc2). Combining all data, the carbohydrate structure of 1038.0 Da (Xyl1MeMan1Man2GlcNAc2) could be suggested. The occurrence of xylose residue in β -HIH from *H. lucorum* is considered to be highly immunogenic in mammalian species [3].

The oligosaccharide constituents of Hcs are of prime significance for its antigenicity and biomedical properties, knowledge on the carbohydrate structures of this glycoprotein are still incomplete. Therefore, they are extremely interesting for the further investigation of the structural and functional role of protein glycosylation. The carbohydrate chains of some Hcs are involved in their antiviral and antitumor effect, as well in the organization of the quaternary structure of the molecules [1-4].

Acknowledgments

This work was supported by the grant BG051PO001-3.3.06-0025, financed by the European Social Fund and Operational Programme Human Resources Development (2007-2013) and co-financed by Bulgarian Ministry of Education and Science, DFG-STE 1819/5-1/2012 - Germany and FWO - VS.025.12N, Belgium.

References

- Dolashka, P., Velkova, L., Shishkov, S., Kostova, K., Dolashki, A., Dimitrov, I., Atanasov, B., Devreese, B., Voelter, W., Van Beeumen, J. *Carbohydr. Res.* 345 (16), 2361-7 (2010).
- Velkova L., Dolashka P., Lieb B., Dolashki A., Voelter W., et al. *Glycoconj J.* 28, 385-395 (2011).
- Dolashka P., Velkova L., Iliev I., Beck A., Dolashki A., Yossifova L., Toshkova R., Voelter W., Zachariava S. *Immunol Invest.* 40 (2), 130-49 (2011).
- Dolashka-Angelova, P., Lieb, B., Velkova, L., Heilen, N., et al. *Bioconjug. Chem.* 20, 1315-1322 (2009).
- De Smet L., Dimitrov I., Debys, G., Dolashka-Angelova, et al. *Gene* 487, 118-128 (2011).

Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

Подкрепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми".

*Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз*



Деятност 7.

Създаване на потенциал за развитие на приложни изследвания от целевата група и осигуряване на колаборация с фирми, търсещи връзки с научни организации в областта на биотехнологиите и биоразнообразието.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

Подкрепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми". Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз



Европейски социален фонд

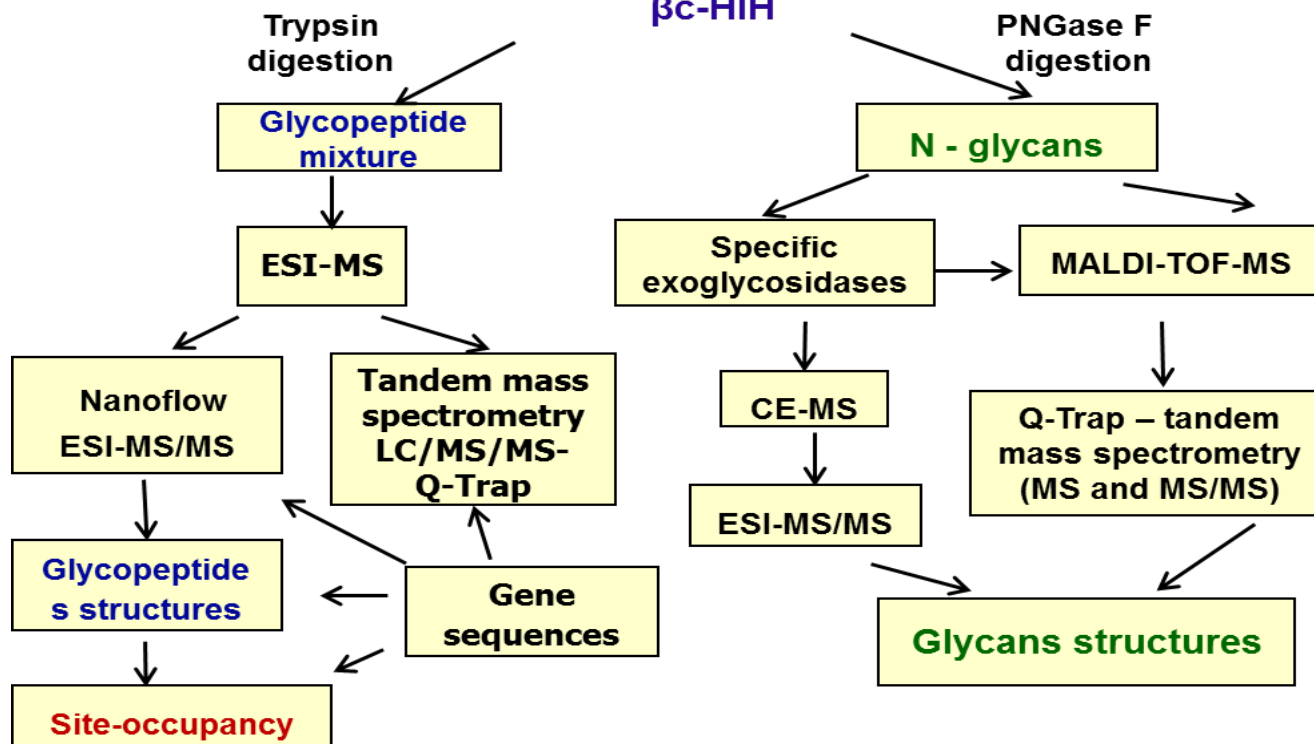
Научни резултати от експерименти с подкрепа на Проекта.

Определяне на въглехидратната структура на гликопротеини.

Изолиране и изследване на пептиди и гликопепти.

Стратегия за охарактеризиране на олигозахаридната структура на гликопротеини

Структурна субединица
βс-ННН



Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

Подкрепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми".

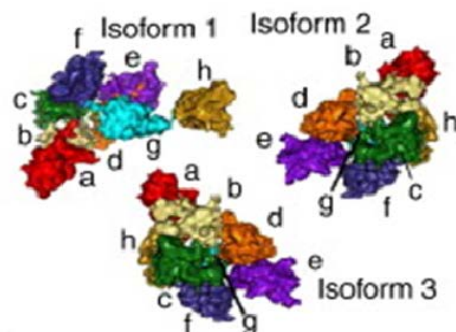
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз



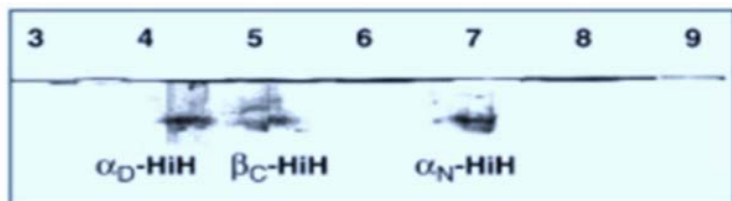
Европейски социален фонд

Хеноцианин, изолиран от градински охлюв *Helix lucorum*

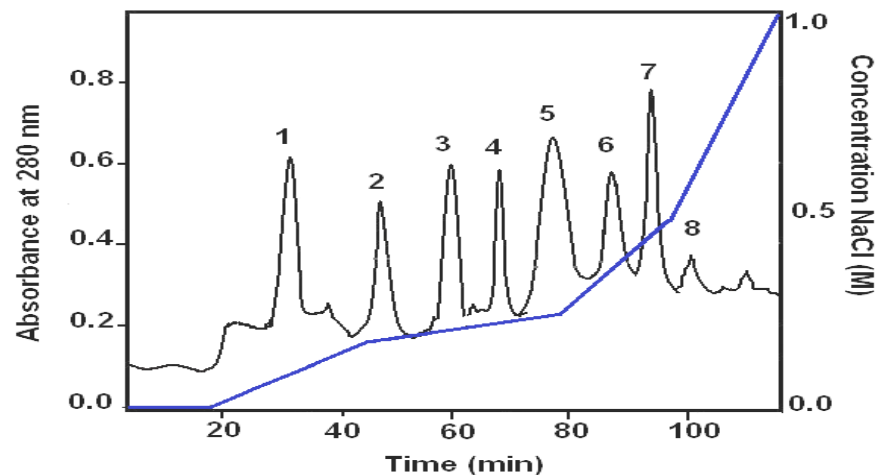
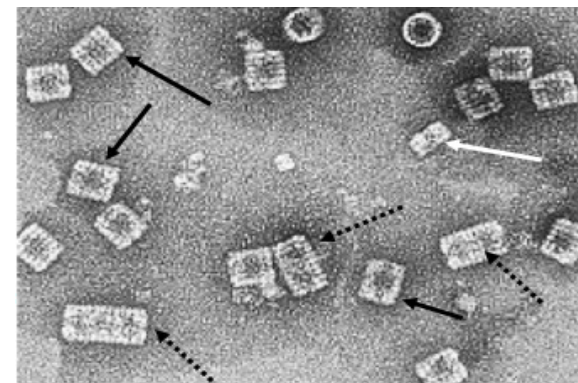
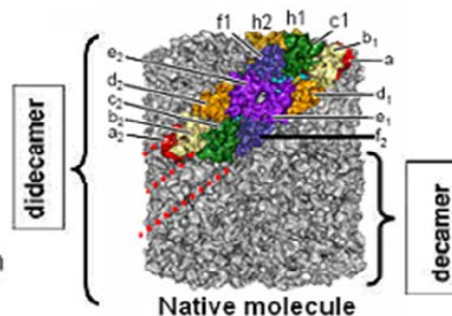
Helix lucorum hemocyanin (HlH)
Helix aspersa hemocyanin (HaH)
Helix pomatia hemocyanin (HH)



Structural subunits:
 β -HlH, α_D -HlH and α_N -HlH



2-D гел електрофореза на изолираните три изоформи (β -HlH, α_D -HlH and α_N -HlH) на хемоцианин от *H. lucorum*.



Изолиране на функционални единици, след лимитирана протеолиза с трипсин на структурираната субединица β -HlH

Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

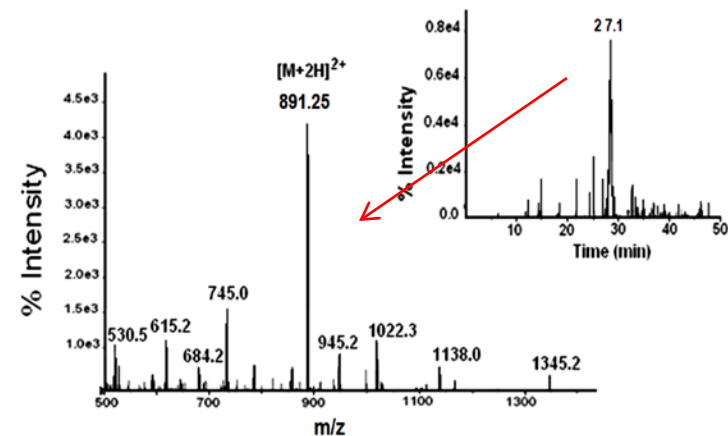
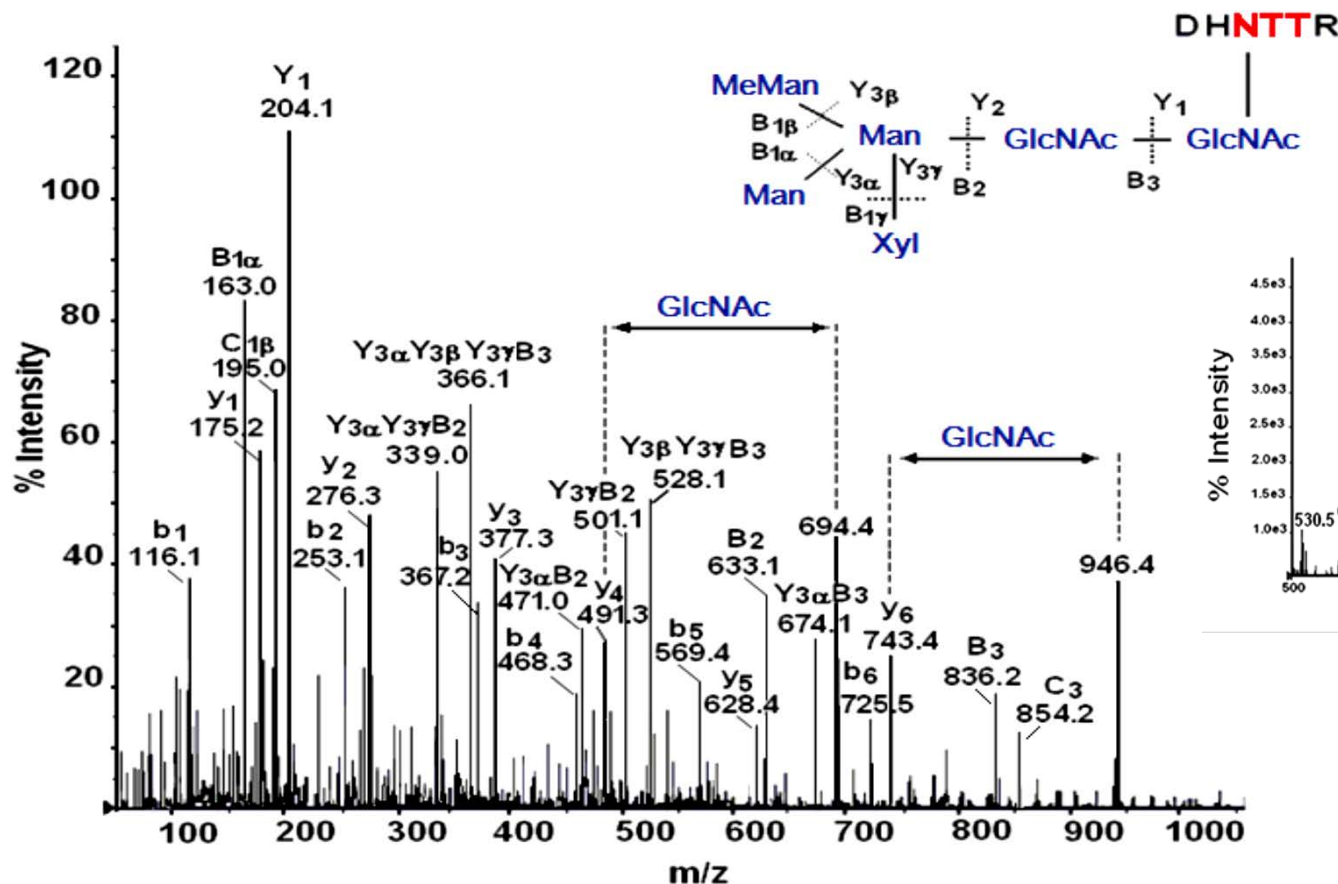
Подкрепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми".

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз



Европейски социален фонд

Q-trap LC/MS/MS - анализ на гликопептид, представен като $[M+2H]^{2+}$, при m/z 891.25 с молекулна маса 1781.5



Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

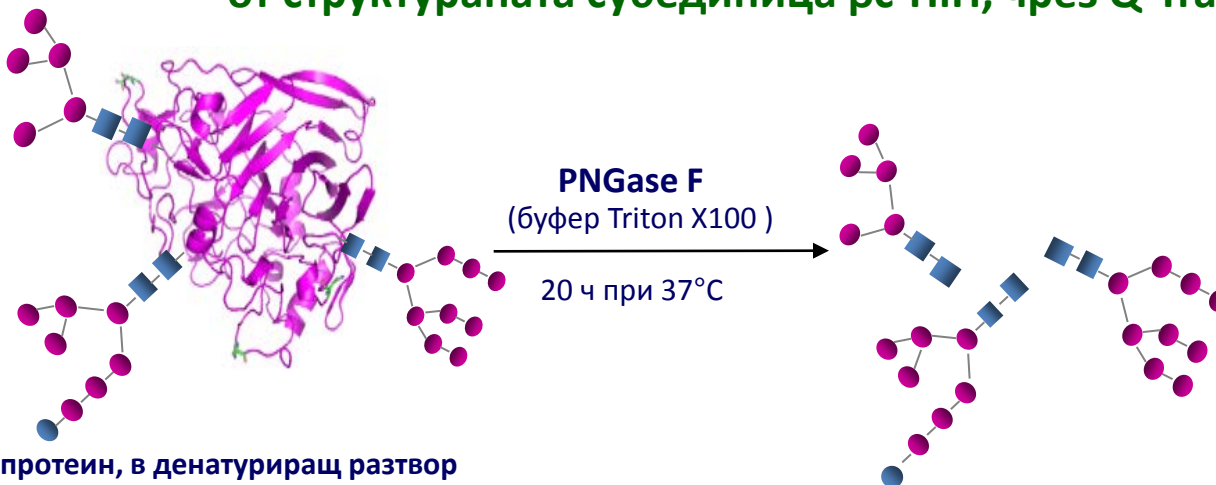
Подкрепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми".

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз

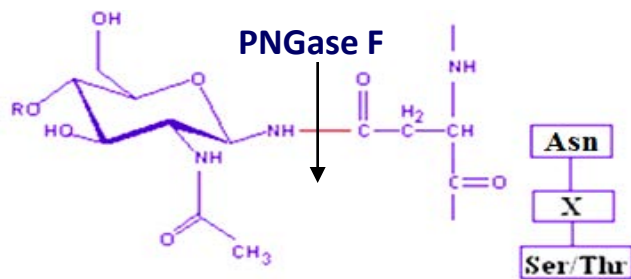


Европейски социален фонд

Определяне на въглехидратната структура на N-гликани гликани, изолирани от структурната субединица β -NH, чрез Q-Trap система.



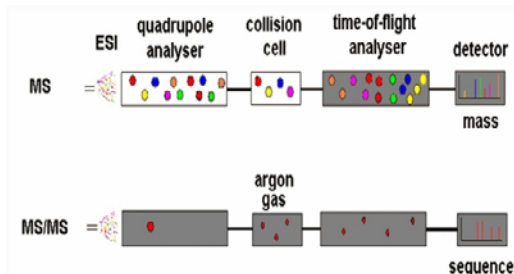
Освободените N-гликани бяха изолирани и пречистени, на колона Carbograph, елуирана с 2 мл от 25% ацетонитрил с 0.05% TFA.



**MALDI-TOF, Q-Trap
и/или CE-MS**



Tandem mass spectrometry
Q-TRAP system



N-свързаните гликани са сканирани в режим на положителна йонизация, като за продуцирането на положително заредени молекулни йони е добавен натиев ацетат към солвента.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

Подкрепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми".

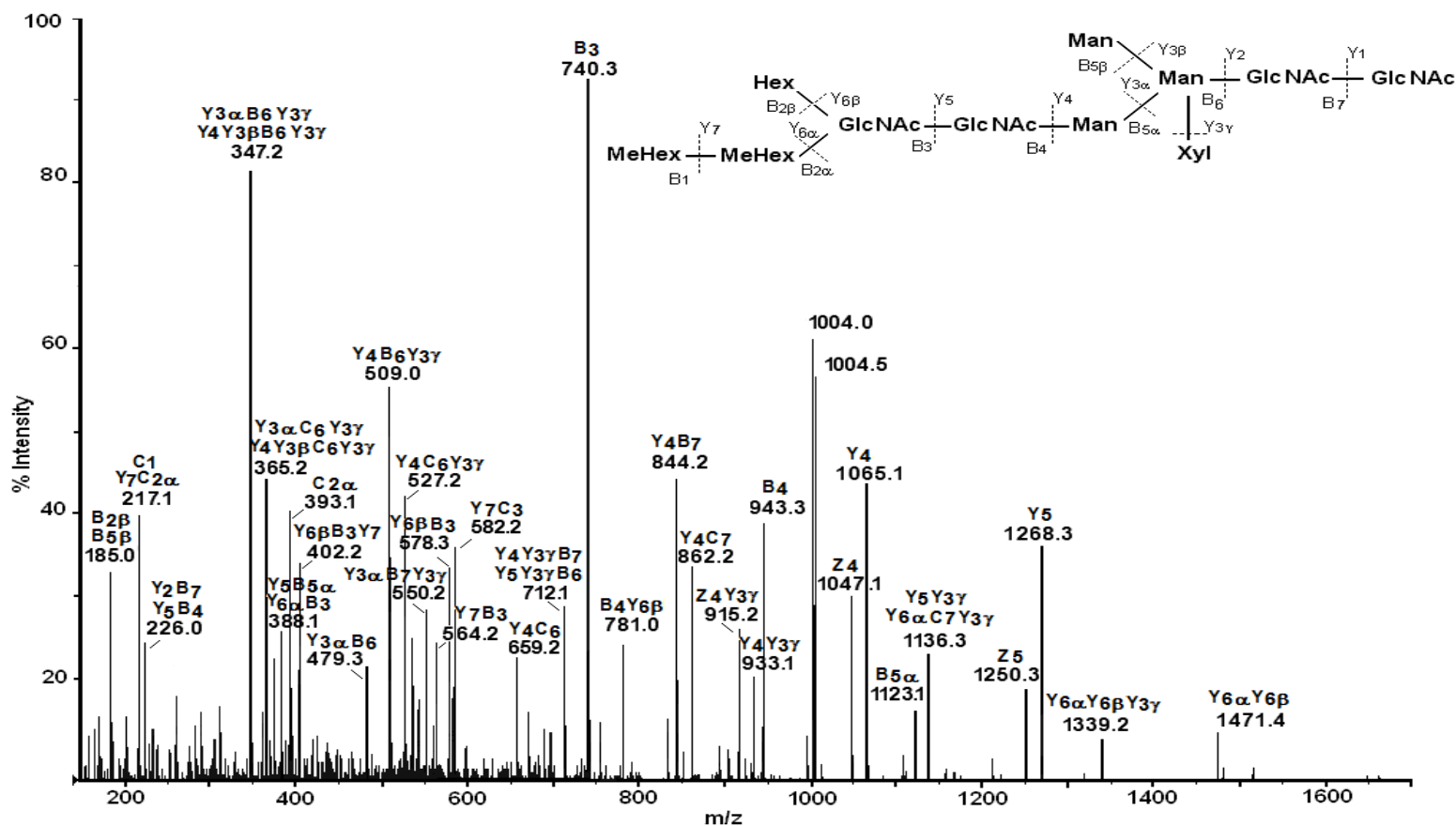
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз



Европейски социален фонд

Анализ на N-гликани чрез Q-Trap mass spectrometer

MS/MS спектър и структура на гликан изолиран от β s-HIH, представен като двойно зареден йон $[M+2Na]^{2+}$ при m/z 1004.0



Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

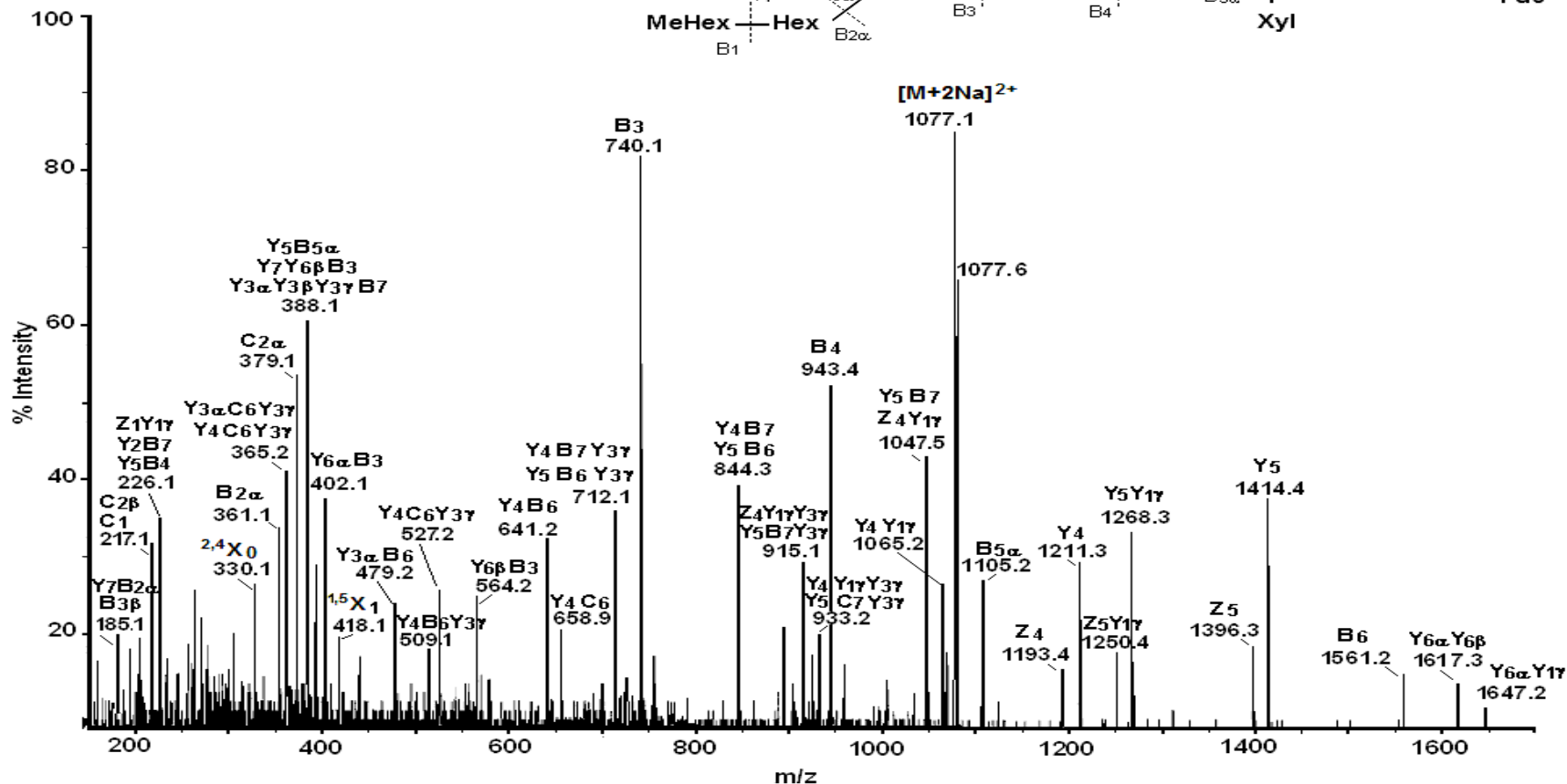
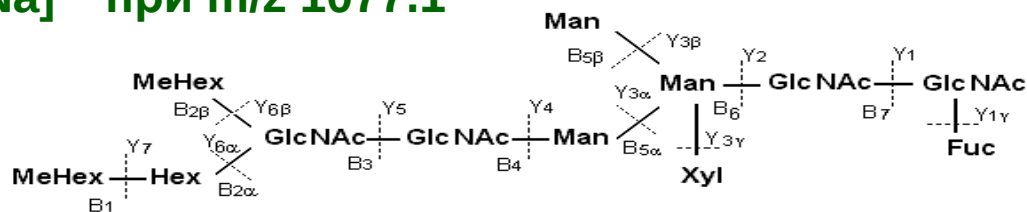
Подкрепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми".

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз



Европейски социален фонд

MS/MS спектър и структура на гликан, представен като двойно зареден йон $[M+2Na]^{2+}$ при m/z 1077.1



Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

Подкрепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми".

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз



Европейски социален фонд

Определяне на въглехидратната структура на N-гликани гликани, изолирани от структурираната субединица β -HIH, чрез Q-Trap система.

№	Glycan's structures from β -HIH	Q-Trap/MS (m/z)	MALDI-TOF/MS (m/z)
1		[M+Na] ⁺ 1065,0	[M+Na] ⁺ 1065,2
2		[M+Na] ⁺ 1079,1	[M+Na] ⁺ 1079,2
3		[M+Na] ⁺ 1109,1	[M+Na] ⁺ 1109,2
4		[M+Na] ⁺ 1136,1	[M+Na] ⁺ 1136,2
5		[M+Na] ⁺ 1211,0	[M+Na] ⁺ 1211,2
6		[M+H] ⁺ 1235,4	[M+Na] ⁺ 1257,5
7		[M+Na] ⁺ 1268,0	[M+Na] ⁺ 1268,2
8		[M+Na] ⁺ 1414,1	[M+Na] ⁺ 1414,4
9		[M+H] ⁺ 1422,5	[M+Na] ⁺ 1444,2
10		[M+Na] ⁺ 1458,1	[M+Na] ⁺ 1458,2
11		[M+Na] ⁺ 1485,2	[M+Na] ⁺ 1485,2
12		[M+H] ⁺ 1568,4	[M+Na] ⁺ 1583,4
13		[M+H] ⁺ 1561,1	[M+Na] ⁺ 1590,2
14		[M+Na] ⁺ 1606,1	[M+Na] ⁺ 1606,4

Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

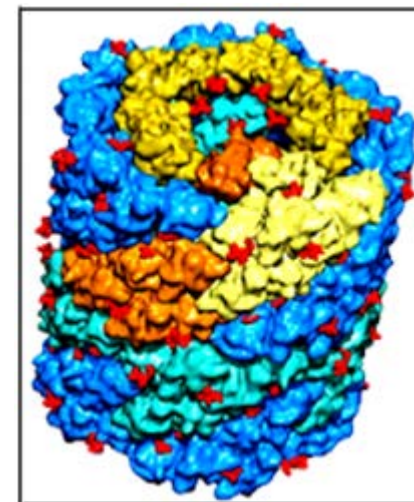
Подкрепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми".

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз



Европейски социален фонд

№	Glycan's structures from β - HIH	Q-Trap/MS (m/z)	MALDI-TOF/MS (m/z)
15		$[M+H]^+$ 1639,5	$[M+Na]^+$ 1661,2
16		$[M+Na]^+$ 1663,2	$[M+Na]^+$ 1663,4
17		$[M+2Na]^{2+}$ 990,5	$[M+Na]^+$ 1958,2
18		$[M+2Na]^{2+}$ 1004,1	$[M+Na]^+$ 1989,4
19		$[M+2Na]^{2+}$ 1012,1	$[M+Na]^+$ 2001,4
20		$[M+2Na]^{2+}$ 1018,1	$[M+Na]^+$ 2013,4
21		$[M+2Na]^{2+}$ 1033,1	$[M+Na]^+$ 2043,5
22		$[M+2Na]^{2+}$ 1077,1	$[M+Na]^+$ 2131,4
23		$[M+2Na]^{2+}$ 1084,2	$[M+Na]^+$ 2145,5
24		$[M+2Na]^{2+}$ 1092,1	$[M+Na]^+$ 2161,4
25		$[M+2Na]^{2+}$ 1099,1	$[M+Na]^+$ 2175,4
26		$[M+2Na]^{2+}$ 1106,5	$[M+Na]^+$ 2190,3



Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0025

крепа за изграждане и развитие на млад конкурентноспособен научен потенциал в областта на физиологията, фитохимията, геномиката, протеомиката и биоразнообразието на еукариотните организми".

*Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз*



Европейски социален фонд

Благодаря за вниманието



Инвестира във вашето бъдеще!