

C0r0n@ 2 Inspect

Обзор и анализ научных статей, связанных с экспериментальными методиками и методами, используемыми в вакцинах против c0r0n@v|rus, доказательствами, ущербом, гипотезами, мнениями и проблемами.

Понедельник, 16 августа 2021 г.

Молочнокислые бактерии могут защитить от токсичности оксида графена в кишечнике

Ссылка

Чжао, Y .; Ю, X .; Цзя, R .; Ян, R .; Руй, Q .; Ван, D. (2015). Молочнокислые бактерии защищают *Caenorhabditis elegans* от токсичности оксида графена, поддерживая нормальную проницаемость кишечника при различных генетических фонах. Научные отчеты, 5 (1), стр. 1-13. <https://doi.org/10.1038/srep17233>

Факты

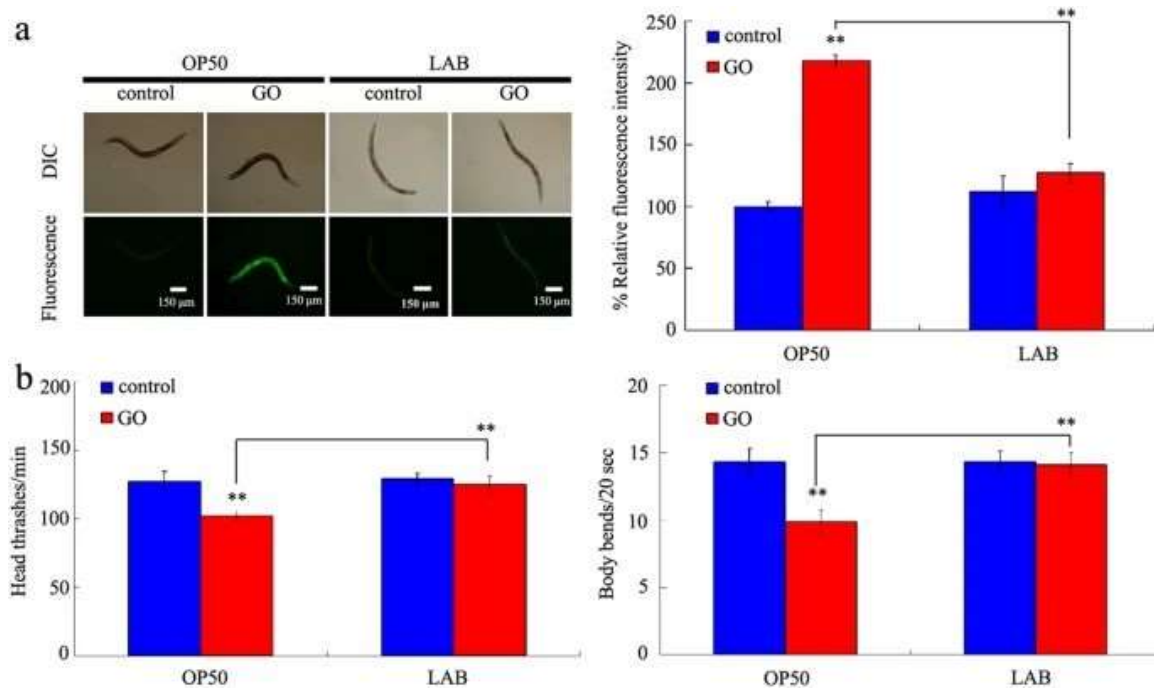
1. Молочнокислые бактерии, также известные как БАЛ или МКБ, представляют собой гетерогенную группу микроорганизмов, характеризующихся выработкой молочной кислоты и ферментацией углеводов.
По данным (Requena, T. 2018) роды, которые обычно встречаются в этих группах, следующие:
Lactococcus, Lactobacillus, Leuconostoc, Pediococcus, Streptococcus, Aerococcus, Oenococcus, Carnobacterium, Enterococcus и Weissella среди других. LAB используются в ферментации пищевых продуктов, поэтому их роль является фундаментальной для здоровья человека. Принимая это во внимание, исследователи (Zhao, Y.; Yu, X.; Jia, R.; Yang, R.; Rui, Q.; Wang, D. 2015) используют
" *Caenorhabditis elegans* (нематода) для исследования возможного полезного эффекта предварительной обработки LAB (*Lactobacillus bulgaricus*) против токсичности оксида графена (GO) и лежащих в его основе механизмов . "Первоначальные результаты подтвердили гипотезу о том, что" LAB предотвращают токсичность оксида графена GO в функциях первичных и вторичных органов-мишеней у нематод. LAB блокируют транслокацию GO во вторичные органы-мишени через кишечный барьер, поддерживая нормальную проницаемость кишечника . "Эта информация может быть очень важна для смягчения или противодействия эффектам оксида графена, как можно вывести из заявлений, сделанных учеными.
2. Стоит отметить важное упоминание авторами токсичности оксида графена GO, которая вызывает цитотоксичность, побочные эффекты in vivo и in vitro, легочную токсичность, репродуктивную токсичность у млекопитающих, генотоксичность, кишечные дисфункции и повреждение клеток, что упоминается и описывается в научной литературе, см. (Akhavan, O.; Ghaderi, E.; Rahimi, K. 2012 | Yang, K.; Li, Y.; Tan, X.; Peng, R.; Liu, Z. 2013 | Zhao, Y.; Wu, Q.; Li, Y.; Ван, Д. 2013 | Юань, Дж.; Гао, Х.; Суй, Дж.; Дуань, Х.; Чен, Западная Нью-Йорк; Чинг, СВ 2012 | Цюй, Г.;

Лю, С.; Чжан, С.; Ван, Л.; Ван, Х.; Сан, Б.; Цзян, Великобритания, 2013 г. | Ли, Ю.; Ву, К.; Чжао, Ю.;

Бай, Ю.; Чен, П.; Ся, Т.; Ван, Д. 2014 | Ли, Б.; Ян, Дж.; Хуан, К.; Чжан, Ю.; Пэн, К.; Чжан, Ю.; Фан, К. 2013 | Ахаван, О.; Гадери, Э.; Хашеми, Э.; Акбари, Э. 2015 | Фу, К.; Лю, Т.; Ли, Л.; Лю, Х.; Лян, К.; Meng, X. 2015) и [библиографическая страница повреждений и токсичность этого блога](#).

3. С другой стороны, исследователи описывают « несколько клеточных механизмов, объясняющих токсичность GO: 1) прямое контактное взаимодействие сверхострых краев GO с клеточной мембраной, 2) индукция продукции активных форм кислорода (ROS). и 3) обертывание клеток или микроорганизмов и агрегация в культуральной среде » (Akhavan, O.; Ghaderi, E. 2010 | Hu, W.; Peng, C.; Lv, M.; Li, X.; Zhang, Y.; Chen, N.; Huang, Q. 2011).

| Чанг, Ю.; Ян, СТ; Лю, Дж. Х.; Донг, Э.; Ван, Ю.; Цао, А.; Ван, Х. 2011 г. | Ахаван, О.; Гадери, Э.; Ахаван, А. 2012 | Ахаван, О.; Гадери, Э.; Эсфандияр, А. 2011 | Ахаван, О.; Гадери, Э.; Эсфандияр, А. 2011 | Хашеми, Э.; Ахаван, О.; Шамсара, М.; Рагиги, Р.; Эсфандияр, А.; (Таефех, А.Р. 2014)



Инжир. 1. Введение молочнокислых бактерий (МКБ) снизило токсичность до уровня, аналогичного контрольным нематодам. (Чжао, Ю.; Юй, С.; Цзя, Р.; Ян, Р.; Руй, Ц.; Ван, Д. 2015)

4. В исследовании описывается экспериментальная процедура/методология на нематоде *in vivo* (*Caenorhabditis elegans*), чтобы испытать токсичность (ЕНМ) или инженерных наноматериалов, разработанных с использованием оксида графена GO, и узнать последствия, которые они повлекут за собой для млекопитающих или человека " инженерные наноматериалы (ЕНМ) могут быть перемещены в первичные органы-мишени (например, кишечник) и/или вторичные органы-мишени (например, нейроны и репродуктивные органы "
5. Кишечник играет решающую роль в качестве « биологического барьера против возможной токсичности НМД у нематод ». Если это было подтверждено у нематод, это также можно было бы экстраполировать на млекопитающих и людей.

6. Исследователи предоставляют очень важную информацию в следующем заявлении: « *Функционирование кишечника участвует в контроле поведения дефекации *C. elegans* и может быть успешно использовано для оценки токсичности и токсикологического исследования углеродных ЭНМ. Таких как графит, многослойные углеродные нанотрубки (MWCNT) и фуллерен I*». До сих пор оксид графена был известен в 2D-форме (нанолисты толщиной в 1 атом), в 3D-форме (несколько слоев, уложенных друг на друга), в форме нанотрубок (цилиндры оксида графена, также известные как углеродные нанотрубки), в форме многослойных нанотрубок (называемых MWCNT, которые представляют собой цилиндры оксида графена, организованные друг в друге) и новой, неизвестной форме, « *фуллеренол* », также известный как « *фуллерен* », который

представляет собой трехмерную геометрическую молекулу углерода эллипсоидной/сферической формы, см. рисунок 2. Этот компонент очень актуален для исследования токсического воздействия оксида графена на организм человека, обнаружения новых векторов загрязнения, поэтому он будет подробно рассмотрен в будущих публикациях.

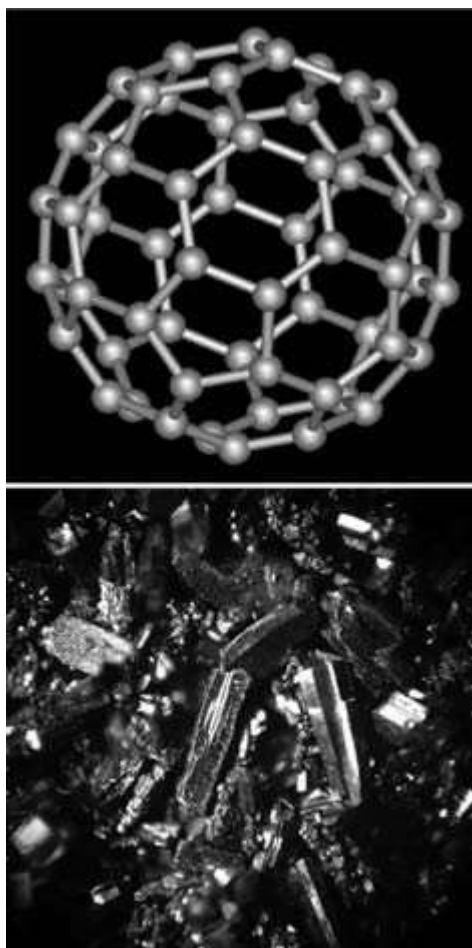


Рис. 2. Молекула фуллерена C₆₀ и кристаллы фуллерена. Иллюстрация получена из Википедии (<https://en.wikipedia.org/wiki/Fullerene>)

4. Для проведения эксперимента исследователи « *выбрали конечную точку кишечной реактивной формы кислорода (ROS)* ». Это наблюдение токсичности оксида графена у нематод при введении LAB (молочнокислых бактерий) и их кишечной реакции на генерацию свободных радикалов (ROS). Согласно этому методу, было замечено, что « *введение с LAB изменило схему транслокации GO у нематод... После предварительной обработки LAB оксид графена GO в основном распределялся в*

глотке и кишечнике, и никаких сигналов не было обнаружено во вторичных целевых органах нематод ». Это позволяет нам утверждать, что « введение с LAB было полезным для поддержания нормального состояния кишечной проницаемости у нематод, подвергшихся воздействию GO » . «Это удалось установить благодаря использованию флуоресцентного красителя « **Нильский красный** » . Другим доказательством воздействия LAB на оксид графена является поведение дефекации». Введение с LAB поддерживало нормальное поведение дефекации у нематод, подвергшихся воздействию GO... предварительная обработка с LAB в частности восстановил токсический эффект GO, восстановив нормальный цикл дефекации ». Это можно было проверить с помощью теста флуоресценции, которая была значительно снижена по сравнению с необработанными нематодами. Другое важное доказательство связано со снижением токсичности оксида графена. « Введение LAB предотвратило токсичность GO у нематод с восприимчивыми мутациями генов . «Исследователи обнаружили, что окислительный стресс, создаваемый генами *sod-2*, *sod-3*, *gas-1* или *aak-2*, вызывал токсические реакции при взаимодействии с оксидом графена GO. Это связано с тем, что « гены *sod-2* и *sod-3* кодируют митохондриальные марганцевые супероксиддисмутазы, ген *gas-1* кодирует субъединицу митохондриального комплекса I, а ген *aak-2* кодирует каталитическую альфа-субъединицу протеинкиназы . «Оксид графена индуцировал мутацию генов *sod-2*, *sod-3*, *gas-1* или *aak-2*, что вызывало интенсивное образование ROS или свободных радикалов, ответственных за гибель клеток. Однако « мы обнаружили, что предварительная обработка LAB все еще может эффективно подавлять индукцию кишечной продукции ROS и снижение двигательного поведения у мутантов *sod2*, *sod-3*, *gas-1* или *aak-2*, подвергшихся воздействию GO, что приводит к выводу, что предварительная обработка LAB может иметь положительный эффект против токсичности GO у нематод ».

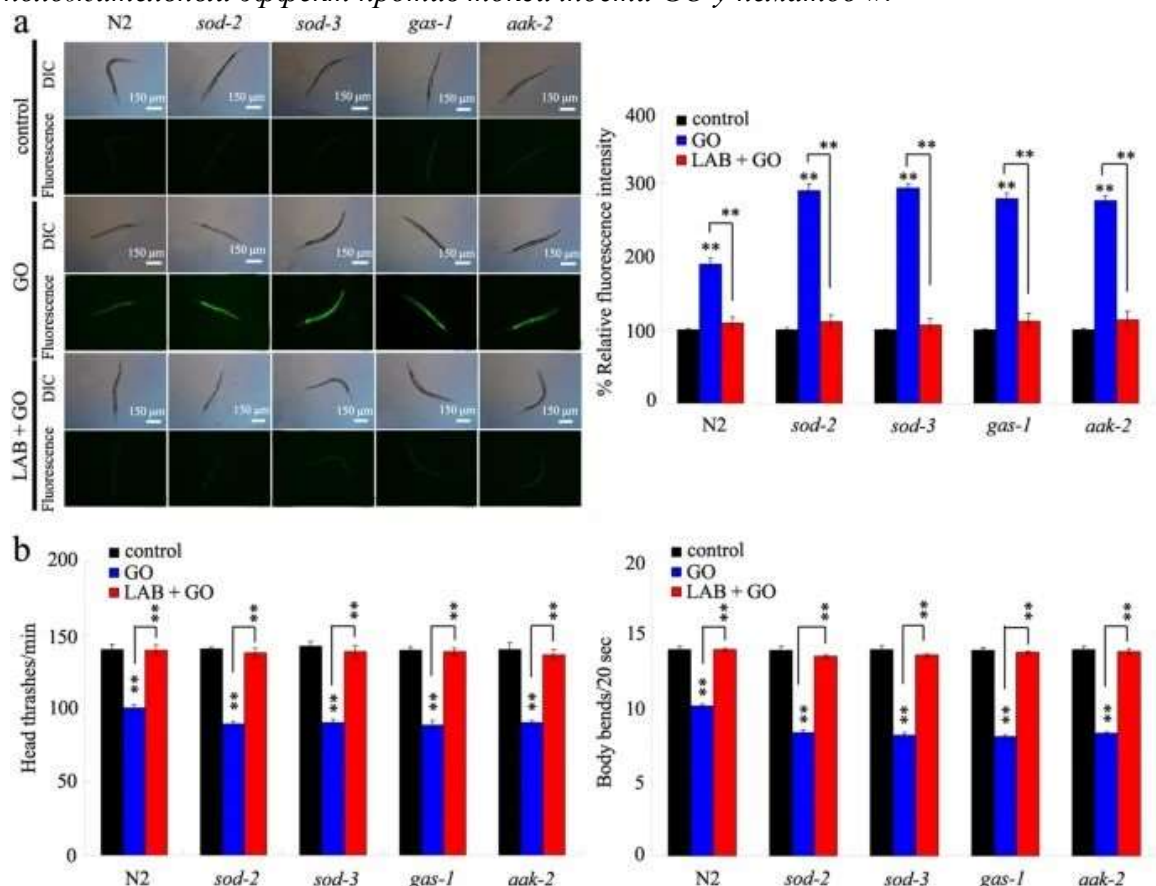


Рис. 3. Обратите внимание, что значения контроля и обработки LAB находятся на одном уровне. Это означает, что молочнокислые бактерии могут нейтрализовать эффекты оксида графена, по крайней мере, в кишечнике. (Zhao, Y.; Yu, X.; Jia, R.; Yang, R.; Rui, Q.; Wang, D. 2015)

8. В качестве окончательного вывода исследователи заявляют, что « *предварительная обработка LAB может эффективно подавлять токсичность воздействия GO на первичные и вторичные целевые функции органов у нематод. Одним из основных клеточных механизмов положительного воздействия предварительной обработки LAB является поддержание нормальной проницаемости кишечника у нематод, подвергшихся воздействию GO. Другим клеточным механизмом положительного воздействия предварительной обработки LAB является поддержание нормального поведения при дефекации у нематод, подвергшихся воздействию GO. Совместное воздействие предварительной обработки LAB на проницаемость кишечника и поведение при дефекации предотвратило транслокацию GO во вторичные целевые органы или биодоступность GO для клеток тела через кишечный барьер у нематод. Одним из важных молекулярных механизмов положительного воздействия предварительной обработки LAB является то, что LAB может оказывать свое положительное воздействие против токсичности GO». В том числе, обработка LAB будет иметь «положительное воздействие против токсичности GO даже у нематод с генными мутациями, способными вызывать токсические реакции на воздействие оксида графена».*

Смягчение оксида графена путем насыщения белком

1. По мнению исследователей (Hu, W.; Peng, C.; Lv, M.; Li, X.; Zhang, Y.; Chen, N.; Huang, Q. 2011), еще один способ снизить цитотоксичность оксида графена — насытить его белками, образовав то, что известно как « *белковая корона* ». Они утверждают, что « *цитотоксичность Нанолисты GO возникают из-за прямого взаимодействия между клеточной мембраной и нанолистами GO, которые вызывают физическое повреждение клеточной мембраны. Этот эффект значительно ослабевает при инкубации GO с FBS из-за адсорбционной способности чрезвычайно высокого белка из GO* ". FBS, также известная как *фетальная бычья сыворотка*, является добавкой, которая способствует росту и адгезии клеточных культур в лабораториях.
2. Наблюдения показали, что « *большое количество белков покрыло поверхности нанолистов GO (обозначенных как GO, покрытые FBS). Более того, связывание с белком GO-FBS достигло равновесия в течение 30 мин* ». Зная ферментативную адсорбционную способность оксида графена, продемонстрированную в [фильтрах для разделения лактозы](#), неудивительно, что он также способен адсорбировать белки, поэтому эта тактика насыщения является гениальной. Это было отражено в более поздних испытаниях, в которых « *наноскладки оксида графена GO смогли адсорбировать приблизительно 1,6 мг BSA (бычий сывороточный альбумин). Эта нагрузочная способность была соответственно ~ в 9 раз и ~ в 1,8 раза больше, чем у BSA для двух известных наноматериалов с высокой адсорбционной способностью белков, а именно многостенных углеродных нанотрубок (MWNT) и углеродных нанотрубок с одной стенкой (SWNT). Эти данные предполагают, что нанолисты GO обладают исключительно высокой адсорбционной способностью для белков, содержащихся в среде FBS* ». «Поскольку нанолисты GO были покрыты белками, они не могли разрезать или повреждать клеточные мембраны, тем самым уменьшая клеточные

мембраны. Прямые взаимодействия с клетками, тем самым избегая окислительного стресса, токсичности металлов и физической перфорации клеток.

Удаление оксида графена путем УФ-обработки пищевых продуктов

1. Другим способом борьбы с оксидом графена может быть УФ-обработка продуктов питания. Согласно (Wu, Q .; Zhao, Y .; Fang, J .; Wang, D. 2014) « *Рост оксида графена GO во всем мире делает вероятным, что он представляет значительный риск для окружающей среды и здоровья. Воздействие GO in vitro вызывает снижение жизнеспособности и адгезии клеток, индукцию апоптоза клеток, изменение высвобождения лактатдегидрогеназы и окислительный стресс. Исследования in vivo показали биораспределение и биоперсистентность GO после воздействия. Воздействие GO in vivo вызывает инфильтрацию воспалительных клеток, отек легких и образование гранулемы, повышенную скорость митохондриального дыхания, генерацию активных форм кислорода (ROS) и активированные воспалительные пути и апоптоз. Кроме того, есть доказательства того, что долгосрочные неблагоприятные последствия для здоровья оксида графена GO следует тщательно учитывать в будущем приложения* . "Согласно изученной научной литературе, см. (Ван, К.; Руан, Дж.; Сун, Х.; Чжан, Дж.; Во, Й.; Го, С.; Цуй, Д. 2011 | Ляо, КХ; Линь, ЙС; Макоско, ЧВ; Хейнс, СL 2011 | Лв, М.; Чжан, И.; Лян, Л.; Вэй, М.; Ху, В.; Ли, С.; Хуан, Ц. 2012 | Дач, МС; Будингер, Г.С.; Лян, Ю.Т.; Соберанес, С.; Урих, Д.; Кьярелла, SE; Мутлу, генеральный менеджер 2011 | Чжан, Х.; Инь, Дж.; Пэн, К.; Ху, В.; Чжу, З.; Ли, В.; Хуан, К. 2011 г. | Чжан, Х.; Yin, J.; Peng, C.; Hu, W.; Zhu, Z.; Li, W.; Huang, Q. 2011 | Yang, K.; Gong, H.; Shi, X.; Wan, J.; Zhang, Y.; Liu, Z. 2013 | Sanchez, VC; Jachak, A.; Hurt, RH; Kane, AB 2012). Эта проблема побудила авторов изучить методы борьбы или устранения оксида графена или его токсичности. Фактически, они свидетельствуют, что « у мышей GO может накапливаться в легких, печени, селезенке и почках — целевых органах. Исследования токсичности GO как in-vitro, так и in-vivo показали, что продукция ROS в целевых клетках является потенциальным механизмом. Однако токсикология и поведение GO в биологических системах после длительного воздействия до сих пор неясно . «С этим заявлением исследователи осознают клеточные повреждения, вызванные оксидом графена в форме ROS (активных форм кислорода), которые вызывают свободные радикалы и апоптоз.
8. В эксперименте, который они провели (Wu, Q .; Zhao, Y .; Fang, J .; Wang, D. 2014), С. elegans (нематоду) кормили « *Escherichia coli* OP50 », которая является бактерией, модифицированной для использования в качестве пищи в лабораторных условиях. « *Escherichia coli* » имеет особенность, что она также обнаруживается в желудочно-кишечном тракте человека, что позволяет делать выводы о лабораторных результатах нематоды, как о симуляции того, что могло бы произойти с людьми. Авторы заявляют, что « *Корм OP50, обработанный УФ-излучением, подавлял токсичность хронического воздействия GO. Для дальнейшего определения возможной роли сильного накопления OP50 в опосредовании токсичности GO мы использовали обработанный УФ-излучением OP50 для кормления нематод, подвергшихся воздействию GO. Кормление обработанным УФ-излучением OP50 проводилось с первого дня взрослой особи. В пластинках роста, распространенных обработанным УФ-излучением OP50, нематоды, подвергшиеся воздействию GO в*

исследуемой концентрации (1 мг/л-1), демонстрировали двигательное поведение, аналогичное поведению контрольных нематод. Кроме того, нематоды, подвергшиеся воздействию ГО в исследуемой концентрации (1 мг/л-1), не показали значительной индукции кишечной аутофлуоресценции или кишечной продукции ROS ». Это означает, что пища, обработанная ультрафиолетовым УФ-излучением, предотвратит цитотоксические эффекты оксида графена в организме нематод и, теоретически, следовательно, в организме людей. Фактически, это относится к « Модификации поверхности ПЭГ, подавляющей как отложение ГО, так и накопление ОП50 в кишечнике нематод », это удаление оксида графена из пищеварительной системы, а также частично бактерии « *Escherichia coli* ».

Обзоры

1. Кажется, было продемонстрировано, что молочнокислые бактерии могут устранять оксид графена ГО в кишечнике и предотвращать его отложение, возвращая обработанное животное к нормальным, контрольным уровням. Связь между продуктами без лактозы и проблемами непереносимости лактозы очень любопытна, как и анализируемая статья (Zhao, Y.; Yu, X.; Jia, R.; Yang, R.; Rui, Q.; Wang, D. 2015) о полезных эффектах BAL / LAB (молочнокислых бактерий). Если у человека низкий уровень BAL / LAB, он, скорее всего, будет непереносим лактозу и, следовательно, с большей вероятностью будет страдать от токсического воздействия оксида графена. Если, напротив, ваша пищеварительная система имеет адекватную и должным образом улучшенную бактериальную флору, токсичность может быть снижена или даже частично устранена. [предыдущий пост о графене непереносимость оксида и лактозы](#) , оксид графена ГО обладает способностью ингибировать ферменты, такие как лактаза, и фильтровать лактозу. Если люди пренебрегают продуктами с лактозой, они не способствуют росту молочнокислых бактерий и, таким образом, частичному, естественному иммунитету к оксиду графена. Следовательно, представляется важным проанализировать эти факторы у затронутых людей, чтобы надежно гарантировать дефицит BAL / LAB и тем самым проверить новое лечение против оксида графена. Принимая во внимание все доказательства, кажется, что здоровой практикой может быть потребление натуральных йогуртов, избегая тех, которые относятся к высокоиндустриальному, обработанному типу.
2. Учитывая способность оксида графена адсорбировать ферменты и белки, стратегия подавления его возможностей заключается в насыщении белками, согласно (Hu, W.; Peng, C.; Lv, M.; Li, X.; Zhang, Y.; Chen, N.; Huang, Q. 2011). Однако в изученной литературе нет доказательств его эффективности вне лабораторных условий in vivo в случаях отравления людей оксидом графена. Возможно, было бы хорошей стратегией исследовать эффективные и дешевые решения для решения этой проблемы, пока организм человека не сможет удалить большую часть токсичного графена.
3. Обработка пищи ультрафиолетовым светом может значительно снизить количество ГО графенового оксида, который попадает в организм, или его последствия, предотвращая его отложение в пищеварительной системе, а также снижая его заболеваемость в остальной части организма. Хотя это может показаться странным, это не так, поскольку, согласно (Spilarewicz-Stanek, K.; Jakimińska, A.; Kisielewska, A.; Dudek, M.; Piwoński, I. 2021), ультрафиолетовый свет инициирует процедуру, называемую окислительной фотодеградацией в графеновом оксиде, которая зависит от интенсивности, типа облучения и времени применения. Именно по этой причине [одежда, изготовленная с](#)

Оксид графена разработан для сопротивления видимому свету и ультрафиолетовому излучению, чтобы избежать повреждения структур графена. Также возможно проводить эксперименты и лабораторные испытания по обеззараживанию пищевых продуктов с использованием УФ-излучения, чтобы гарантировать устранение оксида графена и гарантировать, что пища может быть приготовлена и потреблена позже.

Библиография

1. Ахаван, О.; Гадери, Э. (2010). Токсичность графена и наностен из оксида графена против бактерий. *ACS nano*, 4 (10), стр. 5731-5736. <https://doi.org/10.1021/nn101390x>
2. Ахаван, О.; Гадери, Э.; Ахаван, А. (2012). Генотоксичность графеновых нанопластинок в стволовых клетках человека, зависящая от размера. *Биоматериалы*, 33 (32), стр. 8017-8025. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2012.07.040>
3. Ахаван, О.; Гадери, Э.; Эсфандиар, А. (2011). Упаковка бактерий графеновыми нанолитами для изоляции от окружающей среды, реактивация ультразвуком и инактивация ближним инфракрасным излучением. *Журнал физической химии В*, 115 (19), стр. 6279-6288. <https://doi.org/10.1021/jp200686k>
4. Ахаван, О.; Гадери, Э.; Хашеми, Э.; Акбари, Э. (2015). Дозозависимые эффекты наноразмерного оксида графена на репродуктивную способность млекопитающих. *Углерод*, 95, стр. 309-317. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2015.08.017>
5. Ахаван, О.; Гадери, Э.; Рахими, К. (2012). Неблагоприятные эффекты графена, включенного в фотокатализатор TiO₂, на мелких животных при облучении солнечным светом. *Журнал материалов Химия*, 22 (43), стр. 23260-23266. <https://doi.org/10.1039/C2JM35228A>
6. Chang, Y. ; Yang, ST; Liu, JH; Dong, E. ; Wang, Y. ; Cao, A. ; Wang, H. (2011). Оценка токсичности оксида графена in vitro на клетках A549. *Toxicology letters*, 200 (3), стр. 201-210. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2010.11.016>
7. Duch, MC; Budinger, GS; Liang, YT; Soberanes, S. ; Urich, D. ; Chiarella, SE; Mutlu, GM (2011). Минимизация окисления и стабильная наномасштабная дисперсия улучшают биосовместимость графена в легких. *Nano letters*, 11 (12), стр. 5201-5207. <https://doi.org/10.1021/nl202515a>
8. Fu, C.; Liu, T.; Li, L.; Liu, H.; Liang, Q.; Meng, X. (2015). Влияние оксида графена на развитие потомства мышей в период лактации. *Биоматериалы*, 40, стр. 23-31. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2014.11.014>
9. Хашеми, Э.; Ахаван, О.; Шамсара, М.; Рахиги, Р.; Эсфандиар, А.; Тайефе, Арканзас (2014). Цито- и генотоксичность оксида графена и восстановленных листов оксида графена на сперматозоидах. *Rsc Advances*, 4 (52), стр. 27213-27223. <https://doi.org/10.1039/C4RA01047G>
10. Hu, W.; Peng, C.; Lv, M.; Li, X.; Zhang, Y.; Chen, N.; Huang, Q. (2011). Смягчение цитотоксичности оксида графена с помощью короны белка. *ACS nano*, 5 (5), стр. 3693-3700. <https://doi.org/10.1021/nn200021j>
7. Ли, Б.; Ян, Дж.; Хуан, Ц.; Чжан, Ю.; Пэн, К.; Чжан, Ю.; Фан, К. (2013). Биораспределение и легочная токсичность интратрахеально введенного оксида графена у мышей. *NPG Asia Materials*, 5 (4), e44. <https://doi.org/10.1038/am.2013.7>

8. Ли, Y.; У, Q.; Чжао, Y.; Бай, Y.; Чэнь, P.; Ся, T.; Ван, D. (2014). Ответ микроРНК на обработку оксидом графена *in vitro*. ACS nano, 8 (3), стр. 2100-2110.
<https://doi.org/10.1021/nn4065378>
9. Ляо, КХ; Лин, YS; Макоско, CW; Хейнс, CL (2011). Цитотоксичность оксида графена и графена в эритроцитах человека и фибробластах кожи. Прикладные материалы и интерфейсы ACS, 3 (7), стр. 2607-2615 . <https://doi.org/10.1021/am200428v>
10. Lv, M.; Zhang, Y.; Liang, L.; Wei, M.; Hu, W.; Li, X.; Huang, Q. (2012). Влияние оксида графена на недифференцированную и дифференцированную ретиноевой кислотой линию клеток SH-SY5Y. Nanoscale, 4 (13), стр. 3861-3866.
<https://doi.org/10.1039/C2NR30407D>
11. Qu, G.; Liu, S.; Zhang, S.; Wang, L.; Wang, X.; Sun, B.; Jiang, GB (2013). Оксид графена индуцирует некроз, зависимый от toll-like рецептора 4 (TLR4) в макрофагах. ACS nano, 7 (7), стр. 5732-5745. <https://doi.org/10.1021/nn402330b>
12. Рекена, Т. (2018). Молочнокислые бактерии в продуктах питания и здоровье. 1-й Международный симпозиум по молочнокислым бактериям и пробиотическим микроорганизмам: биоразведка и биотехнологические приложения.
<https://digital.csic.es/handle/10261/194782>
13. Санчес, В.К.; Ячак, А.; Хёрт, Р.Х.; Кейн, А.Б. (2012). Биологические взаимодействия наноматериалов семейства графена: междисциплинарный обзор. Химические исследования в токсикологии, 25 (1), стр. 15-34. <https://doi.org/10.1021/tx200339h>
14. Spilarewicz-Stanek, K.; Jakimińska, A.; Kisiełewska, A.; Dudek, M.; Piwoński, I. (2021). Фотохимические превращения оксида графена, вызванные УФ-облучением во время фотокаталитических процессов. Materials Science in Semiconductor Processing, 123, 105525. <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2020.105525>
15. Ванг, К.; Руан, Дж.; Песня, Х.; Чжан, Дж.; Во, Ю.; Го, С.; Куи, Д. (2011). Биосовместимость оксида графена. Nanoscale Res Lett, 6 (1), стр. 1-8.
<https://doi.org/10.1007/s11671-010-9751-6>
16. Wu, Q.; Zhao, Y.; Fang, J.; Wang, D. (2014). Иммунный ответ необходим для контроля транслокации *in vivo* и хронической токсичности оксида графена. Nanoscale, 6 (11), стр. 5894-5906. <https://doi.org/10.1039/C4NR00699B>
17. Yang, K.; Gong, H.; Shi, X.; Wan, J.; Zhang, Y.; Liu, Z. (2013). *In vivo* биораспределение и токсикология функционализированного нано-оксида графена у мышей после перорального и внутрибрюшинного введения. Биоматериалы, 34 (11), стр. 2787-2795.
<https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2013.01.001>
18. Yang, K.; Li, Y.; Tan, X.; Peng, R.; Liu, Z. (2013). Поведение и токсичность графена и его функционализированных производных в биологических системах. Small, 9 (9-10), стр. 1492-1503. <https://doi.org/10.1002/sml.201201417>
19. Yuan, J.; Gao, H.; Sui, J.; Duan, H.; Chen, WN; Ching, CB (2012). Оценка цитотоксичности окисленных однослойных углеродных нанотрубок и оксида графена на клетках гепатомы человека HepG2: iTRAQ-связанный 2D LC-MS/MS протеомный анализ. Токсикологические науки, 126 (1), стр. 149-161.
<https://doi.org/10.1093/toxsci/kfr332>
20. Wu, Q.; Zhao, Y.; Fang, J.; Wang, D. (2014). Иммунный ответ необходим для контроля транслокации *in vivo* и хронической токсичности оксида графена. Nanoscale, 6 (11), стр.

5894-5906. <https://doi.org/10.1039/C4NR00699B>

21. Yang, K.; Gong, H.; Shi, X.; Wan, J.; Zhang, Y.; Liu, Z. (2013). In vivo биораспределение и токсикология функционализированного нано-оксида графена у мышей после перорального и внутрибрюшинного введения. Биоматериалы, 34 (11), стр. 2787-2795. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2013.01.001>
22. Yang, K.; Li, Y.; Tan, X.; Peng, R.; Liu, Z. (2013). Поведение и токсичность графена и его функционализированных производных в биологических системах. Small, 9 (9-10), стр. 1492-1503. <https://doi.org/10.1002/sml.201201417>
23. Yuan, J.; Gao, H.; Sui, J.; Duan, H.; Chen, WN; Ching, CB (2012). Оценка цитотоксичности окисленных однослойных углеродных нанотрубок и оксида графена на клетках гепатомы человека HepG2: iTRAQ-связанный 2D LC-MS/MS протеомный анализ. Токсикологические науки, 126 (1), стр. 149-161. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfr332>
24. Чжан, Х.; Инь, Ж.; Пэн, С.; Ху, В.; Чжу, З.; Ли, В.; Хуан, Q. (2011). Исследования распределения и биосовместимости оксида графена у мышей после внутривенного введения. углерод, 49 (3), стр. 986-995. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2010.11.005>
25. Чжао, И.; Ву, Ц.; Ли, И.; Ван, Д. (2013). Транслокация, перенос и оценка безопасности in vivo разработанных наноматериалов в альтернативной модели анализа токсичности нематод *Caenorhabditis elegans*, не относящихся к млекопитающим. Rsc Advances, 3 (17), стр. 5741-5757. <https://doi.org/10.1039/C2RA22798C>
26. Чжао, Y.; Ю, X.; Цзя, R.; Ян, R.; Руй, Q.; Ван, D. (2015). Молочнокислые бактерии защищают *Caenorhabditis elegans* от токсичности оксида графена, поддерживая нормальную проницаемость кишечника при различных генетических фонах. Научные отчеты, 5 (1), стр. 1-13. <https://doi.org/10.1038/srep17233>