



Федеральное агентство научных организаций (ФАНО России)
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ
им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова
Российской академии наук
(ИБХ РАН)

СОГЛАСОВАНО:
Ученый совет ИБХ РАН
Протокол №10 от «22» октября 2014 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИБХ РАН


Ученый секретарь
_____ д.ф.-м.н. В.А.Олейников
«22» октября 2014 г.




академик В.Т.Иванов
«22» октября 2014 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ДВ.1.1

ХИМИЯ УГЛЕВОДОВ И ГЛИКОБИОЛОГИЯ

Направление подготовки: 06.06.01 Биологические науки

Направленность (профиль) программы:

03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)

Уровень высшего образования:

подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Форма обучения: очная

Составитель курса: д.х.н. О.Л.Кононов

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта, разработанного для реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации 06.06.01 «Биологические науки».

Согласно Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденному приказом Минобрнауки РФ № 871 от 30 июля 2014 г., и учебному плану аспирантов, разработанного на основе этого стандарта, дисциплина «Химия углеводов и гликобиология» является учебной дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 образовательной программы по направленности (профилю) 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии), на изучение которой отведена 1 зачетная единица. Соответствующий этому объём курса составляет 36 академических часов, из них 14 академических часов лекций, 4 академических часа практических занятий (семинаров), 14 часов самостоятельной внеаудиторной работы аспирантов, включая подготовку к дифференцированному зачету и 4 часа на контроль знаний.

1. Цели и задачи изучения дисциплины

Гликобиология - изучение химического, биохимического состава, а также других аспектов углеводов и углеводных соединений (особенно гликопротеинов). Взаимодействия с участием углеводов играют значительную роль в биологическом узнавании, которое является первым шагом к многочисленным процессам, происходящим на межклеточном и внутриклеточном уровне. Узнавание - основа таких процессов, как биорегуляция и адгезия, развитие и транспорт, клеточная миграция и иммунологические процессы.

Курс «Химия углеводов и гликобиология» играет важную роль в формировании у будущих исследователей и преподавателей научного мировоззрения и современного биолого-химического мышления, достаточной теоретической базы для успешного усвоения аспирантами общепрофессиональных и специальных дисциплин. В процессе изучения курса «Химия углеводов и гликобиология» происходит ознакомление аспирантов с современной научной литературой, вырабатываются умение решать конкретные профессионально ориентированные задачи в объёме, установленном ФГОС высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденном приказом Минобрнауки РФ №871 от 30 июля 2014 г.

1.1. Цель курса: обучение аспирантов основным принципам гликобиологии и химическим основам углеводов.

1.2. Задачи курса: рассмотрение и усвоение принципов основных методов гликобиологии и химических основ углеводов.

1.3. Связь с другими дисциплинами

Курс «Химия углеводов и гликобиология» в той или иной степени имеет непосредственную связь практически со всеми дисциплинами, изучаемыми на протяжении всего времени овладения аспирантами образовательной программы по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки и является обязательной дисциплиной при подготовке специалистов в области биохимии и дисциплиной по выбору при подготовке специалистов в области молекулярной биологии и биотехнологии (в том числе бионанотехнологии).

II. Требования к уровню освоения дисциплины

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции:
Универсальные компетенции:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

Общепрофессиональные компетенции:

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

Профессиональные компетенции:

- способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (профилю) «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)» (ПК-1);
- обладание представлениями о системе фундаментальных понятий и методологических аспектов биологии, форм и методов научного познания (ПК-2);
- способность приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций (ПК-3);
- обладание опытом профессионального участия в научных дискуссиях, умение представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати) (ПК-4);
- владение методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения фундаментальной биологии в школе и вузе (ПК-5).

В результате освоения дисциплины «Химия углеводов и гликобиология» обучающиеся должны знать:

- строение и стереохимию моносахаридов;
- типы углеводных цепей и структур гликопротеинов;
- углевод-углеводное взаимодействие;
- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе, в междисциплинарных областях;
- современные способы использования информационно-коммуникационных технологий;

уметь:

- осуществлять выбор методов и средств решения задач исследования углеводов и углеводных соединений;
- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
- выбирать необходимые методы и оборудование для проведения исследований;
- работать с научно-технической информацией;
- выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника;
- при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи;
- выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные методы исследования;

владеть:

- навыками выбора методов и средств решения задач исследования углеводов и углеводных соединений;

- методами теоретического и экспериментального исследования углеводов и углеводных соединений;
- навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных), обработки, анализа и систематизации информации;
- навыками критического анализа и оценки современных научных достижений.

III. Объем дисциплины и виды учебной работы

Форма обучения – ОЧНАЯ

Общий объем дисциплины: 1 зачетная единица или 36 академических часов.

Общий объем дисциплины: 1 зачетная единица или 36 академических часов.					
Всего часов	Аудиторные занятия (час), в том числе:			Самостоятельная Работа (час)	Контроль (час)
36	лекции	практические занятия (семинары)	лабораторные работы		
	14	4	-	14	4
	18				

Распределение аудиторных часов по темам и видам учебной работы

№	Наименование тем и разделов (с развернутым содержанием курса по каждой теме и разделу)	Аудиторные занятия (час), в том числе:	
		Лекции	Семинары
1	Введение	1	-
2	Структура и химические свойства	5	4
3	Гликобиология	6	-
4	Медико-биологические проблемы	2	-
	Всего:	14	4
	Итого:	18	

IV. Содержание курса «ХИМИЯ УГЛЕВОДОВ И ГЛИКОБИОЛОГИЯ»

Раздел 1

Введение

Структурные, энергетические, эволюционные и специфические функции углеводов цепей клеток животных. Углеводные цепи как носители сверхординарного разнообразия биомолекул.

Типы гликоконъюгатов: гликопротеины, гликофинголипиды, полисахариды, протеоглики, пептидогликаны - общая характеристика и распространенность. Модификации по гидроксильной и ацетамидной группам (сульфаты, фосфаты, ацетаты, лактоны и т. д.).

Раздел 2

Структура и химические свойства

Строение и стереохимия моносахаридов. Проекционные формулы Фишера. Понятие о конформации олигосахаридов.

Циклические формы моносахаридов. Формулы Хеуорса и "перспективные" формулы. Стереохимия аномального центра.

Реакции по карбонильной группе восстанавливающих сахаридов. Аль-формы моносахаридов. Особенности химических свойств полуацетального гидроксила. Превращения моно- и олигосахаридов под действием кислот и оснований. Простые и сложные эфиры моносахаридов; гликозилбромиды.

Реакции моносахаридов с альдегидами и кетонами. Ацетали и кетали как защитные группы. Синтез и расщепление гликозидной связи. Стереохимия и механизмы гликозилирования. Установление строения олигосахаридных цепей и сложных гликоконъюгатов химическими, физико-химическими и ферментативными методами. Методы метилирования и периодатного окисления. Существующие подходы к избирательному отщеплению гликана от N- и O-гликопротеинов, а также гликолипидов. Эндогликозидазы. Химический синтез олигосахаридов: стратегия и тактика. O- и N-защитные группы в химии углеводов. Ферментативный синтез *in vitro*. Понятие о неогликоконъюгатах.

Раздел 3

Гликобиология

Гликопротеины: типы углеводных цепей; структура, отдельные примеры структур; микро- и макрогетерогенность углеводных цепей.

Гликофинголипиды: типы, структура, мембранная организация, функции, шеддинг. Углевод-углеводное взаимодействие.

Биосинтез N-цепей гликопротеинов; лектины-шапероны. Гликозилтрансферазы и гликозидазы. Группоспецифические A- и B-трансферазы.

Лектины клеток животных. Селектины, коллектины, галектины, сиглеки, фиколины, асиалоггликопротеиновый рецептор. Межклеточная адгезия, опосредованная углеводами.

Раздел 4

Медико-биологические проблемы

Патологические процессы в организме человека, в которые вовлечены углеводы, лектины, гликозидазы и гликозилтрансферазы: гликозидозы, аутоиммунные заболевания, воспалительные процессы. Роль углеводных антигенов при переливании крови и трансплантации органов; ксенотрансплантация, "естественные" анти-углеводные антитела.

Углеводные цепи в качестве рецепторов для бактерий и вирусов; система защиты организма от углевод-опосредованной адгезии микроорганизмов.

Изменения структуры углеводных цепей гликолипидов и гликопротеинов при онкотрансформации. Углеводные онковакцины.

Рекомбинантные гликопротеины как терапевтические средства: проблемы, вызванные отсутствием или неправильным гликозилированием.

V. Самостоятельная работа

В процессе освоения предмета предусмотрено самостоятельное изучение отдельных вопросов лекционного курса в виде проработки лекционного материала и соответствующих разделов курса по учебникам.

VI. Итоговая проверка знаний

6.1. Форма итоговой проверки и оценки знаний

Учебный план по дисциплине «Химия углеводов и гликобиология», разработанный в соответствии с ФГОС высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденному приказом Минобрнауки РФ № 871 от 30 июля 2014 г., по направленности (профилю) программы 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии) предусматривает контроль знаний в форме дифференцированного зачета с выставлением оценок в пятибалльной системе.

6.2. Вопросы для дифференцированного зачета

1. Структурные, энергетические, эволюционные и специфические функции углеводных цепей клеток животных.
2. Углеводные цепи как носители сверхординарного разнообразия биомолекул.

3. Типы гликоконъюгатов: гликопротеины, гликосфинголипиды, полисахариды, протеогликаны, пептидогликаны - общая характеристика и распространенность.
4. Модификации по гидроксильной и ацетамидной группам (сульфаты, фосфаты, ацетаты, лактоны и т. д.).
5. Строение и стереохимия моносахаридов.
6. Проекционные формулы Фишера.
7. Понятие о конформации олигосахаридов.
8. Циклические формы моносахаридов. Формулы Хеуорса и "перспективные" формулы. Стереохимия аномерного центра.
9. Реакции по карбонильной группе восстанавливающих сахаридов.
10. Аль-формы моносахаридов.
11. Особенности химических свойств полуацетального гидроксила.
12. Превращения моно- и олигосахаридов под действием кислот и оснований.
13. Простые и сложные эфиры моносахаридов; гликозилбромиды.
14. Реакции моносахаридов с альдегидами и кетонами. Ацетали и кетали как защитные группы.
15. Гликопротеины: типы углеводных цепей; структура, отдельные примеры структур; микро- и макрорегетерогенность углеводных цепей.
16. Гликосфинголипиды: типы, структура, мембранная организация, функции, шеддинг.
17. Углевод-углеводное взаимодействие.
18. Биосинтез N-цепей гликопротеинов; лектины-шапероны.
19. Гликозилтрансферазы и гликозидазы. Группоспецифические А- и В-трансферазы.
20. Лектины клеток животных. Селектины, коллектины, галектины, сиглеки, фиколины, асиалогликопротеиновый рецептор.
21. Межклеточная адгезия, опосредованная углеводами.
22. Синтез и расщепление гликозидной связи. Стереохимия и механизмы гликозилирования.
23. Установление строения олигосахаридных цепей и сложных гликоконъюгатов химическими, физико-химическими и ферментативными методами.
24. Методы метилирования и периодатного окисления.
25. Существующие подходы к избирательному отщеплению гликана от N- и O-гликопротеинов, а также гликолипидов.
26. Эндогликозидазы.
27. Химический синтез олигосахаридов: стратегия и тактика. O- и N-защитные группы в химии углеводов. Ферментативный синтез *in vitro*.
28. Понятие о неогликоконъюгатах.
29. Патологические процессы в организме человека, в которые вовлечены углеводы, лектины, гликозидазы и гликозилтрансферазы: гликозидозы, аутоиммунные заболевания, воспалительные процессы.
30. Роль углеводных антигенов при переливании крови и трансплантации органов; ксенотрансплантация, "естественные" анти-углеводные антитела.
31. Углеводные цепи в качестве рецепторов для бактерий и вирусов; система защиты организма от углевод-опосредованной адгезии микроорганизмов.
32. Изменения структуры углеводных цепей гликолипидов и гликопротеинов при онкотрансформации. Углеводные онковакцины.
33. Рекомбинантные гликопротеины как терапевтические средства: проблемы, вызванные отсутствием или неправильным гликозилированием.

VII. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Рекомендуемая литература для освоения теоретического курса

1. Р.Хьюз. Гликопротеины. М., Мир, 1983.
2. А.Ф.Бочков, В.А.Афанасьев, Г.Е.Заиков. Образование и расщепление гликозидных связей. М., Наука, 1978.

3. H.-J.Gabius, S.Gabius. Glyco-sciences. Status and perspectives. Chapman&Hall, London, 1997.
4. A.Varki. Essentials of Glycobiology. Cold Springer Harbor Laboratory Press, NY, 1999.
5. A.Varki. Biological roles of oligosaccharides: all of the theories are correct. Glycobiology. 1993. V. 3, N 2. P. 97-130.
6. T.W.Rademacher et al. Glycobiology. Ann. Rev. Biochem. 1988. V. 57. P. 785-838.
7. D.A.Cumming. Glycosylation of recombinant protein therapeutics: control and functional implications. Glycobiology. 1991. V.1. P. 115-130.
8. S.Hakomori. Tumor associated glycolipid antigens, their metabolism and organization. Chem. Phys. Lipids. 1986. V. 42. P. 209-233.
9. A.Varki. Selectins and other mammalian sialic acid-binding lectins. Curr. Opin. Cell Biol. 1992. V. 4. P. 257-266.
10. H.-J.Gabius. Animal lectins. Eur. J. Biochem. 1997. V. 243. P. 543-576.
11. Science. 23 March 2001. V. 291. Серия обзоров под общим заголовком "Carbohydrates and Glycobiology".