

## 1. Аминокислоты и их свойства

- 1.1. Перечислите аминокислоты, содержащие незаряженные полярные боковые группы. Напишите структурные формулы этих аминокислот. В каких типах взаимодействий могут участвовать данные аминокислоты?
- 1.2. Перечислите аминокислоты, содержащие неполярные (гидрофобные) боковые группы. Напишите структурные формулы этих аминокислот. В каких типах взаимодействий могут участвовать данные аминокислоты?
- 1.3. Перечислите аминокислоты, содержащие отрицательно заряженные боковые группы. Напишите структурные формулы этих аминокислот. Укажите примерные значения  $pK_a$  ионогенных групп.
- 1.4. Перечислите аминокислоты, содержащие положительно заряженные боковые группы. Напишите структурные формулы этих аминокислот. Укажите примерные значения  $pK_a$  ионогенных групп.
- 1.5. Приведите не менее 3 аминокислот, молекулы которых содержат незаряженные боковые группы, но различаются по свойствам. Напишите структурные формулы этих аминокислот. В каких типах взаимодействий могут участвовать данные аминокислоты?
- 1.6. Приведите 2 или 3 аминокислоты, молекулы которых содержат одинаковое число атомов углерода, но различаются по свойствам. Напишите структурные формулы этих аминокислот. В каких типах взаимодействий могут участвовать данные аминокислоты?
- 1.7. Приведите 2 аминокислоты, молекулы которых содержат 2 ассиметрических центра, но различаются по свойствам. Напишите структурные формулы этих аминокислот. В каких типах взаимодействий могут участвовать данные аминокислоты?
- 1.8. В чем сходство и различие свойств серина и цистеина в водном растворе?
- 1.9. В чем сходство и различие свойств аспарагина и аспарагиновой кислоты в водном растворе?
- 1.10. В чем сходство и различие свойств глутамина и глутаминовой кислоты в водном растворе?
- 1.11. В чем сходство и различие свойств гистидина и аргинина в водном растворе?
- 1.12. Напишите формулу аспарагиновой кислоты. Укажите примерные значения  $pK_a$  ионогенных групп. В каких ионизированных формах существует эта аминокислота в водном растворе при различных значениях pH. Схематически изобразите кривую титрования аспарагиновой кислоты.

- 1.13. Напишите формулу глутаминовой кислоты. Укажите примерные значения  $pK_a$  ионогенных групп. В каких ионизированных формах существует эта аминокислота в водном растворе при различных значениях pH. Схематически изобразите кривую титрования глутаминовой кислоты.
- 1.14. Напишите формулу гистидина. Укажите примерные значения  $pK_a$  ионогенных групп. В каких ионизированных формах существует эта аминокислота в водном растворе при различных значениях pH. Схематически изобразите кривую титрования гистидина.
- 1.15. Напишите формулу аргинина. Укажите примерные значения  $pK_a$  ионогенных групп. В каких ионизированных формах существует эта аминокислота в водном растворе при различных значениях pH. Схематически изобразите кривую титрования аргинина.
- 1.16. Напишите формулу лизина. Укажите примерные значения  $pK_a$  ионогенных групп. В каких ионизированных формах существует эта аминокислота в водном растворе при различных значениях pH. Схематически изобразите кривую титрования лизина.
- 1.17. Напишите формулу тирозина. Укажите примерные значения  $pK_a$  ионогенных групп. В каких ионизированных формах существует эта аминокислота в водном растворе при различных значениях pH. Схематически изобразите кривую титрования тирозина.
- 1.18. Напишите формулу триптофана. Укажите примерные значения  $pK_a$  ионогенных групп. В каких ионизированных формах существует эта аминокислота в водном растворе при различных значениях pH. Схематически изобразите кривую титрования триптофана.

## 2. Ферменты, классификация ферментов

- 2.1. Что такое ферменты? Из каких источников их выделяют и каковы особенности выделения в зависимости от источника?
- 2.2. Что такое ферменты? Из каких источников их выделяют? Сравните особенности выделения ферментов из различных биоматериалов.
- 2.3. В чем состоят основные трудности при выделении биополимеров? Какие методы можно использовать для преодоления этих трудностей?
- 2.4. Почему ферменты могут терять активность (инактивироваться)?
- 2.5. Небелковые компоненты ферментов, их роль в структуре и функции. Приведите примеры.
- 2.6. Какую роль могут выполнять кофакторы и коферменты в ферментативных реакциях? Приведите примеры.
- 2.7. Что кроме белковой части может входить в состав фермента? Какова химическая роль таких соединений? Приведите примеры.
- 2.8. Какие подходы использованы для классификации ферментов? Номер фермента. Приведите примеры ферментов из класса гидролаз и катализируемых ими реакций.
- 2.9. Какие подходы использованы для классификации ферментов? Номер фермента. Приведите примеры ферментов из класса оксидоредуктаз и катализируемых ими реакций.
- 2.10. Принципы, лежащие в основе классификации ферментов. Номер фермента. Приведите примеры ферментов из класса гидролаз и катализируемых ими реакций.
- 2.11. Принципы, лежащие в основе классификации ферментов. Номер фермента. Приведите примеры ферментов из класса оксидоредуктаз и катализируемых ими реакций.

### 3. Методы разделения белков, Электрофорез и изоэлектрофокусирование

- 3.1. Перечислите основные методы определения чистоты препаратов белков. Опишите кратко суть этих методов.
- 3.2. Если изоэлектрическая точка белка больше 7, что это означает и как будет заряжена молекула такого белка при рН ниже 7, рН = 7 и при рН выше 7.
- 3.3. Если изоэлектрическая точка белка меньше 7, что это означает и как будет заряжена молекула такого белка при рН ниже 7, рН = 7 и при рН выше 7.
- 3.4. Если изоэлектрическая точка белка равна 7, что это означает и как будет заряжена молекула такого белка при рН ниже 7, рН = 7 и при рН выше 7.
- 3.5. При каком значении рН будет достигнуто наиболее эффективное разделение методом электрофореза следующих белковых смесей:
- сывороточный альбумин (рI = 4,9) и гемоглобин (рI = 6,8)
  - миоглобин (рI = 7,0) и химотрипсиноген (рI = 9,5)
  - яичный овальбумин (рI = 4,6) и уреазы (рI = 5,0)?
- 3.6. Смесь аспарагина, изолейцина, глутаминовой кислоты, лизина и треонина разделяли методом электрофореза при рН 6,0. Каково состояние ионизации данных аминокислот?
- какие соединения двигались к аноду?
  - какие соединения двигались к катоду?
  - какие соединения оставались на старте?
- 3.7. Смесь глицина, лейцина, аспарагиновой кислоты, лизина и метионина разделяли методом электрофореза при рН 6,0. Каково состояние ионизации данных аминокислот?
- какие соединения двигались к аноду?
  - какие соединения двигались к катоду?
  - какие соединения оставались на старте?
- 3.8. Смесь валина, аспарагиновой кислоты, лизина, серина и тирозина разделяли методом электрофореза при рН 6,0. Каково состояние ионизации данных аминокислот?
- какие соединения двигались к аноду?
  - какие соединения двигались к катоду?
  - какие соединения оставались на старте?

- 3.9. Смесь аланина, глутаминовой кислоты, аргинина, цистеина и триптофана разделяли методом электрофореза при рН 5,5. Каково состояние ионизации данных аминокислот?
- какие соединения двигались к аноду?
  - какие соединения двигались к катоду?
  - какие соединения оставались на старте?
- 3.10. Смесь лейцина, глутаминовой кислоты, треонина, цистеина и гистидина разделяли методом электрофореза при рН 5,5. Каково состояние ионизации данных аминокислот?
- какие соединения двигались к аноду?
  - какие соединения двигались к катоду?
  - какие соединения оставались на старте?
- 3.11. Что такое олигомерные белки? Приведите примеры. Предложите методы определения молекулярной массы и стехиометрического состава олигомерных белков.
- 3.12. Каким методом можно разделить смесь двух белков, молекулярные массы которых 29 и 55 кДа? Поясните принцип метода.
- 3.13. Каким методом можно разделить смесь двух белков, молекулярные массы которых 180 и 65 кДа? Поясните принцип метода.
- 3.14. Каким методом можно разделить смесь двух белков, молекулярные массы которых 14 и 29 кДа? Поясните принцип метода.
- 3.15. Каким методом можно разделить смесь двух белков, молекулярные массы которых 15 и 43 кДа? Поясните принцип метода.
- 3.16. Метод изоэлектрофокусирования (ИЭФ). Что такое амфолиты и какую роль они играют в ИЭФ.
- 3.17. Сравните методы электрофореза: в денатурирующих условиях и «нативный». Какие приемы можно использовать для проявления белковых зон в методах электрофореза?
- 3.18. На чем основано разделение белков фракционированием в присутствии разных концентраций солей. От каких примесей этот метод позволяет избавиться в первую очередь?
- 3.19. Какую информацию о белке можно получить из данных изоэлектрической фокусировки? В чем отличие от метода электрофореза?
- 3.20. Какую информацию о белке можно получить из данных электрофореза? В чем отличие от метода изоэлектрофокусировки?

- 3.21. Какую информацию о белке можно получить из данных электрофореза? В чем принцип метода?
- 3.22. В чем различие методов электрофореза белков и изоэлектрической фокусировки? Ответ поясните.
- 3.23. Что такое изоэлектрическая точка белка и чем она определяется.
- 3.24. Каким методом можно разделить смесь двух белков, близких по молекулярным массам, но различных по изоэлектрическим точкам? Поясните принцип метода.
- 3.25. В чем принципиальное различие и сходство методов разделения белков с помощью гель-фильтрации и электрофореза?
- 3.26. Сравните метод, основанный на разделении белков в присутствии разных концентраций солей, с методом ионообменной хроматографии. В каких случаях применяется тот или иной метод.
- 3.27. Основные типы хроматографии для очистки белков. В каких случаях какие типы можно использовать?
- 3.28. В чем особенности ионообменной хроматографии? Принципы разделения и область применимости. Приведите примеры.
- 3.29. В чем особенности метода гелепроникающей хроматографии (гель-фильтрации)? Принципы разделения.
- 3.30. Укажите принципиальное различие носителей для ионообменной хроматографии и для гель-фильтрации. Ответ поясните.
- 3.31. Каковы принципы разделения белков в ионообменной хроматографии? Приведите примеры.
- 3.32. По какому параметру разделяются белки в процессе гель-фильтрации? Ответ поясните.
- 3.33. В чем принцип метода, основанного на разделении белков в присутствии разных концентраций солей?
- 3.34. Принцип метода гелепроникающей хроматографии (гельфильтрации). Как можно определить молекулярную массу белка и оценить потери белка при его очистке этим методом?
- 3.35. Укажите принципиальное различие носителей для ионообменной хроматографии и для гель-фильтрации. Ответ поясните.
- 3.36. Основные типы хроматографии для очистки белков. Особенности гелепроникающей и афинной хроматографии.

#### 4. Структура белков и типы взаимодействий

- 4.1. Какие химические составляющие ферментов участвуют в формировании гидрофобных взаимодействий? Экспериментальное определение величины гидрофобности. Величины энергий гидрофобных взаимодействий.
- 4.2. Что такое гидрофобные взаимодействия? Какие химические составляющие участвуют в их формировании в биосистемах? Величины энергий гидрофобных взаимодействий.
- 4.3. Как будет влиять добавление органического растворителя на силу гидрофобных взаимодействий в белке? Ответ поясните.
- 4.4. Какие аминокислотные остатки чаще находятся на поверхности молекул белков (ферментов), а какие внутри белковой глобулы и почему?
- 4.5. Какова основная локализация аспарагиновой и глутаминовой кислот в белковой молекуле (на поверхности или внутри белковой глобулы)? Почему?
- 4.6. Какова основная локализация лизина и аргинина в белковой молекуле (на поверхности или внутри белковой глобулы)? Почему?
- 4.7. Назовите основные взаимодействия, стабилизирующие молекулу белка и расположите их в порядке возрастания энергий. Укажите величины свободных энергий.
- 4.8. Опишите виды вторичной структуры белков и сравните их устойчивость. Типы взаимодействий, способствующие поддержанию вторичной структуры.
- 4.9. Каковы взаимодействия, стабилизирующие вторичную структуру белка? Укажите величины свободных энергий.
- 4.10. На месте какой аминокислоты в полипептидной цепи как правило нарушается  $\alpha$ -спираль? Почему?
- 4.11. Примеры водородных связей в различных уровнях структурной организации молекул белков. Величины свободных энергий.
- 4.12. Какие химические составляющие ферментов участвуют в формировании водородных связей. Величины свободных энергий.
- 4.13. Назовите основные взаимодействия, стабилизирующие третичную структуру молекулы белка. Как ионная сила раствора влияет на эти взаимодействия?
- 4.14. Назовите основные взаимодействия, стабилизирующие четвертичную структуру молекулы белка. Как ионная сила раствора влияет на эти взаимодействия?
- 4.15. Какие потенциальные участники электростатических взаимодействий имеются в белках? Исходя из закона Кулона рассмотрите влияние свойств среды на эффективность электростатических взаимодействий в белках.

- 4.16. Как добавление органического растворителя (например, алифатических спиртов) будет влиять на силу электростатических взаимодействий в белке? Ответ поясните.
- 4.17. Что такое четвертичная структура белка? В чем отличие субъединицы от домена в олигомерных белках? Приведите примеры олигомерных белков.



## 5. Химическая модификация и посттрансляционная модификация

- 5.1. Что такое посттрансляционная модификация белков? Перечислите основные типы и приведите примеры реакций.
- 5.2. Какова биологическая роль посттрансляционной модификации белков? Приведите примеры.
- 5.3. Какие изменения с молекулой белка могут происходить в результате процесса посттрансляционной модификации? Ответ поясните и приведите примеры реакций.
- 5.4. Какие функциональные группы белковой молекулы наиболее часто используют для химической модификации и почему? Приведите примеры реакций.
- 5.5. Для каких целей можно использовать химическую модификацию ферментов? Приведите примеры модификации ферментов по  $\text{NH}_2$ -группе.
- 5.6. Для каких целей можно использовать химическую модификацию ферментов? Приведите примеры модификации ферментов по  $\text{SH}$ -группе.
- 5.7. Примеры химической модификации ферментов по  $\text{NH}_2$ -группе. В чем отличие метода химической модификации от посттрансляционной модификации?
- 5.8. Примеры химической модификации ферментов по  $\text{SH}$ -группе. В чем отличие метода химической модификации от посттрансляционной модификации?