



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский государственный медицинский
университет имени В. И. Разумовского»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

ПРИНЯТО

Ученым советом ФГБОУ ВО
Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского
Минздрава России
Протокол от 28.08.2025г. №7

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ
им. В.И. Разумовского Минздрава России
А.В. Еремин
« 28 » Августа 2025 г.



**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ

НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ

ОТРАСЛИ НАУКИ

Технические, биологические, химические

Программа кандидатского экзамена по научной специальности 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (технические, биологические, химические науки) составлена в соответствии с приказом Минобрнауки России от 20 декабря 2022 г. № 1278 “О внесении изменений в номенклатуру научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденную приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24 февраля 2021 г. №118, и в соответствие направлений подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) научным специальностям, предусмотренным номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24 августа 2021 г. №786.

Программа обсуждена на заседании кафедры фармацевтической технологии и биотехнологии

Протокол от 18.04.2025г. №4

РАЗРАБОТЧИКИ ПРОГРАММЫ:

Симакова И.В., д.т.н., профессор, профессор кафедры фармацевтической технологии и биотехнологии ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Цель – установить глубину профессиональных знаний аспиранта (соискателя), уровень его подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области биотехнологии пищевых продуктов и биологически активных веществ, включая технологии функциональных и специализированных продуктов.

Задачи:

- определить уровень теоретических знаний по фундаментальным и прикладным аспектам пищевой биотехнологии;
- оценить способность применять биотехнологические методы для создания функциональных и специализированных продуктов питания;
- выявить навыки анализа научной литературы, патентной информации и нормативной документации.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Раздел 1. Фундаментальные основы биотехнологии пищевых систем

1. Молекулярно-биологические и микробиологические основы пищевой биотехнологии.
2. Ферментативный катализ: экзо- и эндоферментные системы, кинетика ферментативной модификации сырья.
3. Микробиология пищевых систем: технологически значимые микроорганизмы, стартовые культуры, пробиотики, пребиотики, синбиотики, метабиотики.
4. Биотрансформация сельскохозяйственного сырья (растительного, животного, микробного). Теоретические модели прогнозирования изменений.
5. Трофологические цепи: новые источники пищевого сырья и способы его переработки биотехнологическими методами.
6. Клеточные, природоподобные и аддитивные биотехнологии в производстве продуктов питания.
7. Генная инженерия в пищевой биотехнологии: получение рекомбинантных белков и микроорганизмов-продуцентов.

8. Генетические и селекционные исследования для получения бактериальных заквасок, биопрепаратов и биологически активных веществ.

Раздел 2. Технологии функциональных и специализированных продуктов питания

1. Определение, классификация, нормативная база функциональных и специализированных продуктов (ТР ТС 021/2011, ТР ТС 027/2012).
2. Нутрицевтики, парафармацевтики, фармабиотики: характеристика, отличия от БАД.
3. Пробиотики, пребиотики, синбиотики, метабиотики: механизмы действия, технологические формы, требования к выживаемости.
4. Способы обогащения продуктов витаминами, минералами, пищевыми волокнами, полиненасыщенными жирными кислотами (омега-3, -6).
5. Технологии получения и применения БАД из растительного, животного и микробного сырья.
6. Биотехнология жиров, эфирных масел, парфюмерно-косметических продуктов.
7. Ферментативная модификация сырья для получения гидролизатов белков, биоактивных пептидов, аминокислотных смесей.
8. Использование культур тканей растений и животных для получения вторичных метаболитов (антиоксиданты, алкалоиды, полисахариды).
9. Ресурсосберегающие биотехнологии переработки вторичного сырья (пищевые отходы, шелуха, жмых, сыворотка).
10. Технологии специализированных продуктов для энтерального и парентерального питания.
11. Спортивное питание: белковые гидролизаты, аминокислотные комплексы, энергетические смеси.
12. Продукты для беременных и кормящих, детское питание (адаптированные смеси, прикормы).
13. Низкобелковые и безглютеновые продукты для пациентов с фенилкетонурией, целиакией.
14. Продукты для больных сахарным диабетом (с низким гликемическим индексом, подсластители).
15. Персонализированное питание: биотехнологические подходы с учётом генетических и метаболических особенностей.
16. Технологии микрокапсулирования и иммобилизации пробиотиков и биоактивных ингредиентов.

17. Аддитивные биотехнологии (3D-биопечать) в создании функциональных продуктов.

Раздел 3. Биотехнология биологически активных веществ и методы анализа

1. Получение БАВ из растительного, животного и микробного сырья (антиоксиданты, флавоноиды, алкалоиды, полисахариды, нуклеотиды).
2. Культуры тканей растений как источник вторичных метаболитов.
3. Микробный синтез витаминов, аминокислот, органических кислот, ферментов, бактериоцинов.
4. Экстракция, очистка, концентрирование БАВ (мембранные технологии, сверхкритическая флюидная экстракция, хроматография).
5. Стабилизация и капсулирование БАВ (нанокапсулы, липосомы, микроэмульсии).
6. Физико-химические и биологические методы анализа сырья, пищевых систем, БАД (ВЭЖХ, ГХ-МС, капиллярный электрофорез, ИФА).
7. Фудомика (протеомика, метаболомика, липидомика) для оценки качества и подлинности продуктов.
8. Биологическая безопасность: микробиологические, токсикологические, аллергенные риски, нормирование (ТР ТС, СанПиН).
9. Математическое моделирование и конструирование рецептур функциональных продуктов, стартовых культур, биопрепаратов.
10. Автоматизация и когнитивные технологии мониторинга биотехнологических процессов.
11. Аппаратурное обеспечение (биореакторы, мембранные установки, сушилки, экструдеры, системы СІР).
12. Экономические и технико-экономические критерии оценки биотехнологических производств.
13. Экологическая оценка биотехнологических производств: углеродный след, водоёмкость, биоразлагаемость отходов.

3. РАСШИРЕННЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ (90 ВОПРОСОВ)

3.1. Общие вопросы по биотехнологии и фундаментальным основам (1–20)

1. Дайте определение функционального продукта питания. Чем он отличается от специализированного?

2. Основные классы нутрицевтиков и парафармацевтиков, примеры.
3. Пробиотики, пребиотики, синбиотики, метабиотики: механизмы действия, технологические формы.
4. Ферментативный катализ в получении гидролизатов белка – области применения в функциональном питании.
5. Биотехнологические способы снижения антипитательных веществ (ингибиторов протеаз, фитатов, лектинов) в растительном сырье.
6. Клеточные технологии (культуры тканей растений) для получения БАВ: каллусные и суспензионные культуры, биореакторы.
7. Методы иммобилизации ферментов и микроорганизмов, их роль в производстве специализированных продуктов.
8. Показатели безопасности биотехнологических производств: санитарно-микробиологические, токсикологические, нормативы ТР ТС.
9. Что такое фудомика? Приведите примеры использования протеомики для контроля качества пищевых продуктов.
10. Ресурсосберегающие технологии: использование вторичных сырьевых ресурсов для получения пищевых волокон, БАП.
11. Основные этапы биотрансформации растительного сырья под действием ферментов микроорганизмов.
12. Технология обогащённых хлебобулочных изделий: способы внесения витаминно-минеральных премиксов и пробиотических культур.
13. Биотехнология эфирных масел: получение, стандартизация, применение в функциональных продуктах.
14. Типы биореакторов для культивирования микроорганизмов и клеток растений, критерии выбора.
15. Генно-инженерные подходы для повышения продуктивности штаммов-продуцентов ферментов (амилаз, протеаз, липаз).
16. Разработка стартовых культур для мясных и молочных продуктов: критерии подбора, безопасность.
17. Экологическая безопасность при переработке вторичного сырья: проблемы и решения.
18. Моделирование биотехнологических процессов: математические модели роста микроорганизмов и ферментативной кинетики.
19. Технологии получения изолятов и концентратов белков из растительного сырья (соя, горох, люпин, конопля).

20. Современные методы анализа биологически активных веществ (ВЭЖХ, тандемная масс-спектрометрия, ПЦР в реальном времени).

3.2. Технологии функциональных и специализированных продуктов (21–60)

1. Классификация функциональных продуктов в зависимости от вносимого ингредиента (пробиотические, обогащённые витаминами, пищевыми волокнами и др.).
2. Технологические проблемы при внесении пробиотических культур в неферментируемые продукты (хлеб, печенье, напитки). Способы их решения.
3. Основные пребиотики (инулин, олигофруктоза, лактулоза, Г ОС, ФОС): сравнительная характеристика.
4. Микрокапсулирование пробиотиков: материалы, методы, влияние на выживаемость и высвобождение.
5. Синбиотики: принципы конструирования, синергизм, примеры готовых продуктов.
6. Технология ферментированных молочных продуктов с повышенным содержанием биоактивных пептидов (АСЕ-ингибиторных, иммуномодулирующих).
7. Ферментативная модификация белков молока для получения гипоаллергенных смесей детского питания.
8. Биотехнологические подходы к снижению лактозы в молочных продуктах (использование β -галактозидазы иммобилизованной и свободной).
9. Получение низколактозных и безлактозных продуктов: технологические схемы, контроль остаточной лактозы.
10. Растительные аналоги молочных продуктов (овсяное, соевое, миндальное, рисовое молоко): ферментация, обогащение, текстурирование.
11. Биотехнология сыров с пробиотическими свойствами: выбор заквасок, условия созревания, выживаемость пробиотиков.
12. Технология функциональных кисломолочных напитков (кефир, йогурт, ацидофилин, бифилайф) – сравнительная характеристика.
13. Мясные продукты функционального назначения: снижение содержания натрия, нитритов, обогащение пищевыми волокнами и пробиотиками.
14. Технология ферментированных колбас с использованием стартовых культур, продуцирующих бактериоцины.
15. Биотехнология специализированных продуктов для спортивного питания: сывороточные и растительные белковые гидролизаты, ВСАА, смеси.

16. Энтеральное питание: биоактивные пептиды, среднецепочечные триглицериды, глутамин, аргинин – технологические аспекты.
17. Продукты для больных фенилкетонурией: гидролизаты белка с низким содержанием фенилаланина, аминокислотные смеси.
18. Безглютеновые продукты: биотехнологические способы ферментации и гидролиза глютена (пептидазы из грибов и бактерий).
19. Низкобелковые продукты для пациентов с хронической почечной недостаточностью – обогащение незаменимыми аминокислотами.
20. Диабетические продукты: использование сахарозаменителей (стевиолгликозиды, эритрит, сукралоза), пищевых волокон для снижения ГИ.
21. Технология продуктов, обогащённых омега-3 ПНЖК (микрокапсулирование, стабилизация от окисления).
22. Биотехнология растительных стеролов и станолов – роль в производстве гипохолестеринемических продуктов.
23. Антиоксидантные функциональные продукты: источники природных антиоксидантов (экстракты зелёного чая, винограда, куркумы).
24. Биодоступность нутриентов в функциональных продуктах: факторы, влияющие на абсорбцию.
25. Использование ферментированного растительного сырья (квашение, ферментация) для повышения витаминов группы В, биоактивности.
26. Технология продуктов на основе пророщенного зерна – изменение биохимического состава, применение в диетотерапии.
27. Биотрансформация вторичного сырья (сыворотка, пивная дробина, выжимки) для получения функциональных ингредиентов.
28. Клеточная биотехнология получения фитоэкдистероидов, гинкголидов, таксола – применение в специализированных продуктах.
29. Производство биологически активных добавок на основе микроводорослей (хлорелла, спирулина).
30. Технология мицелиальных грибов для получения хитина, хитозана, эргостерола – функциональные ингредиенты.
31. Продукты персонализированного питания: концепция, биотехнологические подходы.
32. Аддитивные биотехнологии (3D-печать пищевыми чернилами) для создания функциональных продуктов.
33. Использование CRISPR/Cas9 для редактирования генов микроорганизмов-продуцентов пищевых ингредиентов.

34. Биобезопасность БАД: контроль микотоксинов, пестицидов, бактериальных токсинов, тяжёлых металлов.
35. Нормативные требования к маркировке функциональных и специализированных продуктов (ТР ТС 022/2011).
36. Клинические испытания функциональных продуктов: протоколы, группы, биомаркеры эффективности.
37. Технология функциональных жировых продуктов (спреды, маргарины) с пониженным содержанием транс-изомеров.
38. Энзиматическая этерификация для получения структурированных липидов (аналогов грудного молока).
39. Ферментированные напитки на основе злаков (брага, квас, айран) как источники пробиотиков и органических кислот.
40. Требования к производству специализированных пищевых продуктов для военнослужащих, космонавтов, спортсменов.

3.3. Дополнительные вопросы по биотехнологии БАВ, методам анализа и безопасности (61–90)

1. Классификация биологически активных добавок (БАД) по составу и назначению. Отличия БАД от функциональных продуктов.
2. Биотехнологическое получение олигосахаридов (лактоулозы, фруктоолигосахаридов) из молочной сыворотки и растительного сырья.
3. Технология получения и применения пищевых волокон (пектинов, β -глюканов, целлюлозы, лигнина).
4. Использование мембранных процессов (ультрафильтрация, нанофильтрация) для концентрирования и очистки БАВ.
5. Сверхкритическая флюидная экстракция для получения липофильных БАВ (каротиноидов, токоферолов, фитостеринов).
6. Биотехнология нуклеотидов и нуклеозидов для использования в детском и лечебном питании.
7. Технология получения минорных биологически активных липидов (сквален, фосфолипиды, конъюгированные линолевые кислоты).
8. Использование иммобилизованных липаз для получения структурированных триглицеридов – аналогов жира грудного молока.

9. Биотехнология коэнзима Q10 (убихинона): микроорганизмы-продуценты, ферментация, выделение, стабилизация.
10. Продукты, обогащённые витамином D2 путём УФ-облучения грибов и дрожжей.
11. Биотрансформация изофлавонов сои с помощью микробных гликозидаз для повышения биодоступности.
12. Технология ферментативных гидролизатов коллагена (желатина) с низкой молекулярной массой.
13. Сравнительная характеристика заквасок для ферментации растительного сырья (овощи, фрукты, зерно).
14. Биотехнология комбучи (чайного гриба): микробный консорциум, метаболиты, функциональные свойства.
15. Производство пробиотических продуктов на основе злаков (овёс, ячмень, полба).
16. Технология синбиотических заквасок прямого внесения: сублимационная сушка, криозащита, восстановление активности.
17. Микробиологический контроль качества заквасок: определение титра, чистоты, отсутствия бактериофагов.
18. Применение бактериоцинов (низин, педиоцин, плантарицин) в качестве природных консервантов.
19. Технология обогащения продуктов минералами с учётом химической формы (хелатные формы, наночастицы).
20. Получение функциональных ингредиентов из отходов переработки рыбы (гидролизаты белка, коллаген, хитин, хитозан).
21. Биотехнология переработки вторичного молочного сырья для получения лактулозы, лактоферрина, гликомасропептидов.
22. Технология продуктов с пониженным содержанием натрия: заменители соли, ферментированные экстракты.
23. Ферментативная модификация крахмала для получения резистентного крахмала (функционального пищевого волокна).
24. Нанокapsулирование и наноэмульгирование гидрофобных БАВ (куркумин, коэнзим Q10, лютеин).
25. Методы оценки антиоксидантной активности функциональных продуктов (ORAC, DPPH, FRAP, ABTS).
26. Современные методы идентификации ГМО в пищевом сырье и продуктах (ПЦР, ПЦР в реальном времени, секвенирование).

27. Определение подлинности и фальсификации функциональных продуктов с помощью ДНК-штрихкодирования и протеомного анализа.
28. Техничко-экономическое обоснование биотехнологического производства: расчёт себестоимости, рентабельности.
29. Экологическая оценка биотехнологических производств: углеродный след, водоёмкость, биоразлагаемость отходов.
30. Примеры успешных промышленных реализаций функциональных и специализированных продуктов на российском и мировом рынке.

4. ПРИМЕРНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ (СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ)

1. Разработайте технологическую схему получения пробиотического йогурта с инулином и укажите критические контрольные точки.
2. Предложите способ ферментативной обработки соевого молока для снижения олигосахаридов (стахиозы, рафинозы).
3. Рассчитайте количество закваски *Lacticaseibacillus rhamnosus* для производства 1000 кг творога, если конечное содержание пробиотика должно быть 10^7 КОЕ/г, а активность закваски – 10^9 КОЕ/мл.
4. Составьте рецептуру безлактозного обогащённого молочного напитка для людей с непереносимостью лактозы.
5. Оцените безопасность БАД «Экстракт расторопши» по микробиологическим показателям (заданные значения – сравнить с СанПиН).
6. Предложите способ микрокапсулирования масла семян льна для повышения окислительной стабильности.
7. Выберите биореактор для культивирования *Lactobacillus acidophilus* с иммобилизацией на носителе и обоснуйте выбор.
8. Опишите план клинического исследования эффективности обогащённого пищевыми волокнами хлеба для пациентов с сахарным диабетом 2 типа.
9. Рассчитайте выход лактулозы из молочной сыворотки при изомеризации лактозы под действием щёлочи, если начальная концентрация лактозы 5%, конверсия 25%, потери при очистке 10%.
10. Составьте материальный баланс производства 1000 кг йогурта, обогащённого инулином (добавка 3% от массы), с содержанием сухих веществ 15%.
11. Выберите оптимальный метод иммобилизации β -галактозидазы для непрерывного гидролиза лактозы в проточном биореакторе (ковалентная связь, адсорбция, энтрэпмент).

12. Предложите состав питательной среды для культивирования *Lactobacillus reuteri* с целью получения бактериоцина реутерина.
13. Оцените риск аллергенности при использовании рекомбинантного белка (например, глицинина сои) в функциональном продукте. Какие методы контроля предложите?
14. Разработайте схему контроля качества по стадиям производства сублимированной пробиотической закваски.
15. Сравните эффективность двух антиоксидантов (токоферол и аскорбилпальмитат) при стабилизации рыбьего жира в напитке.

5. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

5.1. Кандидатский экзамен проводится по билетам.

Экзаменационный билет включает три вопроса:

- первый – по фундаментальным основам биотехнологии (Раздел 1);
- второй – по технологиям функциональных и специализированных продуктов или биотехнологии БАВ (Разделы 2 или 3);
- третий – по теме диссертационного исследования соискателя.

5.2. На подготовку ответа отводится 40–60 минут, затем устное собеседование с экзаменационной комиссией. Экзаменаторы вправе задавать дополнительные вопросы в пределах программы.

5.3. Критерии оценки:

Оценка	Критерии
«отлично»	Полные, развёрнутые ответы на все вопросы, свободное владение современной терминологией, знание нормативной базы, умение аргументировать технологические решения. Практическое задание (при его включении) выполнено верно.
«хорошо»	В целом правильные ответы, но допущены 1–2 неточности или неполнота в деталях. Практическая задача решена с

	незначительными ошибками.
«удовлетворительно»	Имеются существенные пробелы в знании разделов программы, слабая ориентация в современных биотехнологиях функциональных продуктов. Практическая задача решена частично.
«неудовлетворительно»	Отсутствие ответов по ключевым вопросам, непонимание основ биотехнологии, неверное решение или невыполнение практического задания.

5.4. Результаты экзамена оформляются протоколом. Соискатель, получивший неудовлетворительную оценку, допускается к повторной сдаче в установленном порядке.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Биотехнология продуктов питания: учебник / под ред. А.Ю. Просекова. – М.: ИНФРА-М, 2022. – 412 с.
2. Функциональные продукты питания: научные основы и технологии / В.И. Трухачев, И.А. Евдокимов и др. – Ставрополь: АГРУС, 2021. – 288 с.
3. Специализированные пищевые продукты: биотехнология, безопасность, нутрициология / под ред. Л.А. Маюрниковой. – Кемерово: КемТИПП, 2020. – 340 с.
4. Микробиология пищевых производств / Л.А. Трухина. – СПб.: Лань, 2021. – 320 с.
5. Паспорт научной специальности 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (утверждённый).
6. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».
7. Технический регламент ТР ТС 027/2012 «О безопасности специализированной пищевой продукции».
8. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам (раздел «Биологически активные добавки»).

Дополнительная литература

1. Химия пищи. Белки: структура, функции, биотехнологическая модификация / И.А. Рогов, Н.В. Неповинных. – М.: Колос, 2019.
2. Ферменты в пищевой промышленности / Д.А. Бабаев. – СПб.: ГИОРД, 2020.
3. Руководство по биотехнологии функциональных ингредиентов / под ред. В.В. Волкова. – СПб.: Проспект науки, 2021.
4. Современные методы анализа пищевых продуктов / под ред. Ю.Ю. Кузнецова. – М.: ДеЛи плюс, 2020.
5. Периодические издания: журналы «Food Biotechnology», «Food Chemistry», «Вопросы питания», «Пищевая биотехнология», «Хранение и переработка сельхозсырья».