



Symposium on Natural and Applied Sciences

Hosted Online from London, United Kingdom

Date: 5th May, 2026

Website: <https://econferencia.com>

БИОСИНТЕЗ БЕЛКА: МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ, КОМПАРТМЕНТАЛИЗАЦИЯ И ПРОТЕОСТАЗ

Амангелдиева Жазира Нурлановна

Автор, студентка 2 курса, педиатрический
факультет EMU university

Пирназаров Бахтияр Утемисович

Научный руководитель, Старший преподаватель, PhD, кафедры
«Химических наук» Университета ЕМУ
bakhtiyarpirnazar@gmail.com

Цель работы

Систематизировать современные представления о ключевых этапах биосинтеза белка, механизмах его пространственной организации, роли шаперонов и регуляции трансляции через вариабельность скорости элонгации.

Введение

Биосинтез белка (трансляция) представляет собой фундаментальный процесс реализации генетической информации, в ходе которого последовательность нуклеотидов матричной РНК (мРНК) декодируется в аминокислотную последовательность полипептида. В классическом понимании трансляция включает три стадии: инициацию, элонгацию и терминацию. Однако современные исследования показывают, что биогенез белка в клетке — это



Symposium on Natural and Applied Sciences

Hosted Online from London, United Kingdom

Date: 5th May, 2026

Website: <https://econferencia.com>

значительно более сложный, пространственно организованный и жестко регулируемый процесс, который не может

быть сведен только к формированию пептидных связей на рибосоме .

Пространственная организация трансляции.

Согласно данным, обобщенным в обзоре сотрудников МГУ, в эукариотической

клетке трансляция не является исключительно цитоплазматическим событием. Наряду с классическими представлениями о синтезе секреторных и мембранных белков на рибосомах, ассоциированных с эндоплазматическим ретикулумом (ЭР), а растворимых белков — на свободных полисомах, установлена избирательная трансляция мРНК на митохондриях, элементах цитоскелета и в специализированных рибонуклеопротеидных (РНП) гранулах. Эти данные указывают на существование

«трансляционных фабрик» — компартментов, где осуществляется котрансляционное сворачивание и сборка мультисубъединичных комплексов. Митохондриальная трансляция: эндосимбиотическое наследие. Особый интерес представляет трансляция в митохондриях — органеллах,

сохранивших собственный геном и аппарат биосинтеза белка от бактериального предка. Как показано в обзорах Левицкого и соавт митохондриальная трансляция существенно отличается как от прокариотической, так и от цитозольной эукариотической. У

млекопитающих она характеризуется высокой степенью специализации: митохондриальные рибосомы (миторибосомы) имеют иное соотношение белка и рРНК, уникальные факторы инициации (mtIF2, mtIF3) и модифицированные тРНК. Синтез 13 субъединиц дыхательной цепи непосредственно в матриксе митохондрий необходим для поддержания



Symposium on Natural and Applied Sciences

Hosted Online from London, United Kingdom

Date: 5th May, 2026

Website: <https://econferencia.com>

окислительного фосфорилирования, а нарушение этого процесса лежит в основе митохондриальных заболеваний .

Котрансляционное сворачивание и роль молекулярных шаперонов.

Формирование нативной третичной структуры белка начинается еще в процессе

синтеза на рибосоме. Это критический этап, поскольку полипептидная цепь выходит из

рибосомного туннеля в конформации, склонной к агрегации. В обзоре Fedorov,

Biochemistry (Mosc)) и в статье из Annual Review of Biomedical Data Science показано, что начинающийся полипептид сразу же взаимодействует с сетью рибосом-ассоциированных факторов. Ключевую роль здесь играет комплекс NAC

(Nascent polypeptide-Associated Complex), а также система RAC/Hsp70. Эти шапероны

не просто пассивно удерживают цепь от агрегации, но и, связываясь с рибосомой в

области выхода полипептида, модулируют скорость элонгации и создают «пространство для фолдинга», предотвращая образование токсичных агрегатов .

Генетический код второго уровня: регуляция фолдинга через синонимичные кодоны.

Одним из наиболее значимых открытий последних лет , обобщенных в работе Комар, является существование дополнительного, «криптического» кода внутри генетического кода. Оказалось, что выбор синонимичных



Symposium on Natural and Applied Sciences

Hosted Online from London, United Kingdom

Date: 5th May, 2026

Website: <https://econferencia.com>

кодонов (кодирующих одну и ту же аминокислоту, но различающихся по частоте встречаемости тРНК) стратегически детерминирует временные паузы в процессе

трансляции. Разная скорость элонгации, обеспечиваемая неравномерным использованием кодонов, необходима для того, чтобы отдельные домены полипептида

успевали последовательно (ко-трансляционно) свернуться в нативную структуру до синтеза следующих участков. Таким образом, синонимичные замены, долгое время считавшиеся «немыми», могут критически влиять на конечную третичную структуру и функцию белка.

Заключение

Таким образом, современная биохимия рассматривает биосинтез белка не как

линейную последовательность реакций, а как интегрированную, пространственно-временную систему. Успешный биогенез белка обеспечивается

согласованной работой аппарата трансляции, систем адресации мРНК, специфичных митохондриальных механизмов, шаперонов и даже неравномерной скорости движения

рибосомы, запрограммированной последовательностью кодонов.

Понимание этих механизмов имеет ключевое значение для разработки терапии болезней накопления неправильно свернутых белков (протеинопатий) и митохондриальных дисфункций.



Symposium on Natural and Applied Sciences

Hosted Online from London, United Kingdom

Date: 5th May, 2026

Website: <https://econferencia.com>

Список литератур

1. Биологи МГУ разобрались в пространственной организации биосинтеза белка в клетках. Научная Россия, 2021. (Обзор сотрудников МГУ , опубликованный в журнале «Молекулярная биология», 2021).
2. Fedorov A.N. Biosynthetic Protein Folding and Molecular Chaperons. Biochemistry (Moscow), 2022.
3. Kummer E., Van N. Mechanisms and regulation of protein synthesis in mitochondria. Nature Reviews Molecular Cell Biology , 2021.
4. Левицкий С.А., Балева М.В., Чичерин И.В., и др. Биосинтез белка в митохондриях: простота в прошлом, совершенство сейчас, неизвестность в будущем. Биохимия, 2020. Т . 85, № 3.
5. Komar A.A. A Code Within a Code: How Codons Fine-Tune Protein Folding in the Cell. Biochemistry (Moscow), 2021.
6. Co-translational Mechanisms of Protein Biogenesis and Complex Assembly in Eukaryotes. Annual Review of Biomedical Data Science, 2022.