

това Борода» 12 видов животных, из которых наиболее многочисленными являются *Pelophylax ridibundus*, *Rana temporaria*, *Sorex araneus*, *Microtus arvalis*, *Apodemus agrarius*. В ходе дальнейших исследований, высока вероятность обнаружения на территории заказника других видов наземных позвоночных, в том числе внесенных в Красную книгу Республики Беларусь.

1. Шефтель, Б.И. Методы учета численности мелких млекопитающих / Б.И. Шефтель // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2018. – Vol. 3 (3).
2. Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся / Даревский И. С. и др. // Киев, 1989. – 172 с.
3. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных. – Минск : Беларусская Энциклопедия імя П. Броўкі, 2004. – С. 317.
4. Соколова, А.А. Обзор фауны землероек (Soricidae) Витебской области / А.А. Соколова // XVIII Машеровские чтения : материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Витебск, 25 октября 2024 г. : в 2 т. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: Е.Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2024. – Т. 1. – С. 96-98. – URL: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/44713> (дата обращения: 15.08.2025).

## СИСТЕМАТИКА И МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КЛУБЕНЬКОВЫХ И АЗОТФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ

*Стребко Э.Д.*

студентка 3 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь  
Научный руководитель – Морозова И.М., канд. биол. наук, доцент

Проблема обеспечения растений доступными формами азота является одной из ключевых в сельском хозяйстве и экологии. Атмосферный азот составляет около 78 % газовой оболочки Земли, однако подавляющее большинство организмов не может усваивать его в молекулярной форме. Превращение молекулярного азота в биологически доступные соединения осуществляется только специализированными микроорганизмами – азотфиксирующими бактериями [1]. Среди них особое значение имеют клубеньковые бактерии (род *Rhizobium* и близкие таксоны), которые вступают в симбиотические взаимоотношения с бобовыми растениями, формируя специфические структуры – корневые клубеньки [2]. Их деятельность обеспечивает до 70 % природной фиксации азота в агроценозах, что снижает зависимость от химических удобрений и способствует устойчивому земледелию [3].

Цель работы – обобщить современные представления о систематике и морфологическом разнообразии клубеньковых и азотфиксирующих бактерий, выявить ключевые признаки, определяющие их экологическую и агрономическую роль.

**Материал и методы.** Исследование основано на анализе публикаций последних лет, включающих как молекулярно-генетические, так и классические микробиологические подходы к классификации азотфиксирующих микроорганизмов. При систематизации учитывались данные молекулярной таксономии, морфологические и физиологические характеристики культур, результаты световой и электронной микроскопии [4].

**Результаты и обсуждение.** Систематика азотфиксирующих бактерий в настоящее время базируется преимущественно на молекулярно-генетических методах. На данный момент выделяют пять основных родов симбиотических клубеньковых бактерий – *Azorhizobium*, *Rhizobium*, *Mesorhizobium*, *Sinorhizobium* и *Bradyrhizobium*, а семейство *Rhizobiaceae*, включающее эти и другие близкие роды, насчитывает свыше 20 современных родов. Среди свободноживущих азотфиксаторов род *Azotobacter* представлен шестью видами, а к числу других активных азотфиксаторов относят роды *Azospirillum*, *Clostridium*, *Bacillus* и *Klebsiella*. Традиционная группировка родов была уточнена с учетом анализа гомологии последовательностей рРНК и генов фиксации азота (*nif*, *fix*) [1, 4]. Эти роды формируют отдельные филогенетические клады внутри семейства *Rhizobiaceae*.

Морфологически клубеньковые бактерии представлены грамотрицательными подвижными палочковидными клетками, способными изменять форму при переходе в симбиотическое состояние. Внутри клубеньков наблюдается трансформация в так называемые бактероиды, которые характеризуются увеличенными размерами,

изменением мембран и утратой способности к делению, но в то же время обладающие высокой активностью нитрогеназы.

Свободноживущие азотфиксаторы демонстрируют большее морфологическое разнообразие: от крупных яйцевидных или овальных клеток (*Azotobacter*), способных к образованию цист, до облигатно анаэробных спорообразующих палочек (*Clostridium*). Несмотря на различия, объединяющим критерием служит наличие ферментативных комплексов нитрогеназы, обеспечивающих фиксацию молекулярного азота.

Особый интерес представляет экологическая роль данных микроорганизмов. Симбиотические диазотрофы обеспечивают растения доступным азотом и влияют на продуктивность агроценозов, тогда как свободноживущие формы поддерживают азотный баланс в почвах естественных экосистем. Таким образом, систематика и морфология этих бактерий тесно связаны с их функциональной активностью и эволюционным развитием.

**Заключение.** Клубеньковые и азотфикссирующие бактерии представляют собой чрезвычайно разнообразную группу микроорганизмов, объединенных способностью к биологической фиксации азота. Современные методы молекулярной систематики позволили уточнить таксономическое положение многих родов и видов, а изучение морфологических особенностей выявило адаптивные формы, обеспечивающие симбиотическую и свободноживущую активность. Дальнейшее исследование этих микроорганизмов имеет фундаментальное значение для понимания биогеохимического цикла азота и прикладное значение для разработки биопрепаратов, направленных на повышение урожайности и устойчивости сельскохозяйственных культур.

1. Гусев М. В., Минеева Л. А. Микробиология: Учебник для студ. биол. специальностей вузов //М.: Издательский центр «Академия». – 2003. – С. 108.

2. Куликов Я. К. Экологические функции растительно-микробных симбиозов и их роль в развитии ресурсосберегающих биотехнологий //Известия Национальной академии наук Беларусь. Серия биологических наук. – 2022. – Т. 67. – №. 2. – С. 243-256.

3. Ленгелер Й. и др. Современная микробиология //Прокариоты., М. – 2005.

4. Блохина И. Н., Леванова Г. Ф. Геносистематика бактерий. – Наука, 1976.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОПРИМЕСЕЙ В СУЛЬФАНИЛАМИДНЫХ ПРЕПАРАТАХ

*Строгая А.Г.*

магистрант ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь

Научный руководитель – Чиркин А.А., доктор биол. наук, профессор

**Ключевые слова.** ВЭЖХ-МС/МС как золотой стандарт, ВЭЖХ-УФ для рутинного анализа, ВЭЖХ-ИП-МС для ионных соединений, ГХ-МС для летучих примесей, КЭ для мелких ионных примесей.

**Keywords.** HPLC-MS/MS as a gold standard, HPLC-UV for routine analysis, HPLC-IP-MS for ionic compounds, GC-MS for volatile impurities, CE for small ionic impurities.

Современные технологии определения микропримесей в сульфаниламидных препаратах включают комбинацию высокоэффективных методов разделения и высокочувствительных методов детектирования. К ним относят следующие хорошо апробированные методы: высокоэффективная жидкостная хроматография с диодно-матричным детектированием (ВЭЖХ-ДМД, HPLC-MS), жидкостная хроматография с ионной подвижностью и масс-спектрометрией (ЖХ-ИП-МС, LC-IM-MS), жидкостная хроматография с ионной подвижностью и масс-спектрометрией (ЖХ-ИП-МС, LC-IM-MS), газовая хроматография с масс-спектрометрией (ГХ-МС, GC-MS), капиллярный электрофорез с детектированием на диодной матрице (КЭ-ДМД, CE-DAD).

Цель работы – сравнить современные методы определения микропримесей в фармацевтических субстанциях и предложить алгоритм анализа.