

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
УО «ГГУ им. Ф. Скорины», профессор

_____ И.В. Семченко

_____ 2012г

Регистрационный № УД- _____ /баз.

ПРОТЕОМИКА

Учебная программа для специальности

1-31 80 01 Биология

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

2012

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.А.Игнатенко – доцент кафедры физиологии человека и животных УО «ГГУ им.Ф.Скорины», кандидат биологических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Б.К. Кузнецов – доцент кафедры медицинской и биологической физики УО «Гомельский Государственный медицинский университет», кандидат биологических наук, доцент

А.В.Гулаков – доцент кафедры зоологии и охраны природы УО «ГГУ им.Ф.Скорины», кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физиологии человека и животных УО «ГГУ им.Ф.Скорины»
(протокол № ___ от _____ 2012г.);

Методическим советом биологического факультета
УО «ГГУ им.Ф.Скорины»
(протокол № ___ от _____ 2012 г.).

Ответственный за редакцию: **В.А.Игнатенко**
Ответственный за выпуск: **В.А.Игнатенко**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Протеомика – это один из главных разделов нормальной физиологии, направленный на расширение и углубление знаний о функции белков клеток, тканей, биологических жидкостей в регуляции гомеостаза человека. Решаемые протеомикой задачи существенно сложнее, чем инвентаризация белков.

Актуальность курса «Протеомика» заключается в необходимости изучения процессов, обеспечивающих функционирование протеома в многокомпонентной среде, в которой, кроме межбелковых взаимодействий, осуществляются многочисленные взаимодействия белков с молекулами других химических классов – сахарами, липидами, простагландинами, различными ионами и многими другими молекулами, включая молекулы воды. Среди них - взаимодействия фермента с субстратами и другими лигандами, антигена с антителом, пептидов с рецепторами, токсинов с ионными каналами, которые тоже являются белковыми образованиями.

Цель преподавания курса: дать представление об особенностях строения, основных закономерностях и механизмах функционирования протеома клеток, тканей и биологических жидкостей организма человека и животных.

Задачи курса:

- овладеть основными принципами установления функций каждого из белков протеома;
- изучить функциональную роль отдельных белков путем сопоставления их качественного и количественного состава в клетке на разных стадиях и в разных состояниях ее развития;
- установить механизмы регуляции функций индивидуальных белков и межбелковых взаимодействий.

В результате изучения дисциплины магистрант должен

знать:

- основные характеристики полного набора белков живого организма;
- функциональные свойства протеома;
- закономерности регуляции активности протеома;

уметь:

- проводить работу по идентификации белков клеток, тканей, биологических жидкостей организма;
- определять структуры и функциональные свойства белков;
- давать оценку и систематизировать представления о механизмах регуляции активности белков и межбелковых взаимодействий;
- анализировать функциональную роль отдельных белков путем сопоставления их качественного и количественного состава в клетке на разных стадиях и в разных состояниях ее развития;
- проводить анализ эмпирических данных;
- готовить публикации, презентации по теме научных исследований;

владеть:

- методами выделения, очистки и идентификации белков протеома;
- определением первичной, вторичной, третичной структуры белков, исследованием внутримолекулярной динамики белков.

Предмет "Протеомика" связан с другими биологическими дисциплинами - «Анатомия человека», "Физиология человека и животных", "Цитология и гистология", «Биофизика», «Биохимия», представляющими различные аспекты в изучении целостной системы организма человека.

Изучение данной дисциплины предусмотрено магистрантами биологического факультета по специальности 1-31 80 01 «Биология» дневной и заочной форм обучения.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название темы	Всего часов	Из них:	
			лекции	лабораторные
1	Введение. Геномный этап в становлении протеомики. Цель и задачи протеомики.	2	2	-
2	Объекты протеомных исследований. Протеомная стратегия идентификации белков и анализа их структуры.	4	4	-
3	Регуляция активности протеома путем изменения количественного и качественного состава белков.	4	4	-
4	Роль структуры белков в контроле активности протеома.	2	2	-
5	Схема сопряжения между конформацией, внутримолекулярной динамикой и функциональной активностью белков.	2	2	-
6	Техника первичной идентификации белков методом двумерного гель-электрофореза в полиакриламидном геле.	4	4	-
7	Принципы осуществления и возможности анализа белков методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.	2	2	-
8	Комбинация методов масс-спектропии с хроматографическими методами. История масс-спектропии.	2	2	-
9	Флуоресцентный анализ конформации и быстрой внутримолекулярной динамики белка.	2	2	-
10	Установление диагностически значимой диспропорции белков в пораженном органе и патологически измененных тканях.	2	2	-
11	Полупроницаемые мембраны и нейтральные молекулы в растворе.	2	2	-
12	Задача о случайных блужданиях. Трансляционная диффузия. Вынужденное передвижение.	2	2	-
13	Многоканальные и мультиплексные методы Седиментация. Хроматография.	2	2	-
14	Определение углеродного остова макромолекулы	2	2	-
ИТОГО:		34	34	-

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ

Геномный этап в становлении протеомики. Цель и задачи протеомики. Структурная, функциональная и регуляторная протеомика. Объекты протеомных исследований. Протеомная стратегия идентификации белков и анализа их структуры.

Раздел II МЕТОДОЛОГИЯ

Тема 2.1 Регуляция активности протеома

Регуляция активности протеома путем изменения количественного и качественного состава белков. Роль структуры белков в контроле активности протеома. Схема сопряжения между конформацией, внутримолекулярной динамикой и функциональной активностью белков.

Тема 2.2 Техника первичной идентификации белков

Первичная идентификация белков методом двумерного гель-электрофореза в полиакриламидном геле. Принципы осуществления и возможности анализа белков методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Тема 2.3 Техника детекции белков

Основные стадии исследования белков методом 2Д ЭФ. Проведение фракционирования по двум независимым друг от друга физико-химическим свойствам полипептидной цепи. Электрофорез на пластине ПААГ в присутствии анионного детергента додецилсульфата натрия. Анализ распределения белков на двумерных электрофореграммах с использованием прямоугольных координат.

Тема 2.4 Техника анализа белков

Принципы осуществления и возможности анализа белков методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Обращено-фазная ВЭЖХ. Ионообменная ВЭЖХ. Размерно-эксклюзионная ВЭЖХ. Устройства для ВЭЖХ

Тема 3. Принципы действия спектрометров. Источники ионов MALDI-TOF- и ESI масс-спектрометры. Масс-спектроскопические детекторы. Комбинация методов масс-спектропии с хроматографическими методами. История масс-спектропии.

Тема 2.5 Техника анализа динамики белка

Флуоресцентный анализ конформации и быстрой внутримолекулярной динамики белка. Использование метода триптофановой фосфоресценции при комнатной температуре для анализа медленной внутримолекулярной динамики белка

Тема 2.6 Техника диагностики белка

Установление диагностически значимой диспропорции белков в пораженном органе и патологически измененных тканях. Обнаружение целевых протеинов (мишеней) и создание новых высокоэффективных медикаментозных и диагностических средств нового поколения. Создание средств, избирательно нормализующих функционирование протеома.

Тема 2.7 Полупроницаемые мембраны

Полупроницаемые мембраны и заряженные молекулы в растворе: равновесие Доннана. Всаливание и высаливание. Гидрофобность: нековалентная ассоциация неполярных молекул. Связывание небольших молекул. Задача о случайных блужданиях. Равные шансы: перемещение на расстояние. Трансляционная диффузия. Вынужденное передвижение. Электрофорез. Седиментация. Скорость седиментации. Седиментационное равновесие. Седиментация в градиенте плотности. Хроматография.

Тема 2.8 Техника выявления линейного порядка в молекулах

Круговой дихроизм и оптическое вращение: оптическая активность и «хиральность» молекул. Поглощение и дисперсия при магнитном резонансе: ядерный «мячик» на «веревочке»; использование спиновых меток для определения подвижности молекулярных структур; селективный рН/метр. Моделирование колебаний пружины с помощью электронных цепей; емкость, сопротивление, индуктивность, резонанс и релаксация. Диэлектрическая релаксация: груз с нулевой массой на пружине. Вращательная диффузия макромолекул. Нестационарные процессы. Первоначальный отклик внезапно смещенного груза на пружине. Груз с нулевой массой при наличии сил торможения. Скорость возвращения к равновесию. Релаксационная кинетика быстрых химических реакций. Кибернетика. Модели «черного ящика» в физиологии.

Тема 2.9 Техника деполяризации флуоресценции

Направленное зондирование участков макромолекул. Корреляция испускания γ -лучей по направлениям. Магнитная релаксация. Молекулярно-спектроскопическая «линейка». Связанные пружины. Константы взаимодействия и спектральные расщепления. Непосредственно соединенные пружины. Нормальные колебания. Амплитудная модуляция. Спектроскопия комбинационного рассеяния.

Тема 2.10 Квантовомеханические расчеты

Обобщенная геометрия: существование и положение спектральных «линий» поглощения энергии. Квантовомеханический груз на пружине. Спиновые задачи. Простейшие квантовомеханические расчеты. Теория молекулярных орбиталей и активность лекарств. Биологическое железо. Мёсбауэровская спектроскопия. Распределение Больцмана. Лантаноидные сдвигающие реагенты в спектроскопии ЯМР и конформация молекул в

растворе. Переходы между энергетическими уровнями. Общие формулы. Инверсия заселенности. Лазеры и их приложения. Явления насыщения и спектральные времена релаксации. Интенсивности линий в спектрах поглощения.

Тема 2.11 Многоканальные и мультиплексные методы

Спектрометры с кодированием и декодированием («мультиплексные»), использующие преобразование Хадамарда. Фурье-спектроскопия. Фурье-анализ беспорядочного движения. Автокорреляция и спектральная плотность. Беспорядочные перескоки между двумя состояниями с различными «собственными» частотами. Беспорядочное вращательное движение. Определение коэффициента вращательной диффузии методами диэлектрической релаксации, магнитного резонанса и деполяризации флуоресценции. Беспорядочное поступательное движение. Трансляционная диффузия. Рассеяние света. Коэффициенты трансляционной диффузии для макромолекул (или бактерий) в растворе. Светорассеяние при электрофорезе. Электрофорез без границ. Реконструкция объектов по изображениям. Рентгеновская кристаллография.

Тема 2.12 Определение углеродного остова макромолекулы

Дифракционная картина. Определение положения атомов в элементарной ячейке. Синтез Паттерсона. Определение структуры больших молекул. Решения проблемы фаз. Дифракция нейтронов. Определение положений атомов водорода. Водородные связи. Реконструкция изображения по проекциям. Рентгеновская томография. Магнитная резонансная томография. Реконструкция изображений для медицинских целей.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

- 1 Niederwieser, A. Новые методы анализа аминокислот пептидов белков / A. Niederwieser, G. Pataki. – М.: Мир, 1974.-462с.
- 2 Булатов, М.И. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа / М.И.Булатов, И.П.Калинкин.-Л.:Химия,1986.-432с.
- 3 Мак Олифер, К. Методы и достижения бионеорганической химии / К.Мак Олифер.-М.: Мир, 1978. -416с.4
- 4 Маршелл, Э. Биофизическая химия принципы, техника и приложения/ Э.Маршелл.- М.:Мир, 1981.- 820с.

Дополнительная:

- 5 Мажуль, В.М. О мембранной активности гидрогумата - гуминового препарата из торфа / В.М.Мажуль, Т.Ф. Овчинникова, А.П. Кудряшев // Биол. науки, 1991.- № 10.- С.103-109.
- 6 Мажуль, В.М. Изучение структурно-функционального состояния мембран лимфоцитов периферической крови у больных СКВ и РА/ В.М.Мажуль, Г.П. Матвейков, С.В. Конев, Е.С. Калия, Е.С. Лобанок // Ревматология, 1992.- № 6.- С.103-107.
- 7 Мажуль, В.М.Механизмы действия гуминовых препаратов и торфа на функциональную активность клеток/В.М.Мажуль, Ж.В.Проконова, Л.С.Ивашкевич.- М.: Наука, 1993.- С.16-23.
- 8 V.M. Mazhul, I.V. Mjakinnik, A.N. Volkova. Intramolecular dynamics of structure of alkaline phosphatase from *Escherichia coli* // Proceedings SPIE, 1994. Vol. 2370. P. 706-710.
- 9 Мажуль, В.Н. Калюнов, В.А. Буравский, А.Н. Волкова, Р.И. Гронская Фосфоресцентный анализ действия ростовых факторов на внутримолекулярную динамику мембранных белков клеток крысиной феохромоцитомы РС12 // "Доклады АН Беларуси", 1995. Т. 39, № 6. С. 83-86.
- 10 V.M. Mazhul, D.G. Shcherbin. Phosphorescence of lipid peroxidation products in solution and biological membranes // "Spectroscopy of Biological Molecules" / J.C.Merlin etc. ed., Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 1995. P. 401-402.
- 11 V.M. Mazhul, A.N. Volkova, D.G. Scherbin, V.V. Apanasovich, E.G. Novikov. Phosphorescent analysis of intramolecular dynamics of proteins of isolated membranes from human erythrocytes in pH range 6.08.0 // "Spectroscopy of Bio-logical Molecules" / J.C.Merlin etc. ed., Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 1995. P. 413-414.
- 12 В.П. Никольская, В.М. Мажуль, С.В. Конев. Модификация цитоскелета и процесс трипсин-индуцированной агрегации клеток // Цитология, 1996. Т. 38, № 5. С. 494-499.

13 V.P. Nikolskaya, V.M. Mazhul, S.V. Konev. The effect of cytoskeleton modification on the process of trypsin-induced cell aggregation // *Tsitologia*, 1996. Vol. 38, № 4-5. P. 491-499).

14 L.N. Kalituho, M.T. Chaika, V.M. Mazhul, V.A. Khripach. Effect of 24-epibrassinosteroid on pigment apparatus formation. // *Proceedings of XXIII Annual Meeting Plant Growth Regulation Society of America, University of Calgary (Canada)*, 1996. P. 36-40.

15 В.М. Мажуль, Л.С. Ивашкевич, Д.Г. Щербин, Н.А. Павловская, Л.В. Наумова, Т.Ф. Овчинникова. Люминесцентные свойства гуминовых веществ // *Журнал прикладной спектроскопии*, 1997. Т. 64, № 4. С. 489-493.

16 V.M. Mazhul, L.S. Ivashkevich, D.G. Shcherbin, N.A. Pavlovskaya, G.V. Naumova, T.F. Ovchinnikova. Luminescence properties of humic substances // *Journal of Applied Spectroscopy*, 1997. Vol. 64, № 4. P. 503-508).

17 V.M. Mazhul, D.G. Shcherbin. Tryptophan phosphorescence as a monitor of flexibility of membrane proteins in cells // *Proceedings SPIE, Biomedical Optics*, 1997. Vol. 2980. P. 487-494.

18 В.М. Мажуль, С.В. Конев, Е.С. Лобанок, В.И. Левин. Фосфоресцентный анализ структурно-динамического состояния мембранных белков при взаимодействии НЛА-антител с рецепторными детерминантами лимфоцитов // *Доклады АН Беларуси*, 1997. Т. 41, № 5. С. 69-72.

19 V.M. Mazhul, D.G. Shcharbin. Phosphorescence analysis of lipid peroxidation products at 77 K // *Current Topics in Biophysics*, 1997. Vol. 21, № 2. P. 117-122.

20 В.М. Мажуль, Д.Г. Щербин. Низкотемпературная фосфоресценция продуктов перекисного окисления липидов // *Биофизика*, 1998. Т. 43, вып. 3. С. 456-462.

21 V.M. Mazhul, D.G. Shcherbin. Low-temperature phosphorescence of lipid peroxidation products // *Biophysics*, 1998. Vol. 43, № 3. P. 431-437.

22 В.М. Мажуль, Е.С. Лобанок, С.В. Конев, Е.С. Каляя. Структурно-функциональное состояние мембран лимфоцитов периферической крови человека у больных системной красной волчанкой и ревматоидным артритом // *Доклады НАН Беларуси*, 1998. Т. 42, № 3. С. 72-76.

16. V. Mazhul, D. Shcharbin. Room temperature phosphorescence of intrinsic lipid chromophores in erythrocyte membranes // *Current Topics in Biophysics*, 1998. Vol. 22. P. 138-142.

23 Б.И. Курганов, Н.В. Федуркина, Л.Г. Мицкевич, В.М. Мажуль, Е.М. Зайцева, Б.Ф. Поглазов. Изучение ассоциации мышечной гликогенфосфорилазы *b* методом триптофановой фосфоресценции при комнатной температуре // *Доклады АН России*, 1999. Т. 367, № 1. С. 122-125.

24 B.I. Kurganov, N.V. Fedurkina, L.G. Mitskievich, V.M. Mazhul, E.M. Zaitseva. Study of muscle glycogen phosphorylase *b* association by means of tryptophan phosphorescence at room temperature // *Doklady Biophysics*, 1999. Vol. 367-369. P. 67-70).

25 В.М. Мажуль, Д.Г. Щербин. Фосфоресцентный анализ продуктов перекисного окисления липидов в составе липосом // *Биофизика*, 1999. Т. 44, вып. 4. С. 676-681.

- 26 V.M. Mazhul, D.G. Shcherbin. Phosphorescence analysis of lipid peroxidation products in liposomes // *Biophysics*, 1999. Vol. 44, № 4. P. 656-661.
- 27 В.М. Мажуль, Д.Г. Щербин. Фосфоресцентный анализ продуктов перекисного окисления липидов *in vitro* и *in situ* // В кн: Фотобиология и мембранная биофизика, Мн.: "Технопринт", 1999. С. 175-194.
- 28 V.M. Mazhul, D.G. Shcharbin. Phosphorescent Analysis of Lipid Peroxidation Products *in vitro* and *in situ* // In: *Spectroscopy of Biological Molecules: New directions*. (Greve J., Puppels G.J., Otto C., eds.). Dordrecht, Boston, London: Kluwer academic publishers, 1999. P. 349-350.
- 29 V.M. Mazhul, E.M. Zaitseva L.G. Mitskevich, N.V. Fedurkina, B.I. Kurganov. Phosphorescent analysis of muscle glycogen phosphorylase *b* internal dynamics // In: *Spectroscopy of Biological Molecules: New directions*. (Greve J., Puppels G.J., Otto C., eds.). Dordrecht, Boston, London: Kluwer academic publishers, 1999. P. 131-132.
- 30 V.M. Mazhul, S.G. Kananovich. Alteration of the internal dynamics of *Escherichia coli* alkaline phosphatase under proteolytic modification, thermal inactivation and refolding // In: *Spectroscopy of Biological Molecules: New directions*. (Greve J., Puppels G.J., Otto C., eds.). Dordrecht, Boston, London: Kluwer academic publishers, 1999. P. 19-20.
- 31 V.M. Mazhul, D.G. Shcherbin, I.V. Ivin, E.M. Zaitseva, S.V. Driamov. Room temperature tryptophan phosphorescence as monitor of internal dynamics of isolated human erythrocyte membranes proteins // In: *Spectroscopy of Biological Molecules: New directions*. (Greve J., Puppels G.J., Otto C., eds.). Dordrecht, Boston, London: Kluwer academic publishers, 1999. P. 21-22.
- 32 В.М. Мажуль, Е.М. Зайцева, Л.Г. Мицкевич, Н.В. Федуркина, Б.И. Курганов. Фосфоресцентный анализ внутримолекулярной динамики мышечной гликогенфосфорилазы *b* // *Биофизика*, 1999. Т. 44, вып. 6. С. 1010-1016.
- 33 V.M. Mazhul, E.M. Zaitseva, L.G. Mitskievich, N.V. Fedurkina, B.I. Kurganov. Phosphorescence analysis of the intramolecular dynamics of muscle glycogen phosphorylase *b* // *Biophysics*, 1999. Vol. 44, № 6. P. 975-981).
- 34 V. Mazhul, D. Shcherbin, I. Zavodnik, K. Rękawecka, M. Bryszewska. The effect of oxidative stress induced by *t*-butyl hydroperoxide on structural dynamics of membrane proteins of chinese hamster fibroblasts // *Cell Biology International*, 1999. Vol. 23, № 5. P. 345-350.
- 36 В.М. Мажуль, Д.Г. Щербин. Фосфоресцентный анализ продуктов перекисного окисления липидов в составе изолированных мембранах эритроцитов человека // *Биофизика*, 2000. Т. 45, вып. 2. С. 283-287.
- 37 V.M. Mazhul, D.G. Shcherbin Phosphorescence analysis of lipid peroxidation products in isolated membranes of human erythrocytes // *Biophysics*, 2000. Vol. 45, № 2. P. 276-280).
- 38 В.М. Мажуль, Е.М. Зайцева, Д.Г. Щербин. Внутримолекулярная динамика и функциональная активность белков // *Биофизика*, 2000. Т. 45, вып. 6. С. 965-989.4
- 39 V.M. Mazhul, E.M. Zaitseva, D.G. Shcherbin. Intramolecular dynamics and functional activity of proteins // *Biophysics*, 2000. Vol. 45, № 6. P. 935-959).

40 В.М. Мажуль, Е.М. Зайцева, Д.Г. Щербин. Низкочастотные флуктуации структуры белка // Весці НАН Беларусі, сер. біял. нав., 2000. № 4. С. 124-143.

41 V.M. Mazhul, D.G. Shcharbin. The heterogeneity of development of lipid peroxidation process in bulk and annular lipids of biological membranes // Current Topics in Biophysics, 2000. Vol. 24, №2. P. 139-146.

42 В.М. Мажуль, Е.М. Зайцева, М.М. Шавловский, И.М. Кузнецова, К.К. Туроверов. Триптофановая фосфоресценция при комнатной температуре нативного и инактивированного актина // Биофизика, 2001. Т. 46, вып. 6. С. 988-996.

43 V.M. Mazhul, E.M. Zaitseva, M.M. Shavlovsky, I.M. Kuznetsova, K.K. Turoverov. Room temperature tryptophan phosphorescence of native and inactivated kinetics // Biophysics, 2001. Vol. 46, № 6. P. 988-996).

31. В.М. Мажуль, Е.М. Зайцева, Д.Г. Щербин. Фосфоресценция при комнатной температуре триптофановых остатков белков // Журнал прикладной спектроскопии, 2002. Т. 69, № 2. С. 186-191.

44 V.M. Mazhul, E.M. Zaitseva, D.G. Shcherbin. Phosphorescence of tryptophan residues of proteins at room temperature // Journal of Applied Spectroscopy, 2002. Vol. 69, № 2. P. 213-219).

45 В.М. Мажуль, Д.Г. Щербин, Е.М. Зайцева, Л.Н. Калитухо, Л.Ф. Кабаникова. Триптофановая фосфоресценция клеток корневой системы растений при комнатной температуре // Доклады НАН Беларусі, 2002, Т. 46, № 2, С. 84-87.

46 В.М. Мажуль, Е.М. Зайцева, Д.Г. Щербин. Фосфоресценция при комнатной температуре триптофановых остатков белков // Журнал прикладной спектроскопии, 2002. Т. 69, № 2. С. 186-191.

47 V.M. Mazhul, E.M. Zaitseva, D.G. Shcherbin, I.V. Galets. Room temperature phosphorescence of the membrane proteins of human erythrocytes // Journal of Applied Spectroscopy, 2003. Vol. 70, № 3. P. 385-390).

48 В.М. Мажуль, Е.М. Зайцева, Д.Г. Щербин. Белок: стратегия функционирования // Биофизика живых систем: от молекулы к организму / Под общ. ред. И.Д. Волоотовского. Мн: Белсенс, 2002. С. 27-45.

49 В.М. Мажуль, Т.С. Черновец, Е.М. Зайцева, Д.Г. Щербин. Действие сериновых протеаз на внутримолекулярную динамику мембранных белков и агрегацию тромбоцитов человека // Биофизика, 2002. Т. 47, вып. 4. С. 653-662.

50 В.М. Мажуль, Е.М. Зайцева, Д.Г. Щербин, А.Ю. Чекина, О.М. Голуб. Фосфоресцентный анализ ткани хрусталика в норме и при катаракте // Белорусский офтальмологический журнал, 2003. № 2-3. С. 13-16.

51 В.М. Мажуль, Д.Г. Щербин, В.А. Шашилов, А.А. Суходола, Е.М. Зайцева, Г.Б. Толсторожев. Рекомбинационная замедленная люминесценция при комнатной температуре индола и триптофана в растворе // Журнал прикладной спектроскопии, 2003. Т. 70, № 2. С. 241-245.

52 V.M. Mazhul, D.G. Shcherbin, V.A. Shashilov, A.A. Sukhodola, E.M. Zaitseva, G.B. Tolstorozhev. Recombination prolonged luminescence of indole and tryptophan in a solution at room temperature // Journal of Applied Spectroscopy, 2003. - Vol. 70, № 2. P.- 270-275.

38. В.М. Мажуль, Е.М. Зайцева, Д.Г. Щербин, И.В. Галец. Фосфоресценция при комнатной температуре мембранных белков эритроцитов человека // Журнал прикладной спектроскопии, 2003. Т. 70, № 3. С. 346-350.
39. V.M. Mazhul, E.M. Zaitseva, D.G. Shcherbin, I.V. Galets. Room temperature phosphorescence of the membrane proteins of human erythrocytes // Journal of Applied Spectroscopy, 2003. Vol. 70, № 3. P. 385-390.
40. D. Shcharbin, J. Klajnert, V. Mazhul, M. Bryszewska. Estimation of PAMAM dendrimers' binding capacity by fluorescent probe ANS. Journal of Fluorescence. 2003. Vol. 13, № 6. P. 519-524.
41. С.Ж. Кананович, В.М. Мажуль. Люминесцентный анализ структурно-динамического состояния щелочной фосфатазы *Escherichia coli* // Журнал прикладной спектроскопии, 2003. Т. 70, № 5. С. 673-677.
(S.Zh. Kananovich, V.M. Mazhul. Fluorimetric analysis of the structural-dynamic state of alkaline phosphatase of *Escherichia Coli* // Journal of Applied Spectroscopy, 2003. Vol. 70, № 5. P. 673-677).
42. В.В. Данилевич, В.Ф. Григорьев, В.М. Мажуль, С.К. Товмасын, Д.Г. Щербин. Кинетический фосфориметр // Приборы и техника эксперимента, 2003. № 1. С. 163-164.
43. В.М. Мажуль, Е.М. Зайцева, М.М. Шавловский, И.М. Кузнецова, К.К. Туроверов. Кинетика инактивации актина: анализ методом триптофановой фосфоресценции при комнатной температуре // Биофизика, 2003. Т. 48, вып. 5. С. 837-843.
(V.M. Mazhul, E.M. Zaitseva, M.M. Shavlovsky, I.M. Kuznetsova, K.K. Turoverov. Room Temperature Tryptophan Phosphorescence Analysis of Actin Inactivation Kinetics // Biophysics, 2003. Vol. 48, № 5. P. 779-785).
44. V.M. Mazhul, E.M. Zaitseva, M.M. Shavlovsky, O.V. Stepanenko, I.M. Kuznetsova, K.K. Turoverov. Monitoring of Actin Unfolding by Room Temperature Tryptophan Phosphorescence // Biochemistry, 2003. Vol. 42. P. 13551-13557.
45. V.Mazhul, T. Chernovets, E.Zaitseva, D. Shcharbin. Slow internal dynamics of membrane proteins in mechanisms of protease-induced aggregation of platelets // Cell Biology International, 2003. Vol. 27. P. 571-578.
46. В. М. Мажуль. Белок: статика и динамика структуры // Наука и инновации, 2003. № 7-8. С. 110-123.
47. В.М. Мажуль, С.Ж. Кананович. О возможности белка существовать во множестве частично свернутых состояний // Биофизика, 2004. Т. 49, вып. 3. С. 413-423.
(V.M. Mazhul, S.Zh. Kananovich. On the ability of a protein to exist in many partially folded states // Biophysics, 2004. Vol. 49, № 3. P. 392-402).
48. В.М. Мажуль, Е.М. Зайцева М.М., Шавловский, О.И. Поварова, И.М. Кузнецова, К.К. Туроверов. Фосфоресценция при комнатной температуре аморфных агрегатов и амилоидных фибрилл, образующихся в результате неправильного фолдинга белков // Цитология, 2005. Т. 47, № 11. С. 978-987.
49. В.М. Мажуль. Развитие исследований в области протеомики в Республике Беларусь: фундаментальные и прикладные аспекты // Наука и инновации, 2005. - №7 (29). С.42-51.

50. В.М. Мажуль, И.В. Галец. Исследование внутримолекулярной динамики мембранных белков эритроцитов человека методом триптофановой фосфоресценции при комнатной температуре при модификации спектрина // Биофизика, 2006. Т. 51, вып. 3. С. 413-417.

(V.M. Mazhul, I.V. Galets. Tryptophan phosphorescence study of the internal dynamics of human erythrocyte membrane proteins upon spectrin modification // Biophysics, 2006. Vol. 51, № 3. P. 359-363).

51. В.М. Мажуль, С.Ж. Кананович. Действие температуры на внутримолекулярную динамику и конформационное состояние бактериальной щелочной фосфатазы // Биофизика, 2006. Т. 51, вып. 3. С. 418-423.

(V.M. Mazhul, S.Zh. Kananovich. Effect of temperature on the internal dynamics and the conformational state of bacterial alkaline phosphatase // Biophysics, 2006. Vol. 51, № 3. P. 364-369).

52. В.М.Мажуль, С.Ж. Кананович, Т.С. Серченя, О.В. Свиридов. Люминесцентный анализ структуры альфа-1-микроглобулина человека // Биофизика, 2007. Т. 52, вып. 3. С. 425-435.

(V.M. Mazhul, S.Zh. Kananovich, T.S. Serchenya, O.V. Syiridov. Luminescent analysis of structure of human alpha-1- microglobulin // Biophysics, 2007. Vol. 52, № 3. P. 425-435).

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ ЭС.СЕРБИНЫ