

## ПРОДУКТЫ НА ЗЕРНОВОЙ ОСНОВЕ В ПИТАНИИ ВЗРОСЛОГО И РЕБЕНКА: ЧТО НОВОГО?

Комарова О.Н., Хавкин А.И.

Научно-исследовательский клинический институт педиатрии имени академика Ю.Е. Вельтищева

### PRODUCTS ON CEREAL-BASED DIET IN ADULT AND CHILD: WHAT'S NEW?

Komarova O.N., Khavkin A.I.

Scientific Research Clinical Institute of Pediatrics named after Academician Yu.E. Veltischeva

Комарова Оксана Николаевна, к.м.н., старший научный сотрудник отдела гастроэнтерологии

Хавкин Анатолий Ильич, д.м.н., профессор, руководитель отдела гастроэнтерологии

Хавкин Анатолий Ильич

Khavkin Anatoliy I.

gastropedklin@gmail.com

### Резюме

Продукты на зерновой основе широко используются в питании на протяжении всей жизни человека, начиная с раннего детского возраста. При выборе первого вида прикорма приоритет отдается злаковому, поскольку он обладает высокой энергетической ценностью и обогащает рацион питания ребенка растительными белками, жирами, углеводами и другими важными биологически активными соединениями. Так, было показано, в период активного роста и развития головного мозга недопустимыми являются гипогликемические состояния, которые могут приводить к нарушению его функционирования. Для поддержания нормогликемии, особенно после ночного голодания, важным является потребление завтрака, с включением блюд из злаковых. Это важно для созревания мозга у детей и оказывает долгосрочное влияние на когнитивное развитие. Злаковые, богатые триптофаном, могут быть полезны для коррекции цикла сон-бодрствование у детей, людей среднего возраста и пожилых, а также оказания положительного влияния на настроение. Кроме того, потребление цельнозерновых продуктов способствует снижению риска сердечно-сосудистых заболеваний, диабета, ожирения и рака толстой кишки у взрослых пациентов.

**Ключевые слова:** завтрак, злаковые, когнитивное развитие, нарушение сна, цельное зерно

Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология 2017; 142 (6): 133–140

### Summary

Grain-based products are widely used in nutrition throughout the life of a person, beginning with early childhood. When choosing the first type of complementary foods, priority is given to the cereal, since it has a high energy value and enriches the diet of the baby with vegetable proteins, fats, carbohydrates and other important biologically active compounds. Thus, it has been shown, during the period of active growth and development of the brain, hypoglycemic conditions that can lead to disruption of its functioning are unacceptable. To maintain normoglycemia, especially after an overnight fast, consumption of breakfast, including dishes from cereals, is important. This is important for the maturation of the brain in children and has a long-term effect on cognitive development. Cereals, rich in tryptophan, can be useful for correcting the sleep-wake cycle in children, middle-aged and elderly people, and also having a positive effect on mood. In addition, the consumption of whole grains reduces the risk of cardiovascular diseases, diabetes, obesity and colon cancer in adult patients.

**Key words:** breakfast, cereal, cognitive development, sleep disturbance, whole grains.

Ekspierimental'naya i klinicheskaya Gastroenterologiya 2017; 142 (6): 133–140

## Роль продуктов на зерновой основе в питании. Состав зерна

Продукты на зерновой основе широко используются в питании на протяжении всей жизни человека, начиная с раннего детского возраста. Согласно «Национальной программе оптимизации вскармливания детей первого года жизни» в Российской Федерации в выборе первого вида прикорма приоритетными являются продукты с высокой энергетической плотностью [1], которым соответствуют продукты на зерновой и зерно-молочной

основе – каши. Именно каши являются одним из основных источников углеводов, энергия которых необходима ребенку в связи с интенсивным ростом и повышением двигательной активности. Кроме того, злаковый прикорм обогащает рацион питания ребенка растительными белками и жирами, а также витаминами, минералами и многими важными биологически активными соединениями.

Зерна злаковых содержат, в среднем 7–16 % растительных белков и 0,7–6 % жиров. Как известно, зерно состоит из эндосперма, зародыша и оболочка. Различные части зерна являются источниками разнообразных веществ.

Эндосперм – часть зерна, которая остается после его очистки. Он содержит в основном крахмал (60–70 %) – важнейший запасный углевод растений, жир (25 %), основную часть сахаров (80 %) и белка зерна (85 %). Больше всего сахаров, разнообразных по составу, содержится в зернах ячменя и пшеницы. Например, в пшеничном зерне преобладает сахароза, присутствуют также глюкоза, фруктоза, мальтоза и раффиноза. Белки эндосперма и крахмал предназначены для обеспечения потребностей развивающегося зародыша. Зародыш – маленькое образование, в котором сосредоточена вся сила и мощь будущего растения. Он содержит метаболические белки (ферменты и их ингибиторы), жиры, витамины, микронутриенты. Снаружи зерно покрывает плотная защитная оболочка, которая предохраняет его от повреждения. Защитная оболочка содержит структурные белки, но в основном, на 75 %, состоит из клетчатки – пищевых волокон, олигосахаридов, а также лигнинов, выполняющих биологические функции в организме [2,3]. Например, пищевые волокна и олигосахариды способствуют снижению уровня холестерина, нормализации уровня глюкозы и инсулина, улучшению пищеварения и уменьшению риска некоторых раков желудочно-кишечного тракта [3]. Лигнины обладают выраженными антиоксидантными и фитостероидными эффектами [4]. Между оболочкой и эндоспермом располагается алейроновый слой, богатый жирами, которые также необходимы для развития зародыша. В составе жира, в основном ненасыщенные жирные кислоты – олеиновая и линолевая, которые являются важными составляющими регуляции липидного обмена.

В основном, минеральные вещества сосредоточены в оболочках, алейроновом слое зерна пшеницы, зародыше и представлены фосфором, калием и магнием.

Цельное зерно содержит в своем составе почти все витамины, необходимые человеку, как водорастворимые (витамины группы В – тиамин, рибофлавин, пиридоксин, пантотеновую кислоту; ниацин, биотин, аскорбиновую кислоту), так и жирорастворимые (витамины D, E и каротиноиды).

Витамин E, токоферолы и токотриенолы, находясь в цельных злаках в разных пропорциях и сосредоточены в зародышевой фракции зерна [4].

В зерне содержатся каротиноиды: лютеин, зеаксантин,  $\beta$ -криптоксантин,  $\beta$ -каротин,  $\alpha$ -каротин [5]. Каротиноидные пигменты,  $\alpha$ -каротин и  $\beta$ -каротин преимущественно присутствуют в зародыше, в то время как лютеин распределяется равномерно во всех частях семени [3,6,7]. Как известно,  $\beta$ -каротин является обязательным предшественником витамина A, который не может синтезироваться в организме *de novo*, поэтому необходимо его поступление с пищей [8].

Перспективные когортные исследования с участием взрослых людей неизменно свидетельствуют, что потребление цельных продуктов, содержащих

фитохимические вещества, может способствовать существенной защите при сердечно-сосудистых заболеваниях и некоторых видах рака [2].

Так, в различных семенах злаковых культур и бобовых накапливаются антоциановые пигменты [9–12]. Антоциановые пигменты были исследованы во многих злаках, таких как рис, кукуруза, твердая и мягкая пшеница. Они обладают антиоксидантными свойствами и участвуют в фотозащите семян [13,14]. При исследовании на животных показан противовоспалительный, антимикробный и антиканцерогенный эффект антоцианов [15,16]. Антиоксидантные свойства антоцианов оказывают защитное влияние на кровеносные сосуды человека, что может снизить риск развития ишемической болезни сердца [17–19].

В цельных зернах обнаружены растительные стеролы и станолы. Они подавляют поглощение холестерина и увеличение его экскреции, тем самым играя роль в регулировании уровня холестерина в крови. В целом, увеличение потребления зерна сопряжено с повышенным потреблением фитостерина, таким образом, потенциально способствуя снижению холестерина и кардиопротекции [2].

Цельные зерна содержат растительные фенольные кислоты, которые обеспечивают химическую защиту растений от возбудителей болезней, паразитов и хищников [20]. Феруловая кислота является одним из наиболее изученных фенольных кислот цельного зерна [21,22]. Она в большом количестве распространена в алейроновом слое, зародыше и клеточных оболочках, в следовых количествах присутствует в эндосперме. Феруловая кислота преобладает среди фенольных соединений и известна своими антибактериальными и антиоксидантными свойствами [22].

Термическая обработка, а также фрезерование позволяют сделать фитохимические вещества более доступными. Кишечное пищеварение приводит к освобождению связанных фенольных соединений, что позволяет им оказывать положительное, как локальное, так и системное воздействие на организм. Andreasen M. F. и соавт. показали, что эстеразы желудочно-кишечного тракта человека могут освободить феруловую кислоту из зерновых отрубей, тем самым способствуя более низкому риску развития некоторых видов рака, таких как рак толстой кишки [23]. Наибольшее содержание фенольных кислот в кукурузе, меньше в пшенице, овсе и рисе, соответственно 265, 136, 111 и 95 мг [24].

В цельных злаках присутствуют антинутриенты, такие как фитиновая кислота, дубильные вещества и ингибиторы ферментов. Антинутриенты оказывают общий защитный эффект для зерна [2,3]. Фитиновая кислота образует хелатные комплексы с различными металлами, подавляя окислительно-восстановительные реакции, катализируемые железом, а также связанные с окислительным повреждением. Кроме того, фитиновая кислота защищает кишечный эпителий, вступая в химическую реакцию с окислителями, которые вырабатываются кишечными бактериями. Ингибиторы протеазы, фитиновая кислота, фенольные кислоты, а также сапонины, содержащиеся в цельном зерне, предположительно снижают риск рака толстой кишки

и молочной железа. Доказано, что фитиновая кислота, лектины, фенольные кислоты, ингибиторы амилазы, и сапонины снижают уровень глюкозы, инсулина и/или холестерина в плазме крови и уровень триглицеридов [3].

Следует отметить, что до 19-го века в пищу употребляли только цельнозерновые крупы. Затем в эпоху промышленной революции возникли новые технологии, позволившие получать рафинированную муку, с улучшенной текстурой и вкусом и более длительным сроком хранения [25]. Технология рафинирования заключается в удалении из

зерна отрубей и зародыша. Удаление отрубей часто выполняется, чтобы освободить зерно от волоконистых и потенциально горьких компонентов [26]. Так как в зародыше сосредоточен жир, который способен прогоркнуть, его удаление позволяет увеличить срок годности продукта. К сожалению, вместе с отрубями и зародышем зерна удаляются многие биологически активные вещества, а также клетчатка [27,28]. Так, очищенная пшеничная мука теряет 83 % фенольных кислот, 79 % флавоноидов, 93 % феруловой кислоты, 78 % зеаксантина, 51 % лютеина, и 42 %  $\beta$ -криптоксантина [29].

## Влияние злаковых на показатели здоровья

Преимущество потребления цельнозерновых злаков взрослыми и детьми старше двух лет признано Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) [30–32]. Было показано, что значительное потребление цельнозерновых продуктов связано способствует снижению риска сердечно-сосудистых заболеваний, диабета, ожирения, рака толстой кишки у взрослых пациентов [33]. По данным метааналитического исследования, проведенного Ма Х. и соавт., установлена отрицательная корреляционная связь между потреблением цельного зерна и смертностью [34]. Очевидная польза для здоровья диктует необходимость включения цельнозерновых продуктов в рацион питания, как взрослых, так и детей. Однако на сегодняшний день нет общих рекомендаций относительно ежедневного количественного содержания цельнозерновых продуктов в рационе питания, как для взрослых, так и для детей [35]. Одной из главных проблем при введении в рацион взрослого человека цельнозерновых продуктов является низкая их восприимчивость по сравнению с потреблением рафинированных зерновых продуктов [36]. Однако предварительное исследование Ferruzzi M. G. и соавт. показывает, что дети 18–24 месяцев более легко адаптируются к новым продуктам. В этой связи, ряд исследователей считает

эффективным постепенное введение продуктов из цельного зерна в рацион питания детей именно в этом возрасте [36]. Таким образом, достигается важная цель – приобщение детей к здоровой пище.

Однако следует принимать во внимание несколько возможных рисков использования цельного зерна. Например, по сравнению с очищенным рисом, цельное зерно риса имеет более высокое содержание неорганического мышьяка, который концентрируется в отрубном слое [37]. Кроме того, избыточное содержание клетчатки может иметь негативное влияние на биодоступность минералов в кишечнике [37].

Кроме того основные зерновые культуры, например пшеница, часто содержат субоптимальные количества микроэлементов, особенно железа и цинка. В регионах, где рацион человека состоит в основном из злаков, это приводит к дефицитным состояниям. По оценкам ВОЗ показано, что приблизительно 25 % населения планеты страдает от анемии [38]. Около 17,3 % людей во всем мире подвержены риску недостаточного потребления цинка. По данным Wessells K. R. и соавт., недостаточное потребление цинка коррелирует с отставанием в росте у детей до пяти летнего возраста ( $p = 0.48$ ,  $P < 0.001$ ) [39].

## Эффективность обогащения зерна микронутриентами

Существует множество способов увеличить потребление полезных веществ с рационом питания человека. Например, путем совершенствования содержания макро- и микроэлементов самих культур. С этой целью необходимо выведение новых сортов злаковых путем традиционной селекции, введение минеральных удобрений в почву, а также послеуборочное обогащение зерна минеральными добавками. С целью нивелирования потерь в рафинированном зерне, в процессе обработки, его обогащают рибофлавином, ниацином, тиаминном, фолатом, железом и кальцием [40].

Другим способом является обогащение продуктов питания, в частности молока и зерновых, витаминами, макро- и микронутриентами. Особенно это актуально в развивающихся странах для детей первых двух лет жизни, поскольку в данной возрастной группе дефицит микроэлементов

является распространенной проблемой. Так, Eichler K и соавт., в проведенных систематическом обзоре и мета-анализе, оценивали влияния обогащенного микроэлементами молока и злаковых продуктов на показатели здоровья детей в возрасте от 6 месяцев до 5 лет по сравнению с невитаминизированным питанием. Было показано, что обогащение продуктов может быть эффективным средством уменьшения анемии у детей до трех лет. При этом обогащение мультимикроэлементным комплексом, в составе которого присутствовало железо, явилось наиболее эффективным в сравнении с обогащением только железом, в повышении уровня гемоглобина и уменьшении риска развития анемии на 57 %. Кроме того, авторы указывают на то, что по сравнению с необогащенным питанием, витаминизация повышает уровень витамина А в сыворотке крови [41].

## Переносимость каш промышленного выпуска детьми раннего возраста

На территории Российской Федерации продукты детского питания должны соответствовать функциональному состоянию организма ребенка с учетом его возраста и быть безопасными для его здоровья [42].

В этой связи важно отметить определенные преимущества продуктов промышленного выпуска, которые имеют: гарантированную химическую и микробиологическую безопасность, химический состав, степень измельчения, высокое качество и безопасность сырья. Благодаря продуктам промышленного выпуска доступен широкий спектр сырьевых компонентов для детей раннего возраста, например, трудно разваривающиеся крупы – кукурузная, ржаная, просо, ячмень и смеси из нескольких круп, а также возможно дополнительное обогащение биологически активными веществами.

В настоящее время в нашей стране активно развивается производство продуктов детского питания. В частности, ООО «Ивановским комбинатом детского питания» изготавливаются продукты прикорма «Умница» на зерно-молочной основе для детей раннего возраста. Продукты прикорма «Умница» представляют собой сухие быстрорастворимые каши, предназначенные для вскармливания детей от 4-х месяцев и старше (возраст назначения продукта зависит от вида крупы (в соответствии с рекомендованным СанПиН) [42].

Ассортимент продуктов прикорма «Умница» широко представлен монокомпонентными и поликомпонентными кашами. Среди монокомпонентных каш – как низкоаллергенные безмолочные каши, так и молочные – «Гречневая», «Кукурузная», «Рисовая». Поликомпонентные каши представлены безмолочной многозерновой кашей («Семь злаков»), а также молочными кашами (например, «Пять злаков»), в том числе и с фруктово-овощными добавками (например, «Овсяная с бананом», «Три злака с абрикосом», «Пшеничной с тыквой» и т.д.).

Основной ингредиент в составе каш «Умница» – мука, полученная из злаковых (например, овсяная, кукурузная, рисовая, пшеничная и т.д.), которая является основным источником углеводов, в частности крахмала и пищевых волокон. Каши дополнены концентрированными пюре тыквы, банана, абрикоса (в зависимости от вида каши), которые обогащают их натуральными сахарами, пищевыми волокнами и расширяют палитру вкусов. В составе молочных каш содержится сухое молоко, которое является источником полноценного животного белка и жира и, соответственно, повышает биологическую ценность продукта. Каши обогащены необходимыми витаминами и минеральными солями, уровень которых соответствует отечественным и международным стандартам.

На базе НИКИ педиатрии им. акад. Ю.Е. Вельтищева РНИМУ проведено открытое, проспективное исследование, целью которого явилась оценка переносимости продуктов прикорма «Умница» на зерно-молочной основе и их влияние на

моторно-эвакуаторную функцию желудочно-кишечного тракта у детей раннего возраста.

В исследование были включены 30 здоровых детей в возрасте от 6 месяцев до 1 года, из них 12 мальчиков и 18 девочек, которым молочная каша в рацион питания введена впервые. Показатели физического развития детей соответствовали возрасту. Во время проведения исследования они получали естественное, смешанное или искусственное вскармливание, а также продукты прикорма, не содержащие молока. На момент включения в исследование у детей отсутствовали выраженные нарушения со стороны желудочно-кишечного тракта, такие как обильные и упорные срыгивания, рвота, кишечные колики, а также диарея. Продолжительность наблюдения за детьми составила 6 недель. За этот период родителями с детьми было осуществлено 3 визита: 1 визит – до проведения исследования, 2 визит – промежуточный, через неделю от начала исследования, 3 визит – после завершения исследования.

Общеклиническую оценку состояния здоровья детей (общее состояние, эмоциональный тонус, физикальные исследования), показатели физического развития проводили в начале и конце исследования (на 1 и 3 визитах).

Оценку физического развития детей выполняли по стандартам роста Всемирной организации здравоохранения (2006) с использованием программы WHO Anthro и определением коэффициента Z-score.

Переносимость продуктов оценивали по следующим параметрам: изменение аппетита, отказ от приема продукта, состояние кожи и видимых слизистых оболочек, появление или усиление срыгиваний, колик, метеоризма, изменение частоты и консистенции стула. Оценка переносимости продуктов производилась с использованием дневника симптомов в балльной системе, от 0 (отсутствие) до 5 баллов (максимально выражено). Матери или опекуны детей отмечали выраженность симптомов ежедневно.

Каши вводили в рацион детей в утренние часы (8–10 ч); медленно, начиная с 1/2–1 чайной ложки, постепенно доводя до возрастной нормы в соответствии с рекомендациями «Национальной программы оптимизации вскармливания детей первого года жизни в Российской Федерации» (2011).

Переносимость продуктов оценивалась на 2 и 3 визитах.

В течение всего периода исследования дети не получали зерно-молочные продукты прикорма других производителей.

При оценке физического развития Z-значения всех антропометрических коэффициентов как в начале, так и в конце наблюдения у всех детей находились в пределах возрастных норм ( $\pm 2$  сигмы).

Анализ анамнеза жизни выявил наличие отягощенного аллергологического анамнеза у 1/5 (20%) детей. Менее половины детей (45%) на момент проведения исследования были практически здоровы. У четверти (25%) отмечался периодический

неустойчивый стул (1–3 раза в день, кашицей), а у 20% – склонность к запорам (стул имел плотный характер, опорожнение 1 раз в 1–2 дня). 10% обследованных детей имели срыгивания, носящие физиологический характер.

Наблюдение показало, что период адаптации к вводимым продуктам прикорма у большинства детей протекал без особенностей. Отказ от приема одного вида каши наблюдали у 5-ти детей. Однако в последующем каши постепенно были введены в рацион у 3-х из 5-ти детей.

Не было отмечено реакций пищевой непереносимости, изменения аппетита, появления или усиления срыгиваний, коликов ни в одном случае. У 1-го ребенка отмечался метеоризм при употреблении каши «Три злака с абрикосом». Введение злакового молочного прикорма не оказало существенного влияния на характер и частоту стула,

за исключением 2-х детей, у которых установлено незначительное послабление стула после введения в рацион каши, дополненной абрикосовым пюре.

В процессе исследования ни один ребенок не был из него исключен.

Таким образом, в результате проведенного исследования выявлена хорошая переносимость и усвояемость молочных каш «Умница» здоровыми детьми второго полугодия жизни, в том числе детьми с минимальными пищеварительными дисфункциями. Существенного влияния молочных каш «Умница» на функциональные нарушения пищеварения (срыгивания, нарушения характера стула) выявлено не было.

Полученные результаты позволяют рекомендовать продукты прикорма «Умница» на зерно-молочной основе к широкому использованию у здоровых детей второго полугодия жизни.

## Влияние злаковых на сон-бодрствование

Известно, что на ритм сон-бодрствование влияет диета. На циркадные ритмы можно повлиять путем увеличения в диете триптофана. Триптофан является незаменимой аминокислотой, которую люди должны получать из рациона питания, например с молочными кашами. Он предшественник серотонина и мелатонина, способствует повышению их синтеза в головном мозге. Известно, что мелатонин вырабатывается шишковидной железой из серотонина в основном в темное время суток [43]. Результатом употребления питания перед сном, обогащенного триптофаном, является улучшение ночного сна, как у животных, так и человека [44,45]. В частности, детям в возрасте 8–16 месяцев, у которых отмечались нарушения сна, выражавшиеся в более чем трех ночных пробуждениях, при кормлении кашей, обогащенной триптофаном, улучшилось качество, и увеличилась продолжительность сна [46].

Сообщается, что с возрастом ухудшается транспорт триптофана через гематоэнцефалический барьер [47]. Кроме того, уменьшается активность триптофан-гидроксилазы, которая катализирует конечную стадию биосинтеза как серотонина, так и мелатонина в клетках [48].

Серотонинергическая система участвует в контроле сна, настроения и познания. Было показано, что возраст вызывает также изменения в синтезе и секреции серотонина. Дисфункциональные нарушения серотонинергической системы могут привести к депрессии, тревожным, когнитивным, биполярным и обсессивно-компульсивным расстройствам [49].

Bravo R. и соавт. проведено простое слепое исследование целью которого было выявление влияния потребления зерновых, обогащенных

триптофаном на цикл сон/бодрствование, депрессию и тревожность в 35 возрасте, а также у пожилых людей (в возрасте 55–75 лет. В течение первой недели участники потребляли стандартные крупы на завтрак и ужин (содержание триптофана 22,5 мг в 30 г крупы). На второй неделе лечения крупы обогащались более высокими дозами триптофана (60 мг триптофана на 30 г крупы), которые употребляли также на завтрак и ужин. На 3 неделе волонтеры не употребляли крупы. Каждый участник носил на запястье актиметр – прибор, регистрировавший все параметры активности. Были собраны образцы мочи для анализа мелатонина и метаболитов серотонина и измерения общей антиоксидантной активности. Все исследуемые параметры были неизменными и идентичными при употреблении необогащенных злаковых и при отсутствии злаковых в питании соответственно на 1 и 3 неделе. Было отмечено, что потребление зерновых культур, содержащих более высокую дозу триптофана, повышало эффективность и фактическое время сна, неподвижное время, а также снижение ночной активности, индекса фрагментации и латентность сна. Количество 6-сульфатоксимелатонина, 5-гидроксииндолуксусной кислоты и общая антиоксидантная активность в моче также увеличились после потребления злаковых, обогащенной триптофаном. Кроме того, у пациентов уменьшилась тревожность и симптомы депрессии.

Таким образом, проведенное исследование показывает, что злаковые, обогащенные триптофаном, могут быть полезны для изменения цикла сон/бодрствование у людей среднего возраста и пожилых, а также оказывают положительное влияние на настроение [50].

## Влияние злаковых на когнитивное развитие

Уровень метаболизма глюкозы в головном мозге детей увеличивается от рождения до 4 лет, вдвое превосходя скорость метаболизма глюкозы у взрослых, [51], что обусловлено активным формированием

нейрональных связей в детском возрасте [52]. Так, потребности мозга в глюкозе у недоношенных новорожденных составляют 5 мг/кг/мин, у доношенных – 3–5 мг/кг/мин, у взрослых – 2–3 мг/кг/мин.

Эндогенная продукция глюкозы по результатам измерения с использованием стабильных изотопов составляет 5–8 мг/кг/мин.

Таким образом, большая часть эндогенной продукции глюкозы у новорожденных расходуется на потребности церебрального метаболизма. Более того, существует корреляция между объемом продукции глюкозы и массой мозга в различные возрастные периоды. Корреляция между продукцией глюкозы и массой тела существенно меняется после достижения 40 кг, что соответствует времени прекращения роста мозга. Для сравнения, мозг взрослого человека составляет примерно 2 % от массы тела, а потребляет примерно пятую часть всей энергии. По данным Chugani T. и соавт., показатель метаболизма глюкозы у детей остается повышенным до 9–10 лет, прежде чем снижается до уровня взрослого человека к концу подросткового возраста [51].

Большая часть глюкозы, потребляемая мозгом, используется для поддержания мембранного потенциала нейронов в покое [53], поэтому стабильное поступление глюкозы имеет большое значение для нейронов. В период активного роста и развития головного мозга недопустимыми являются гипогликемические состояния, которые могут приводить к нарушению его функционирования. Одним из основных способов поддержания нормогликемии является регулярный прием пищи. Причем, прием пищи 4–6 раз в сутки наиболее актуален для детей, чем для взрослых, в связи с большими потребностями в глюкозе [54]. Особенно важным приемом пищи является завтрак, который обеспечивает глюкозой головной мозг утром после ночного голодания, сопряженного с истощением запасов гликогена [54].

Так, исследование Donin A. S. и соавт., продемонстрировало необходимость завтрака. У детей 9–10 лет, которые не употребляют завтрак каждый день, отмечались более высокие уровни маркеров риска развития сахарного диабета 2 типа и сердечно-сосудистых заболеваний, в сравнении с детьми, получающими завтраки ежедневно. Более низкая резистентность к инсулину отмечалась у детей, которые употребляли на завтрак крупы с высоким содержанием клетчатки, по сравнению с теми, у кого завтрак состоял из хлопьев с низким содержанием волокон. При этом не было обнаружено взаимосвязи с социально-экономическим статусом, физической активностью, ожирением [55].

В кросс-секционном исследовании Theodore R. и соавт. определили наличие связи между

потреблением отдельных продуктов питания детьми в 3½ года и теми же детьми в 7-летнем возрасте, и их когнитивным развитием. Исследователи обнаружили, что более высокий уровень потребления рыбы, хлеба и круп в 3½ года был связан с более высоким IQ в 7 летнем возрасте [56].

Японские исследователи отмечают влияние качества завтрака на когнитивное развитие детей [57]. Для анализа взаимосвязи между употреблением на завтрак определенного продукта – риса или хлеба, объема серого вещества мозга и коэффициентов умственного развития (IQ) у 290 здоровых детей, было использовано магнитно-резонансное изображение и морфометрия. Было показано, что группа детей, употребляющих рис на завтрак, имела значительно больший коэффициент серого вещества (объем серого вещества в процентах, деленное на внутречерепной объем) и значительно более крупные региональные объемы серого вещества в нескольких областях, в том числе левой верхней височной извилине. Группа детей, употреблявших хлеб, имела значительно более крупные региональные объемы серого и белого вещества, в том числе в правой лобно-теменной области. IQ был значительно выше у детей, потреблявших рис, чем у тех, кто завтракал хлебом [57]. Вареный белый рис и белый хлеб содержат большое количество углеводов. Углеводы являются важным макроэлементом и имеют высокий уровень метаболизма в организме человека. Кроме того, углеводы являются наиболее важным источником энергии для мозга. Хотя несколько факторов могут повлиять на результаты, один из возможных механизмов, лежащих в основе различий между двумя группами, состоит в гликемическом индексе (ГИ) риса и хлеба. ГИ японского отварного белого риса ниже, чем у белого хлеба (68 и 100 соответственно) [58]. Потребление продуктов с низким ГИ связано с меньшими колебаниями глюкозы в крови, чем с высоким ГИ.

Таким образом, потребление продуктов с низким ГИ обеспечивает более стабильную и эффективную доставку глюкозы к головному мозгу, чем продукты с высоким ГИ. В систематическом обзоре Edefonti B. и соавт. также определено, что более низкий постпрандиальный гликемический ответ является полезным для формирования когнитивных функций [59].

Таким образом, эффективное поступление глюкозы имеет важное значение для созревания мозга у детей, и тип завтрака может иметь долгосрочное влияние на когнитивное развитие [57].

## Заключение

С одной стороны, злаковые являются важными источниками энергии, питательных и биологически активных веществ, и отмечена хорошая переносимость злакового прикорма при введении в рацион питания детям с раннего возраста. Однако в настоящее время роль злаковых в питании человека рассматривается более масштабно. Как показывают проведенные исследования потребление злаковых оказывает долгосрочное влияние

на когнитивное развитие человека, способствует изменению цикла сон/бодрствование, а также более низким рискам формирования сердечно-сосудистых заболеваний, диабета, ожирения и рака толстой кишки. Таким образом, необходимость включения зерновых продуктов в рацион питания, как взрослых, так и детей, начиная с раннего возраста, находит прямое подтверждение в представленных исследованиях.

## Литература

1. Национальная программа оптимизации вскармливания детей первого года жизни в Российской Федерации. Москва. Союз педиатров России. – 2011. – 68 с.
2. Okarter N, Liu RH. Health benefits of whole grain phytochemicals. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2010;50:193–208
3. Digesù A. M., Platani C., Cattivelli L., Mangini G., Blanco A. Genetic variability in yellow pigment components in cultivated and wild tetraploid wheats. *J. Cereal Sci.* 2009;50:210–218.
4. Okarter N, Liu RH. Health benefits of whole grain phytochemicals. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2010; 50:193–208
5. Adom KK, Sorrells ME, Liu RH. Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties. *J Agric Food Chem* 2005;53:2297–306
6. Borrelli G. M., De Leonardis A. M., Platani C., Troccoli A. Distribution along durum wheat kernel of the components involved in semolina colour. *J. Cereal Sci.* 2008;48:494–502.
7. Abdel-Aal E.M.S., Young J. C., Rabalski I., Hucl P., Fregeau-Reid J. Identification and quantification of seed carotenoids in selected wheat species. *J. Agric. Food Chem.* 2007;55:787–794.
8. Yeum K.J., Russell R.M. Carotenoid bioavailability and bioconversion. *Annu. Rev. Nutr.* 2002;22:483–504.
9. Del Pozo-Insfran D., Brenes C. H., Serna Saldívar S. O., Talcott S. T. Polyphenolic and antioxidant content of white and blue corn (*Zea mays* L.) products. *Food Res. Int.* 2006;39:696–703.
10. Žofajová A., Pšenáková I., Havrlentová M., Piliarová M. Accumulation of total anthocyanins in wheat grain. *Agriculture.* 2012;58:50–56.
11. Ficco D. B.M., de Simone V., Colecchia S. A., Pecorella I., Platani C., Nigro F., Finocchiaro F., Papa R., de Vita P. Genetic variability in anthocyanin composition and nutritional properties of blue, purple, and red bread (*Triticum aestivum* L.) and durum (*Triticum turgidum* L. ssp. *turgidum* convar. durum) wheats. *J. Agric. Food Chem.* 2014;62:8686–8695.
12. Ranilla L. G., Genovese M. I., Lajolo F. M. Polyphenols and antioxidant capacity of seed coat and cotyledon from Brazilian and Peruvian bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) *J. Agric. Food Chem.* 2007;55:90–98.
13. Azuma A., Yakushiji H., Koshita Y., Kobayashi S. Flavonoid biosynthesis-related genes in grape skin are differentially regulated by temperature and light conditions. *Planta.* 2012;236:1067–1080.
14. Chen C., Li H., Zhang D., Li P., Ma F. The role of anthocyanin in photoprotection and its relationship with the xanthophyll cycle and the antioxidant system in apple peel depends on the light conditions. *Physiol. Plant.* 2013;49:354–366.
15. Shipp J., Abdel-Aal E.-S. Food applications and physiological effects of anthocyanins as functional food ingredients. *Open Food Sci. J.* 2010;4:7–22.
16. Bowen-Forbes C.S., Zhang Y., Nair M. G. Anthocyanin content, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer properties of blackberry and raspberry fruits. *J. Food Compos. Anal.* 2010;23:554–560.
17. Wang L. S., Stoner G. D. Anthocyanins and their role in cancer prevention. *Cancer Lett.* 2008;269:281–290.
18. Ghosh D., Konishi T. Anthocyanins and anthocyanin-rich extracts: Role in diabetes and eye function. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 2007;16:200–208
19. De Pascual-Teresa S., Moreno D. A., Darcia-Viguera C. Flavonols and anthocyanins in cardiovascular health. *Int. J. Mol. Sci.* 2010;11:1679–1703.
20. Liu RH. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. *J Nutr*2004;134: S 3479–85.
21. Smith MM, Hartley RD. Occurrence and nature of ferulic acid substitution of cell wall polysaccharides in graminaceous plants. *Carbohydr Res* 1983;118:65–80
22. Klepacka J, Fornal L. Ferulic acid and its position among the phenolic compounds of wheat. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2006;46:639–47
23. Andreassen MF, Kroon PA, Williamson G, Garcia-Conesa MT. Intestinal release and uptake of phenolic antioxidant diferulic acids. *Free Radic Biol Med.* 2001;31:304–314.
24. Adom KK, Liu RH. Antioxidant activity of grains. *J Agric Food Chem* 2002;50:6182–7
25. Cordain L., Eaton S. B., Sebastian A., Mann N., Lindeberg S., Watkins B. A., O'Keefe J. H., Brand-Miller J. Origins and evolution of the Western diet: Health implications for the 21st century. *Am. J. Clin. Nutr.* 2005;81:341–354
26. Bett-Garber K.L., Lea J. M., Champagne E. T., McClung A.M. Whole-grain rice flavor associated with assorted bran colors. *J. Sens. Stud.* 2012;27:78–86.
27. Okarter N., Liu R. H. Health benefits of whole grain phytochemicals. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2010;50:193–208.
28. Slavin J. Whole grains and digestive health. *Cereal Chem.* 2010;87:292–296.
29. Adom KK, Sorrells ME, Liu RH. Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties. *J Agric Food Chem* 2005;53:2297–306
30. World Health Organization. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health Worldwide Strategy about “Feeding Regimen, Physical Activity and Health”.
31. World Health Organization; Washington, DC, USA: 2004.
32. Alexy U., Zorn C., Kersting M. Whole grain in children's diet: Intake, food sources and trends. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2010;64:745–751
33. Fardet A. New hypotheses for the health-protective mechanisms of whole-grain cereals: What is beyond fibre? *Nutr. Res. Rev.* 2010;23:65–134
34. Ma X., Tang W. G., Yang Y., Zhang Q. L., Zheng J. L., Xiang Y. B. Association between whole grain intake and all-cause mortality: a meta-analysis of cohort studies. *Oncotarget.* 2016;7:61996–62005
35. Slavin J., Tucker M., Harriman C., Jonnalagadda S. S. Whole grains: Definition, dietary recommendations, and health benefits. *Cereal Chem.* 2016;93:209–216
36. Ferruzzi M. G., Jonnalagadda S. S., Liu S., Marquart L., McKeown N., Reicks M., Riccardi G., Seal C., Slavin J., Thielecke F., et al. Developing a standard definition of whole-grain foods for dietary recommendations: Summary report of a multidisciplinary expert roundtable discussion. *Adv. Nutr.* 2014;5:164–176
37. Signes-Pastor A., Carey M., Meharg A. A. Inorganic arsenic in rice-based products for infants and young children. *Food Chem.* 2016;191:128–134
38. WHO. (2008). Worldwide Prevalence of Anaemia 1993–2005: WHO Global Database on Anaemia de Benoist B., McLean E., Egli I., Cogswell M., editors. (Geneva: World Health Organization Press)
39. Wessells K. R., Brown K. H. (2012). Estimating the global prevalence of zinc deficiency: results based on zinc availability in national food supplies and the prevalence of stunting. *PLoS ONE* 7: e5056810.
40. Slavin J. L. Whole grains, refined grains and fortified refined grains: What's the difference? *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 2000;9: S23–S27

41. Eichler K, Wieser S, Rütthemann I, Brügger I. Effects of micro-nutrient fortified milk and cereal food for infants and children: a systematic review. *BMC Public Health*. 2012; 12: 506
42. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы 2.3.2.1940–05.
43. Bubenik GA, Konturek SJ. Melatonin and aging: prospects for human treatment. *J Physiol Pharmacol*. 2011;62(1):13–19
44. Cubero J, Narciso D, Terrón MP, Rial R, Esteban S, Rivero M, Parvez H, Rodríguez AB, Barriga C. Chrononutrition applied to formula milks to consolidate infants' sleep/wake cycle. *Neuroendocrinol Lett*. 2007;28(4):360–366
45. Sánchez S, Sánchez CL, Paredes SD, Barriga C, Rodríguez AB. Circadian levels of serotonin in plasma and brain after oral administration of tryptophan in rats. *Basic Clin Pharmacol*. 2008; 104:52–59
46. Cubero J, Chanclón B, Sánchez S, Rivero M, Rodríguez AB, Barriga C (2009) Improving the quality of infant sleep through the conclusion at supper of cereals enriched with tryptophan, adenosine-5'-phosphate, and uridine-5'-phosphate. *Nutr Neurosci*
47. Porter RJ, Mulder RT, Joyce PR, Luty SE. Tryptophan and tyrosine availability and response to antidepressant in major depression. *J Affect Disord*. 2005
48. Hussain AM, Mitra AK. Effect of reactive oxygen species on the metabolism of tryptophan in rat brain: influence of age. *Mol Cell Biochem*. 2004
49. Cubero J, Otalora BB, Bravo R, Sánchez CL, Franco L, Uguz AC, Rodríguez AB, Barriga C. Distribution of 5-HT receptors in the mammalian brain. *Trends Cell Mol Biol*. 2011;6:41–46
50. Bravo R, Matito S., Cubero J, Paredes S. D., Franco L., Rivero M., Rodríguez A. B., Barriga C. Tryptophan-enriched cereal intake improves nocturnal sleep, melatonin, serotonin, and total antioxidant capacity levels and mood in elderly humans. *Age (Dordr)*. 2013 Aug; 35(4): 1277–1285
51. Chugani HT. A critical period of brain development: studies of cerebral glucose utilization with PET. *Prev Med*. 1998;27:184–8
52. Huttenlocher PR, Dabholkar AS. Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *J Comp Neurol*. 1997; 387:167–78
53. Mata M, Fink DJ, Gainer H, Smith CB, Davidsen L, et al. Activity-dependent energy metabolism in rat posterior pituitary primarily reflects sodium pump activity. *J Neurochem*. 1980;34:213–5
54. Bellisle F. (2004). Effects of diet on behaviour and cognition in children. *Br.J. Nutr.* 92, S 227–S 232 10.1079/BJN20041171.
55. Donin AS, Nightingale CM, Owen CG, Rudnicka AR, Perkin MR, Jebb SA, Stephen AM, Sattar N, Cook DG, Whincup PH. Regular Breakfast Consumption and Type 2 Diabetes Risk Markers in 9- to 10-Year-Old Children in the Child Heart and Health Study in England (CHASE): A Cross-Sectional Analysis. *PLoS Med*. 2014 Sep; 11(9): e1001703].
56. Theodore R. F., Thompson J. M. D., Waldie K. E., Wall C., Becroft D. M. O., Robinson E., et al. (2009). Dietary patterns and intelligence in early and middle childhood. *Intelligence* 37, 506–513.
57. Taki Y, Hashizume H, Sassa Y, Takeuchi H, Asano M, Asano K, Kawashima R. Breakfast Staple Types Affect Brain Gray Matter Volume and Cognitive Function in Healthy Children. *PLoS One*. 2010; 5(12): e15213.
58. Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am J Clin Nutr*. 2002;76:5–56
59. Edefonti V, Rosato V, Parpinel M, Nebbia G, Fiorica L, Fossali E, Ferraroni M, Decarli A, Agostoni C. The effect of breakfast composition and energy contribution on cognitive and academic performance: a systematic review. *Am J Clin Nutr*. 2014 Aug;100(2):626–56].