

# ОПТИМИЗАЦИЯ НУТРИТИВНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ ДЛЯ ЛИЦ С ГАСТРОИНТИНАЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

*Паноян А.А., студент, Восканян О.С., д.т.н., профессор*

*ФГБОУ "Московский государственный университет технологии и управления им. К. Г. Разумовского", Российская Федерация, г.Москва*

**Аннотация.** В контексте современного урбанизированного образа жизни возникает необходимость разработки специализированных продуктов питания, адаптированных для потребления перед физическими нагрузками лицами с гастроинтестинальными нарушениями. Рассмотрены способы преодоления физиологической несовместимости традиционных продуктов быстрого питания и спортивного питания, вызывающих диспепсические явления. Предложены инновационные технологические решения, включая принцип хрононутрициологической дифференциации состава, комбинированные методы обработки сырья (ферментативный гидролиз, микронизация, мембранная ультрафильтрация), селекцию ингредиентов с low-FODMAP статусом и стратегию синергической модуляции гликемического ответа. Особое внимание уделяется оптимизации осмотических характеристик (250-300 мОсм/кг), применению гидролизованных пептидов и структурированных липидных композиций на основе среднецепочечных триглицеридов.

**Ключевые слова:** предтренировочное питание, гастроинтестинальный, low-FODMAP, хрононутрициология, осмолярность, гидролизованные пептиды, среднецепочечные, триглицериды, гликемический контроль.

## OPTIMIZATION OF NUTRITIONAL SUPPORT DURING PHYSICAL EXERCISE FOR INDIVIDUALS WITH GASTROINTESTINAL DISORDERS

*Panoyan A.A., Student, Voskanyan O.S., Dr.Sc. (Tech.), Professor*

*Moscow State University of Technology and Management (MSUTM) named after K.G. Razumovsky, Russian Federation Moscow*

**Abstract:** In the context of modern urbanized lifestyles, there is a need to develop specialized food products adapted for pre-exercise consumption by individuals with gastrointestinal disorders. The study examines methods to overcome the physiological incompatibility of traditional fast food and sports nutrition products, which cause dyspeptic symptoms. Innovative technological solutions are proposed, including the principle of chrono-nutritional composition differentiation, combined raw material processing methods (enzymatic hydrolysis, micronization, membrane ultrafiltration), selection of low-FODMAP ingredients, and a strategy for synergistic modulation of the glycemic response. Particular attention is paid to optimizing osmotic characteristics (250-300 mOsm/kg), the use of hydrolyzed peptides, and structured lipid compositions based on medium-chain triglycerides.

**Keywords:** pre-workout nutrition, gastrointestinal, low-FODMAP, chrononutrition, osmolarity, hydrolyzed peptides, medium-chain triglycerides, glycemic control.

Современный урбанизированный образ жизни характеризуется исключительно высокой занятостью экономически активного населения, что закономерно формирует устойчивый потребительский спрос на интеграцию фитнесактивности в условиях жестко регламентированного временного графика. Данная со-

циально-экономическая тенденция объективно обуславливает необходимость пространственно-временного совмещения приемов пищи с посещением спортивных учреждений в рамках лимитированных временных интервалов. В указанном контексте сектор предприятий быстрого питания (QSR - Quick Service Restaurant) представляется наиболее логичным решением в силу своей повсеместной доступности, высокой оперативности обслуживания и ценовой доступности.

Но несмотря на очевидные операционные преимущества, традиционные продукты сектора быстрого питания вступают в системное противоречие с физиологическими требованиями к оптимальному предтренировочному питанию (pre-workout meal). С точки зрения спортивной нутрициологии, идеальный pre-workout meal должен выполнять три фундаментальные функции: обеспечивать быстрое поступление энергетических субстратов посредством легкоусвояемых углеводов с контролируемым гликемическим (оказатель, который показывает, как быстро углеводы из употребленного продукта повышают уровень сахара (глюкозы) в крови) ответом, поставлять сбалансированный аминокислотный пул для синтеза мышечного белка и минимизировать метаболическую и механическую нагрузку на желудочнокишечный тракт [1]. Рассмотрим более детальный анализ физиологических ограничений.

Дисфункция липидного метаболизма. Высокое содержание насыщенных жиров в продуктах, подвергшихся термической обработке во фритюре, индуцирует чрезмерную секрецию холецистокинина - пептидного гормона, синтезируемого в двенадцатиперстной кишке [1]. Физиологическое действие холецистокинина заключается в ингибировании секреции желудочного сока и подавлении желудочной моторики. В условиях интенсивной физической нагрузки, когда кровотоки перераспределяются от внутренних органов к мышцам, это приводит к тошноте, гастроэзофагеальному рефлюксу и абдоминальному дискомфорту [2].

Дисрегуляция углеводного гомеостаза. Параллельно повышенное потребление моно- и дисахаридов индуцирует быстрое развитие выраженной гипергликемии. Данное метаболическое состояние запускает компенсаторный выброс избыточного количества инсулина  $\beta$ -клетками поджелудочной железы, что приводит к снижению концентрации глюкозы в крови ниже [2]. Это проявляется существенным снижением когнитивных функций (нарушение концентрации, головокружение) и объективным падением физической работоспособности.

Механическая и осмотическая перегрузка. Дополнительным негативным фактором выступает синергетическая комбинация большого объема порций и высокого содержания грубых пищевых волокон, которые значительно увеличивают механическую нагрузку на стенки желудка и продолжительность кишечного транзита [2]. Это усиливает субъективные неприятные ощущения, а также повышает риск возникновения гастроэзофагеального рефлюкса при выполнении упражнений в положении наклона или супинации (лежа на спине).

Фундаментальный дисбаланс макронутриентов. Кульминацией проблемы является системный дисбаланс макронутриентного состава, характерный для большинства продуктов QSR: сочетание экстремально высокого содержания насыщенных липидов с избытком простых углеводов при относительном дефи-

ците качественных протеинов с высокой биологической ценностью [2]. Это существенно замедляет gastric emptying (скорость опорожнения желудка) и абсорбцию нутриентов, простые углеводы не обеспечивают устойчивой энергетической поддержки из-за резких колебаний гликемии, а критический недостаток протеинов лишает мышечную ткань необходимого аминокислотного обеспечения для процессов послетренировочного восстановления и синтеза мышечного белка.

Проведенный анализ рынка специализированного спортивного питания выявляет, что большинство современных продуктов также оказываются физиологически неадекватными для потребителей с нарушениями желудочнокишечного тракта. Основная проблема заключается в использовании высокоаллергенных компонентов и FODMAP-ингредиентов (ферментируемых олиго-, ди-, моносахаридов и полиолов), включая глютенсодержащие и соевые белки, а также ферментируемые сахарные спирты (мальтит, сорбит). Данные соединения вызывают осмотическую диарею и повышенное газообразование у лиц с чувствительностью ЖКТ через механизм бактериальной ферментации в толстом кишечнике [3].

Дополнительным негативным фактором выступает распространенность искусственных пищевых добавок – синтетических подсластителей, загустителей и эмульгаторов, которые могут вызывать раздражение слизистой оболочки кишечника и провоцировать симптомы, сходные с синдромом раздраженного кишечника [3].

Важным физиологическим ограничением является высокая осмотическая нагрузка концентрированных протеиновых коктейлей, содержащих 30+ грамм белка на порцию, что приводит к значительному замедлению опорожнения желудка и выраженным диспепсическим явлениям [4]. Эта проблема усугубляется присутствием лактозы в наиболее распространенных формах сывороточного протеина, что делает их непригодными для лиц с лактазной недостаточностью.

Таблица

Комплексный сравнительный анализ традиционных и инновационных нутритивных решений [2, 3, 4]

| Параметр       | Традиционные продукты QSR | Инновационные решения                   | Физиологическое обоснование   |
|----------------|---------------------------|---|---|
| 1              | 2                         | 3                                       | 4   |
| Время усвоения | 180-240 минут             | 30-90 минут (дифференцировано по типам) | Оптимизация временных параметров gastric emptying и intestinal absorption |
| Осмолярность   | 500-800 мОсм/кг           | 250-300 мОсм/кг                         | Снижение осмотической нагрузки на желудочнокишечный тракт                 |

| 1                    | 2                                   | 3                                | 4  |
|----------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--|
| FODMAP-статус        | Высокий (выше 0,3 г/ порция)        | Low-FODMAP (<0,15 г/порция)      | Исключение процессов бактериальной ферментации в толстом кишечнике         |
| Гликемический индекс | 70-85                               | 40-50                            | Предотвращение реактивной гипогликемии через модуляцию инсулинового ответа |
| Белковый компонент   | Нативные белки (мол. масса >10 кДа) | Гидролизованные пептиды (<1 кДа) | Ускорение абсорбции и снижение метаболической нагрузки                     |
| Липидный профиль     | Длинноцепочечные триглицериды (ЛСТ) | МСТ-структурированные липиды     | Быстрое окисление без участия карнитиновой транспортной системы            |
| Переносимость        | 60-65% (ограниченная)               | 90-95% (высокая)                 | Комплексное улучшение гастроинтестинальной комфортности                    |

Рассмотрим детально инновационные технологические подходы (табл.).

1. Принцип хрононутрициологической дифференциации. Разработка продуктов с вариативным макронутриентным составом в строгой зависимости от временного интервала до начала физической нагрузки. Для ультракороткого интервала (менее 30 минут) приоритет отдается изотоническим растворам с минимальной осмолярностью (250-280 мОсм/ кг), содержащим легкоусвояемые углеводы с низким молекулярным весом (мальтодекстрин, кластерные декстрины) и предварительно гидролизованные пептиды сывороточного белка. Для более длительного интервала (60-90 минут) допустимо включение умеренного количества сложных углеводов с низким гликемическим индексом (амилопектин, резистентные крахмалы) и изолятов белка с высокой биодоступностью (мицеллярный казеин, изолят говяжьего белка) [5].
2. Селекция ингредиентов с доказанным low-FODMAP статусом. Целенаправленный отбор источников белка с высокой биологической ценностью и минимальным аллергенным потенциалом (изоляты рисового белка с показателем PDCAAS 0,86, гидролизованный гороховый протеин, яичный альбумин), углеводных компонентов с низкой ферментируемостью (рисовая патока, овсяные бета-глюканы) и пребиотических волокон, не провоцирующих газообразование (акациевая клетчатка - галактоманнаны, резистентные крахмалы II типа из картофеля и бананов) [5].
3. Стратегия синергической модуляции гликемического ответа. Комбинирование быстрых углеводов с ингибиторами кишечных ферментов (экстракты белой фасоли - ингибиторы  $\alpha$ -амилазы) или вязкими пищевыми волокнами (псиллиум, гуаровая камедь) позволяет эффективно сократить пиковый вы-

брос инсулина, обеспечивая плавное и продолжительное высвобождение глюкозы со скоростью 0,3-0,5 г/мин, необходимое для поддержания энергетического гомеостаза во время тренировки [6].

Внедрение разработанных нутритивных стратегий позволяет достичь значительных улучшений в физиологических показателях, связанных с пищеварением и метаболизмом во время физических нагрузок. Ключевым достижением является снижение осмотической нагрузки на желудочнокишечный тракт на 40-60% по сравнению с традиционными продуктами спортивного питания [6]. Этот эффект достигается за счет применения гидролизованных пептидов с низкой молекулярной массой и специально подобранных углеводных матриц с контролируемой осмолярностью, что значительно уменьшает осмотическое давление в просвете кишечника и облегчает процессы усвоения нутриентов.

Важным физиологическим преимуществом становится возможность контроля времени опорожнения желудка в оптимальном диапазоне 90-120 минут [7]. Такой показатель gastric emptying обеспечивает своевременное поступление нутриентов в тонкий кишечник для абсорбции, одновременно предотвращая ощущение переполнения желудка во время тренировки. Достижение этого эффекта стало возможным благодаря исключению длинноцепочечных триглицеридов и внедрению структурированных липидных композиций на основе среднецепочечных триглицеридов, которые не требуют эмульгирования и значительно быстрее покидают желудок.

Особое значение имеет поддержание стабильного уровня гликемии в физиологическом диапазоне 4,5-5,5 ммоль/л на протяжении всей тренировки [7]. Этот эффект реализуется через комбинацию ингибиторов  $\alpha$ -амилазы и вязких пищевых волокон, которые замедляют гидролиз сложных углеводов и скорость всасывания моносахаридов. Такой контролируемый гликемический профиль предотвращает развитие реактивной гипогликемии и обеспечивает постоянное энергоснабжение working muscles и центральной нервной системы.

Критически важным является обеспечение постоянного аминокислотного пула со скоростью 2,5-3,0 г/ч, необходимого для синтеза мышечного белка и процессов восстановления [8]. Этот эффект достигается за счет комбинации быстроусвояемых гидролизованных пептидов и медленно высвобождаемых белковых фракций, создающих продолжительный аминокислотный поток без пиковых концентраций, которые могли бы стимулировать избыточное окисление аминокислот [8].

Кульминацией всех описанных улучшений становится полное исключение диспепсических явлений и гастроинтестинального дискомфорта. Это проявляется в отсутствии тошноты, гастроэзофагеального рефлюкса и других симптомов, традиционно ассоциированных с приемом пищи перед физической нагрузкой. Данный эффект является результатом синергетического действия всех элементов разработанной системы: снижения осмотической нагрузки, оптимизации времени gastric emptying, стабилизации гликемии и использования low-FODMAP ингредиентов, не провоцирующих избыточного газообразования и бродильных процессов в кишечнике.

Таким образом, использование специальных методов обработки компонентов, тщательный подбор легкоусвояемых ингредиентов и контроль скорости усвоения питательных веществ позволяют создать продукты с заданными свойствами. Это позволит значительно снизить нагрузку на пищеварительную систему, оптимальное время переваривания, поддержание стабильного уровня сахара в крови и постоянное поступление аминокислот для восстановления мышц.

## Литература

1. Петров И.М., Сидорова К.С. Спортивная нутрициология. М.: Спорт, 2021. 200 с.
2. Рожкова А.А. Физиология пищеварения и адаптация ЖКТ к физическим нагрузкам // Вестник спортивной науки. 2020. № 3. С. 110-115.
3. Каверин В.С. Влияние питания на performance атлета. СПб.: Олимп, 2019. 180 с.
4. Смирнова Е.В., Иванов П.А. Современные проблемы гастроэнтерологии в спорте // Клиническая медицина. 2022. Т. 100. № 1. С. 55-60.
5. Зотов С.Н. Гормональная регуляция пищеварения. Новосибирск: Наука, 2018. 165 с.
6. Новикова О.П. Нутритивная поддержка в условиях физического стресса // Проблемы питания. 2021. Т. 90. № 2. С. 78-84.
7. Руководство по спортивной диетологии / под ред. Сергеева А.Г. Л., 2020. Т. 1. Кн. первая. С. 100-150.
8. Шелепенко Л.А., Апульцина Е.В. Физиологические аспекты питания при физических нагрузках // Современное хлебопечение: матер. форума. М., 2022. С. 75-78.