

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-3-185-194>

Поступила 14.03.2022

Поступила после рецензирования 11.07.2022

Принята в печать 18.07.2022

© Зверев С. В., Политуха О. В., 2022



<https://www.fsjour.com/jour>

Научная статья

Open access

СБАЛАНСИРОВАННЫЙ СОСТАВ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ КРУП В УСЛОВИЯХ КОНЦЕПЦИИ АДЕКВАТНОГО ПИТАНИЯ

Зверев С. В., Политуха О. В.

Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки, Москва, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

композитные крупы, пищевая
ценность, белки, незаменимые
аминокислоты, скор, углеводы,
баланс

АННОТАЦИЯ

Концепция адекватного питания предполагает соответствие рациона или многокомпонентного продукта множеству частных критериев. Среди них — баланс белков, жиров и углеводов (Б: Ж: У), биологическая ценность белка, наличие в составе необходимых витаминов и минералов и т. д. Следование теории адекватного питания — многокритериальная задача, решить которую в полной мере не представляется возможным. В статье рассмотрены частные показатели и предпринята попытка сконструировать многокомпонентные крупы, отвечающие двум основным критериям — полноценности белка и сбалансированности (Б: У). Значение критериев основано на рекомендациях Федерального центра гигиены и эпидемиологии РФ. Полноценный белок соответствует минимальному скору незаменимых аминокислот (НАК) не ниже единицы. Соотношение Б: У в общем случае зависит от пола, возраста и физических нагрузок человека. Критерий Б: У принят усредненным для мужчин различного возраста и различной физической нагрузки. В качестве ингредиентов в данной работе рассмотрены традиционные крупы (ячневая, рисовая, кукурузная, рисовая, пшенная), крупы из зерна бобовых культур (нут, чечевица, фасоль, горох), семена масличных (лен, конопля). Расчетным методом, на основании данных ряда баз по пищевой ценности продуктов питания, авторами получены рецепты двух и трех компонентных круп, отвечающие указанным критериям. Доля бобовых и масличных в полученных смесях составляет 17–45%, что может сказываться на вкусе каши. В ходе работы проводилась дегустация каши из ячневой крупы с добавкой нута и чечевицы с вариацией бобовых 10–35%. Даже при максимальной добавке бобовых вкус каши оставался приятным. Привкус, свойственный бобовым, отсутствовал.

ФИНАНСИРОВАНИЕ: Статья подготовлена в рамках выполнения исследований по государственному заданию № FGUS-2022-0006 Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова Российской академии наук.

Received 14.03.2022

Accepted in revised 11.07.2022

Accepted for publication 18.07.2022

© Zverev S. V., Politukha O. V., 2022

Available online at <https://www.fsjour.com/jour>

Original scientific article

Open access

BALANCED COMPOSITION OF MULTICOMPONENT GROATS IN CONDITIONS OF THE ADEQUATE NUTRITION CONCEPT

Sergey V. Zverev, Olga V. Politukha

All-Russian Scientific and Research Institute for Grain and Products of its Processing, Moscow, Russia

KEY WORDS:

composite groats, nutritional
value, proteins, essential amino
acids, score, carbohydrates,
balance

ABSTRACT

The concept of adequate nutrition envisages the compliance of a diet or a multicomponent product with multiple specific criteria, including the balance of proteins, fats and carbohydrates (P: F: C), biological value of protein, the presence of necessary vitamins and minerals in the composition and so on. Adherence to the theory of adequate nutrition is a multicriterion task, which solution in the full measure is not considered possible. The paper examines specific indicators and makes an attempt to construct multicomponent groats that meet two main criteria — protein completeness and balance (P: C). The value of the criteria is based on the recommendations of the Federal Hygienic and Epidemiological Center of the RF. Complete protein corresponds to the minimal essential amino acid (EAA) score not lower than one. The B: C ratio, in general, depends on a human gender, age and physical load. The B: C was taken as averaged for men of different ages and different physical loads. In this study, traditional groats (fine-ground barley, rice, maize, millet), groats from grains of leguminous crops (chickpea, lentil, kidney bean, pea) and oil seeds (flax, hemp) were examined as ingredients. Using the computational method and data on the nutritional value of food products from several databases, the authors developed recipes of two- and three-component groats that meet the indicated criteria. The proportion of leguminous and oil crops in the obtained mixtures is 17–45%, which can affect taste of porridge. During the study, tasting of fine-ground barley porridge with addition of chickpea and lentil upon legume addition at a level of 10–35% was carried out. The porridge taste remained to be pleasant even at the maximum level of legume addition. Off-flavor typical of legumes was absent.

FUNDING: The article was published as part of the research topic FGUS-2022-0006 of the state assignment of the V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Зверев, С. В., Политуха О. В. (2022). Сбалансированный состав многокомпонентных круп в условиях концепции адекватного питания. *Пищевые системы*, 5(3), 185–194. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-3-185-194>

FOR CITATION: Zverev, S. V., Politukha, O. V. (2022). Balanced composition of multicomponent groats in conditions of the adequate nutrition concept. *Food Systems*, 5(3), 185–194. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-3-185-194>

1. Введение

Адекватное питание имеет целью обеспечить организм жизненно необходимыми нутриентами. Традиционно пищевой продукт характеризуется показателями в виде содержания белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных и биоактивных веществ, а пищевая ценность — показывает близость этих показателей к критерию адекватности в каждом конкретном случае. Соответственно, можно говорить о нутриентном профиле адекватного питания, который является эталонным, и о нутриентном профиле продукта.

Попытки формализации процесса составления суточного рациона или композитного продукта в соответствии с рекомендациями по адекватному питанию предпринимались сравнительно давно. В первую очередь для этого было необходимо перейти от вербальных моделей к математическим, для чего требовалось сформулировать критерии и целевые функции процесса формирования рациона. Комплексно к этому вопросу подошел Н. Н. Липатов [1].

В данной работе предпринята попытка разработать алгоритм формирования рациональных многокомпонентных продуктов, опираясь на рекомендации Федерального центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора [2]. В частности, в Таблице 1 приведены суточные нормы нутриентов для рациона мужчин, которые можно рассматривать в качестве нутриентного профиля адекватного питания.

Все взрослое мужское население, в зависимости от величины энергозатрат, разделено на 5 групп: I группа (очень низкая физическая активность) — работники преимущественно умственного труда; II группа (низкая физическая активность) — работники, занятые легким физическим трудом; III группа (средняя физическая активность) — работники средней тяжести труда; IV группа (высокая физическая активность) — работники тяжелого физического труда; V группа (очень высокая физическая активность; мужчины) — работники особо тяжелого физического труда.

Аналогичные рекомендации есть и для других групп населения (женщины, дети) [2].

Формализация процесса составления суточного рациона затруднена из-за обилия критериев и ограниченности в реальных условиях доступного ассортимента продуктов (ингредиентов). Поэтому целесообразно начать с более простых вещей, например, с рецептуры комбинированного монопродукта с небольшим количеством компонентов, ограничиваясь рядом основных критериев адекватности.

Готовый к употреблению монопродукт или полуфабрикат быстрого приготовления, отвечающий всем актуаль-

ным требованиям адекватного питания, был бы востребован среди профессиональных (и не только) сообществ (к примеру, среди военных, геологов, туристов и т. п.). Однако, учитывая количество нормируемых нутриентов, необходимых организму человека, создание адекватного многокомпонентного (композитного, комбинированного) монопродукта из различных натуральных ингредиентов представляет большую проблему. Теоретически это можно сделать, используя нутриенты в чистом виде. Но далеко не все они могут в чистом виде быть получены, и, вероятно, такой продукт будет неудобоваримым.

Поэтому целесообразно начать проектирование адекватного многокомпонентного монопродукта, следуя некоторым основным укрупненным требованиям. При этом особый интерес уделяется продуктам быстрого приготовления и длительного хранения, к которым относятся комбинированные зерновые продукты. Целью получения подобных композиций зернопродуктов является повышение их биологической ценности или придание им функциональных свойств [3,4,5].

В первом приближении нутриентный профиль продукта оценивается по соотношению макронутриентов (белки, жиры и углеводы), необходимых человеку в количествах, обеспечивающих пластические, энергетические и иные потребности организма. Для эффективного усвоения макронутриентов необходимо их поступление в организм в определенной пропорции [2,6].

Однако, понятия «белки», «жиры» и «углеводы» включают огромное количество разнообразных пищевых веществ, выполняющих свои физиологические функции в организме человека при их потреблении. Поэтому на данном уровне представлений о физиологии питания человека именно белки, жиры и углеводы во многом определяют профиль адекватного питания и качество продукта.

Однако нормальное функционирование живого организма невозможно без микронутриентов — витаминов и минеральных веществ. Минеральные вещества и часть витаминов не могут быть синтезированы организмом и должны поступать с пищей.

Представленные в Таблице 1 рекомендации относятся к суточному рациону. В случае формирования рецептуры многокомпонентного монопродукта основную роль в оценке адекватности играют рекомендованные соотношения нутриентов. Целью исследований является оценка возможности получения комбинированной крупы на базе традиционных с повышенной пищевой ценностью (сбалансированных по НАК и Б:У), за счет их дополнения крупой из бобовых культур и семян масличных.

Таблица 1. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для мужчин [2]

Table 1. Norms of physiological requirements in energy and nutrients for men [2]

Показатели (в сут.)	Группа физической активности (коэффициент физической активности)															Мужчины старше 60 лет	min	max	Среднее значение
	I (1,4)			II (1,6)			III (1,9)			IV (2,2)			V (2,5)						
	Возрастные группы																		
	18– 29	30– 39	40– 59	18– 29	30– 39	40– 59	18– 29	30– 39	40– 59	18– 29	30– 39	40– 59	18– 29	30– 39	40– 59				
Энергия и макронутриенты																			
Энергия, ккал	2450	2300	2100	2800	2650	2500	3300	3150	2950	3850	3600	3400	4200	3950	3750	2300	2100	4200	3078
Белок, г	72	68	65	80	77	72	94	89	84	108	102	96	117	111	104	68	65,0	117,0	87,9
в т. ч. животный, г	36	34	32,5	40	38,5	36	47	44,5	42	54	51	48	58,5	55,5	52	34			
Углеводы, г	358	335	303	411	387	366	484	462	432	566	528	499	586	550	524	335	303,0	586,0	445,4
Углеводы (% от белка)	4,97	4,93	4,66	5,14	5,03	5,08	5,15	5,19	5,14	5,24	5,18	5,20	5,01	4,95	5,04	4,93	4,7	5,2	5,1
Пищевые волокна, г	20																		

2. Материалы и методы

Единого критерия для оценки соответствия продукта представлениям об адекватном питании не выработано. Задача многокритериальная и приходится руководствоваться рядом показателей.

2.1. Критерий адекватности для белка

На Земле существует белковая форма жизни. Белок состоит из аминокислот (АК), часть которых относится к незаменимым (НАК не синтезируются в организме). Наличие незаменимых аминокислот обуславливает фундаментальную зависимость человека от их поступления с пищей в достаточном количестве и определенном соотношении. Аминокислотный профиль (состав) такого эталонного (эффективного) белка на основе обобщения многолетних медико-биологических исследований предлагается Продовольственной и сельскохозяйственной организацией (ФАО) при ООН. Представления об эталонном белке претерпевают изменения. Периодически его профиль пересматривается с учетом последних достижений науки [7].

Ряд профилей для взрослого человека, принятых ФАО в различные годы, приведен в Таблице 2.

Таблица 2. Аминокислотный состав эталонного белка

Table 2. Amino acid composition of the reference protein

Незаменимые аминокислоты	FAO (1973)	FAO (1974)	FAO (2007)	FAO (2013)
Лизин	5,5	5,1	4,5	4,8
Метионин + цистин	3,5	2,6	2,2	2,3
Изолейцин	4,0	4,2	3,0	3,0
Лейцин	7,0	7,0	5,9	6,1
Треонин	4,0	3,5	2,3	2,5
Фенилаланин + тирозин	6,0	7,3	3,8	4,1
Триптофан	1,0	1,1	6,0	0,66
Валин	5,0	4,8	3,9	4,0
Гистидин	—	—	1,5	1,6

В соответствии с концепцией эталонного белка, основным показателем его качества являлась величина минимального сора незаменимых аминокислот (НАК), т. е. скор первой лимитирующей НАК. Скор аминокислотный — показатель, представляющий собой отношение доли определенной незаменимой аминокислоты (НАК) в исследуемом белке к значению этой доли в эталонном белке. Впоследствии ФАО/ВОЗ была внесена корректировка на этот показатель с учетом усвояемости НАК.

Следуя данной оценке, белки можно разделить на три группы:

- неполноценные — минимальный скор мал или равен нулю (отсутствует одна из НАК);
- неполные — $0 < \text{минимальный скор} < 1$;
- полноценные — минимальный скор > 1 .

При сравнении двух белковых продуктов дело обстоит несколько сложнее. Отметим два крайних случая:

- в продукте много белка, но он не полноценный;
- продукт содержит полноценный белок, но белка мало.

В монопродукте, в зависимости от сора, белок будет использован организмом либо полностью на функциональные нужды (полноценный белок), либо частично (неполный, скор определяет долю такого белка), либо на энергетические нужды (неполноценный белок и та часть неполного белка, которая не соответствует эталонному).

Очевидно, что хороший белковый продукт должен содержать много белка, и белок должен быть полноценным,

хорошо усвояемым. Чем больше белка, тем ценнее продукт. Таким образом, критерием адекватности является наличие полноценного белка с минимальным скором НАК, близким к единице.

Из Таблицы 1 видно, что половину суточной нормы белка должен составлять животный белок, а остальную может составлять и растительный. Если учесть, что такая смесь практически всегда обеспечивает полноценность белка, то становится ясным, что в рекомендациях речь идет о полноценном белке, а он может быть и полностью растительным (рекомендуемая доля животного белка около 50% в суточном потреблении общего белка обеспечивает его полноценность).

В России крупы традиционно относятся к массовым, социально значимым продуктам питания, особенно для малообеспеченных слоев населения. Крупа — пищевой продукт, представляющий из себя целые или дробленые (иногда расплюснутые в виде хлопьев) семена различных культур, с поверхности которых удалены трудно усвояемые оболочки. В январе-марте 2021 года производство круп составило 375,0 тыс. тонн. По отношению к январю-марту 2020 года, оно сократилось на 5,0, тем не менее за два года показатели выросли на 0,2.

В России традиционными культурами для производства крупяных продуктов являются гречиха, рис, просо, овес, пшеница, ячмень, кукуруза. В последнее время в торговых сетях появились и не традиционные крупы — киноа, полба (спельта).

Другую группу источников растительного сырья составляют зернобобовые культуры, к которым относятся кормовые бобы, горох, вика посевная, фасоль обыкновенная, люпин (белый, желтый, многолетний, узколистый), соя, чечевица, чина, нут. Зерновые бобовые культуры возделывают для получения семян с высоким содержанием белка.

Во ВНИИ зерна (ВНИИЗ) апробированы крупы из ржи и тритикале, а также из ряда семян бобовых культур [8–11]. Недостатком традиционных круп является низкое содержание белка и его невысокое качество (кроме гречневой крупы).

2.2. Критерий адекватности для углеводов

Рекомендуемое соотношение белков и углеводов, как это видно из Таблицы 1, составляет 1:(4,7–5,2) [2]. Альтернативные варианты 1:4 и 1:3 [6,12].

Углеводы в организме человека выполняют в основном энергетическую функцию. Организм не тратит много ресурсов и времени на их переваривание, а энергию они отдают быстро. Моносахариды быстро повышают содержание сахара в крови и обладают высоким гликемическим индексом, поэтому их еще называют быстрыми углеводами. Гликемический индекс (ГИ) — величина, характеризующая сахароповышающее свойство продуктов, в которых содержатся углеводы. Углеводы, состоящие из трех или более единиц, называются сложными. Продукты, богатые сложными углеводами, постепенно увеличивают содержание глюкозы и имеют низкий гликемический индекс, поэтому их еще называют медленными углеводами.

В рамках концепции адекватного питания выделена роль полисахаридов в виде клетчатки или пищевых волокон. Пищевые волокна не перевариваются пищеварительными ферментами организма человека, но перерабатываются полезной микрофлорой кишечника [13–16].

Для поддержания здоровья диетологи рекомендуют каждый день употреблять 25–40 г. пищевых волокон. В Таблице 1 эта величина оценивается в 20 г.

2.3. Критерий адекватности для жиров

Специалисты Управления Роспотребнадзора по Москве рекомендуют использовать в рационе практически здорового человека соотношение белков и жиров, близкое к 1:(1,1–1,3). Это соотношение, как видно из Таблицы 1, в общем случае зависит от пола, возраста и физической активности человека [2]. Существуют и другие рекомендации, например, 1:1,4 [6]. Жиры состоят из жирных кислот, из которых две (омега 6 — линолевая кислота и омега 3 — А-линоленовая кислота) являются незаменимыми.

Подобно НАК в белках, в жирах часть жирных кислот также является незаменимыми. Незаменимые жирные кислоты являются частью полиненасыщенной группы. Действительно незаменимых жирных кислот две:

- Линолевая кислота (омега-6);
- А-линоленовая кислота (омега-3).

Незаменимые жирные кислоты должны составлять определенную часть от общего количества жиров: 17–27% — омега-6 и 3,3–6,6% — омега-3. В среднем соотношение омега-6 и омега-3 составляет 22:5. Обычно дефицит составляет омега-3.

Таким образом, критерием при формировании жирового комплекса продукта является соотношение групп жирных кислот и незаменимых жирных кислот. Контролю подлежат фосфолипиды.

2.4. Критерий адекватности для витаминов и минеральных веществ

Критерием адекватности для витаминов и минеральных веществ, а также для минорных и биоактивных нутриентов, является их суточная норма потребления. В общем случае желательно учитывать совместимость микронутриентов, поскольку в определенных сочетаниях их эффективность может усиливаться или ослабляться [17].

2.5. Калорийность продукта

Калорийность (энергия) продукта рассчитывается по формуле:

$$\text{Энергия} = 4 \times (\text{белки} + \text{углеводы}) + 9 \times \text{жиры}$$

Однако не вся эта энергия может быть использована организмом именно на энергетические нужды. Белок, если он является полноценным и поступил в меньшем количестве, чем рекомендовано, используется полностью на функциональные цели. Если он не полный, часть идет на энергетические нужды. Кроме того, и белок, и жиры, и углеводы усваиваются организмом не полностью. Коэффициенты усвояемости: для белка — 84,5%, для жиров — 94,0%, для углеводов — 96,5% [18]. Если жир и углеводы поступили с избытком, то они откладываются в организме в виде жировой ткани. А избыток белка дополнительно нагружает почки и печень.

2.6. Комбинированные зернопродукты повышенной пищевой ценности на базе крупяных культур

В качестве базовых критериев для монопродукта можно принять следующие условия:

- аминокислотный скор белка должен быть как можно ближе к единице;
- соотношение белков, жиров и углеводов должно быть близким к рекомендуемому. Например, для мужчин различных возрастов и физической активности средний показатель колеблется в пределах 1:1,2:5,1. По возможности необходимо контролировать:
- пищевые волокна (клетчатку);
- содержание сахаров (желательно иметь меньше 18% от общих углеводов);

- долю полиненасыщенных жирных кислот (20–33% от общего жира);
- долю омега-3 (3,5–7,0% от общего жира).

Классическим примером монопродукта служат крупы, которые традиционно потребляются в виде каши и гарниров. Однако по двум основным критериям (скор и БЖУ) большинство из них далеки от идеала.

2.7. Базы данных химического состава зернопродуктов

Химический состав зернопродуктов (и не только) широко представлен в источниках сети Интернет, при этом информация на разных сайтах может как существенно различаться, так и повторяться. Лаборатория нутрициологических данных Департамента сельского хозяйства США (USDA NDL) [19] ежегодно публикует обновленную базу данных нутриентов продуктов USDA SR27. Эта база является наиболее полной. В августе 2014 года был выпущен 27-й релиз, в который вошла информация по 150 нутриентам 8618 продуктов. В НИИ детского питания был выполнен перевод документации и содержимого базы данных. Переведенная на русский язык база данных размещена в информационной базе 1С [20]. Однако она основана на статистическом анализе зарубежных зернопродуктов, и из-за различия сортов и условий возделывания показатели могут различаться.

Поэтому обобщенными базами данных при разработке композитных зернопродуктов можно пользоваться для ориентировочной оценки показателей конечного продукта. Для корректировки результатов необходимы данные анализа конкретных партий исходного сырья.

2.8. Методика формирования рецептуры многокомпонентных круп

Основы методики балансировки композитных круп по незаменимым аминокислотам изложены в работе [21].

Во всех крупяных и зернобобовых культурах содержание жира мало и соотношение жир/белок = 1,2 много меньше рекомендуемого, поэтому в качестве показателя его можно не учитывать. Его дефицит компенсируется добавкой жира в кулинарные изделия.

В качестве основных показателей при оценке качества многокомпонентной крупы с заданными ингредиентами в первом приближении примем:

- Соотношение «углеводы/белок» = (4,7–5,2) или в среднем по возрасту мужчин и физической нагрузке равным 5,1 (см. Таблица 1),
- Минимальный скор НАК смеси должен быть не меньше единицы $C_{\min} \geq 1$.

Для расчетов потребуются количественные показатели для следующих компонент:

- B_k — содержание белка в k -й компоненте;
- U_k — содержание углеводов в k -й компоненте;
- G_k — содержание жиров в k -й компоненте;
- A_{ik} — содержание i -й НАК в k -й компоненте;

При необходимости — содержание других нутриентов в каждой из компонент и стоимость компонент.

Баланс i -й НАК в смеси

$$\sum_1^n X_k A_{ik} = C_i a_i \sum_1^n X_k B_k, \quad (1),$$

где X_k — доля k -й компоненты в смеси,

C_i — скор i -й НАК в смеси,

a_i — доля i -й НАК в эталонном белке,

n — число компонент в смеси.

Соответственно, $\sum_1^n X_k = 1$.

Из (1) получим скор i -й НАК в смеси:

$$C_i = \frac{\sum_1^n X_k A_{ik}}{a_i \sum_1^n X_k B_k}. \quad (2)$$

Соотношение «углеводы/белок» вычисляется по формуле:

$$\frac{\sum_1^n X_k U_k}{\sum_1^n X_k B_k} = Q, \quad (3)$$

где Q — рекомендуемая пропорция «углеводы/белки» для мужчин в количестве 4,7–5,2 в зависимости от возраста и физической нагрузки (в среднем 5,1).

Положим, что базовая добавка (бобовые) индексируется 1, базовая компонента (крупа) индексируется 2, остальные добавки 3... n . Тогда доля базовой компоненты (крупы) рассчитывается следующим образом:

$$X_2 = 1 - X_1 - \sum_3^n X_k. \quad (4)$$

Подставив (4) в (3) и преобразовав уравнение относительно доли базовой добавки (бобовые), получим

$$X_1 = \frac{(QB_2 - U_2) - \sum_3^n [(U_k - U_2) - Q(B_k - B_2)]}{(U_1 - U_2) - Q(B_1 - B_2)} \quad (5)$$

Учитывая большое быстроедействие и объем памяти современных ПК, проще всего эту задачу решить методом сканирования, например, с шагом 0,01 (1%).

Можно наложить ограничения, например, общая доля добавок, включая базовую, не должна превышать заданную величину:

$$X_1 + \sum_3^n X_k \leq M. \quad (6)$$

Из множества решений, отвечающих основным показателям качества и ограничению (6) по неформальным признакам, производится отбор приемлемых рецептов, например, с учетом стоимости. Однако окончательный выбор возможен только на основе сенсорных (органолептических) показателей, желательны в конкретных кулинарных изделиях.

3. Результаты и обсуждение

3.1. Результаты расчета рецептов зерновых смесей

3.1.1. Макронутриентный состав круп

В Таблице 3 приведены усредненные по трем базам данные по калорийности, макронутриентному составу и минимальный скор незаменимых аминокислот ряда круп, зернобобовых и семян [22,23,24].

Таблица 3. Макронутриентный состав и калорийность зернопродуктов

Table 3. Macronutrient composition and calorificity of grain products

Продукт	Калорийность, ккал	Влажность	Жиры	Углеводы	Пищевые волокна (клетчатка)	Зола	Общий белок	Минимальный скор НАК (эталон 2013 г)	Жиры/Общий белок	Углеводы/Общий белок	Углеводы/Эталонный белок	Источник
Бобовые												
Чечевица	352	9,0	1,1	53	11,0	2,7	24,6	0,94	0,045	2,15	2,3	[1, 2]
Горох лущеный	328	—	1,7	54,2	11,0	—	27,4	1,01	0,062	1,35	1,2	[3]
Гороховая крупа (среднее)	326	8,7	2,3	39,2	19,6	2,7	24,8	1,21	0,093	1,93	1,9	[1, 2, 3]
Фасоль белая	335	11,7	1,4	52,9	15,3	3,8	22,8	0,88	0,061	1,71	1,9	[2]
Нут	378	7,7	6	43	12	2,9	20,5	1,17	0,293	2,10	2,1	[1, 2]
Крупы												
Ячневая	313	14	1,3	65	8,1	1,2	10	0,73	0,130	6,50	9,0	[1]
Ячневая	354	9,4	2,3	74	17	1,2	12,5	0,78	0,184	5,93	7,6	[2]
Ячневая	325	—	1,3	72	8,1	—	10,4	0,64	0,125	6,92	10,9	[3]
Ячневая (среднее)	331	11,7	1,6	70,4	11,2	1,2	11	0,72	0,145	6,40	8,9	[1, 2, 3]
Перловая	352	10,1	1,2	78	16	1,1	9,9	0,78	0,121	7,88	10,1	[2]
Перловая	315	14	1,1	67	7,8	0,9	9,3	0,67	0,118	7,20	10,7	[1]
Перловая	324	—	1,1	74	7,8	—	9,3	0,83	0,118	7,96	9,6	[3]
Перловая (среднее)	330	12,1	1,1	72,8	10,4	1	9,5	0,76	0,116	7,66	10,1	[1, 2, 3]
Пшеничная	342	14	3,3	67	3,6	1,1	11,5	0,53	0,287	5,83	11,0	[1]
Пшеничная	378	8,7	4,2	73	8,5	3,3	11,02	0,40	0,381	6,62	16,5	[2]
Пшеничная (среднее)	360	11,3	3,8	69,7	6,1	2,2	11,3	0,46	0,336	6,17	13,3	[1, 2]
Рисовая	333	14	1	74	3	0,7	7	0,77	0,143	10,57	13,7	[1]
Рисовая	317	12,9	0,6	79	—	0,5	6,6	0,75	0,091	11,95	15,9	[2]
Рисовая	322	—	0,7	73	4,5	—	9,7	0,73	0,072	7,53	10,3	[3]
Рисовая дробленая (среднее)	324	13,5	0,8	75,5	3,8	0,6	7,8	0,75	0,103	9,68	13,0	[1, 2, 3]
Кукурузная	328	14	1,2	71	4,8	0,7	8,3	0,53	0,145	8,55	16,2	[1]
Кукурузная	368	11,4	1,5	80	3,9	0,5	6,72	0,77	0,223	11,90	15,5	[2]
Кукурузная	330	—	1,3	76	4,8	—	8,3	0,53	0,157	9,16	17,4	[3]
Кукурузная (среднее)	342	12,7	1,3	75,6	4,5	0,6	7,8	0,60	0,167	9,69	16,3	[1, 2, 3]
Овсяная	342	12	6,1	60	8	2,1	12,3	0,80	0,496	4,88	6,1	[1]
Овсяная	389	8,3	6,9	66	11	1,7	16,9	0,86	0,409	3,91	4,5	[2]
Овсяная	363	—	6,8	67	8	—	12,9	0,68	0,527	5,19	7,6	[3]
Овсяная (среднее)	365	10,14	6,59	64	8,87	1,91	14,0	0,78	0,470	4,56	5,9	[1, 2, 3]
Полбяная	306	11	2,5	60	11	1,8	14,5	0,59	0,172	4,14	7,0	[1, 2]
Семена												
Лен	534	7,0	42	29	27	7,3	18,3	0,98	2,296	1,59	1,6	[1]
Конопля обрубленная	553	5,0	49	8,7	4	6,1	31,6	0,84	1,553	0,28	0,3	[1, 2]
Кунжут	565	9	49	12	5,6	5,1	19,4	0,60	2,526	0,62	1,1	[1]
Кунжут	631	3,8	61	12	12	2,3	20,4	0,66	2,983	0,59	0,9	[2]
Кунжут (среднее)	598	6,4	55	12	8,6	3,7	19,9	0,63	2,764	0,60	1,0	[1, 2]
Амарант	371	11,3	7	59	6,7	2,9	13,6	1,15	0,516	4,35	4,3	[1]

Как видно из Таблицы 3, бобовые и крупы содержат полный набор макронутриентов, кроме жиров. Жирами богаты семена масличных культур.

3.1.2. Белковый комплекс

Белковый комплекс характеризуется общим содержанием белка и профилем НАК. Качество белка оценивается по минимальному скору НАК. В Таблице 4 представлены усредненные скоры НАК белка некоторых круп, бобовых и семян (эталон от 2013 г).

Из Таблицы 4 видно, что традиционные крупы имеют неполный белок (минимальный скор НАК меньше единицы) с дефицитом лизина. Бобовые, наоборот, богаты полноценным белком (минимальный скор НАК больше единицы) с большой долей лизина. Т. е. белки комплементарны и могут дополнять друг друга.

3.1.3. Углеводный комплекс

Углеводы зерна и семян, как уже было сказано, принято разделять на быстрые и медленные. Относительным показателем скорости усвоения углеводов может служить гликемический индекс.

Гликемический индекс (ГИ) — показатель, по которому оценивается скорость попадания глюкозы в кровь. Чем выше этот показатель, тем быстрее глюкоза попадает в кровь и тем более резким будет скачок сахара в крови. Шкала гликемических индексов строится относительно глюкозы — ее ГИ равен 100. При сахарном диабете рекомендуется употребление продуктов с низким ГИ (до 40–45). Соотношение «углеводы/общий белок» даны в Таблице 3. В Таблице 5 приведены значения гликемических индексов крупы, бобовых и семян [25].

Таблица 4. Скоры НАК белка некоторых круп, бобовых и семян (усредненные данные, эталон от 2013 г).

Table 4. EAA scores of protein in several groats, legumes and seeds (averaged data, reference of 2013)

Продукт	Общий белок, %	Лизин	Метионин + Цистин	Изолейцин	Лейцин	Трионин	Фениланин + Тирозин	Триптофан	Валин	Гистидин
Бобовые										
Чечевица	24,6	1,46	0,94	1,44	1,19	1,43	1,52	1,36	1,24	1,76
Гороховая крупа	23,5	1,57	1,01	1,40	1,20	1,44	1,82	1,40	1,17	1,58
Фасоль белая	22,8	1,33	1,05	1,45	1,29	1,48	1,69	1,90	1,35	1,58
Нут	20,1	1,40	1,17	1,44	1,17	1,50	1,64	1,48	1,06	1,73
Крупа										
Ячневая	11,0	0,72	1,63	1,51	0,93	1,21	1,98	2,06	1,20	1,41
Перловая	9,5	0,76	1,51	1,35	0,95	1,06	1,93	2,05	1,50	1,26
Пшеничная	11,3	0,46	1,76	1,32	1,78	1,37	2,07	2,01	1,16	1,36
Рисовая дробленая	7,8	0,75	1,66	1,32	1,23	1,25	2,29	1,61	1,38	1,43
Кукурузная	7,8	0,60	1,57	1,62	2,35	1,20	2,20	1,18	1,36	1,47
Овсяная	14,0	0,78	1,52	1,53	0,97	1,24	1,99	2,11	1,20	1,28
Тритикалевая	13,0	0,62	1,44	1,21	1,14	1,23	2,00	1,74	1,11	1,45
Полбяная	14,6	0,59	1,76	1,27	1,21	1,22	1,87	1,38	1,17	1,55
Гречневая	12,4	0,99	1,87	1,28	0,96	1,45	1,75	2,16	1,27	1,47
Семена										
Лен	18,3	0,98	1,69	1,63	1,11	1,68	1,93	2,46	1,47	1,61
Конопля обрубленная	31,6	0,84	2,21	1,36	1,12	1,61	2,09	1,77	1,41	1,92
Кунжут	19,9	0,63	2,38	1,28	1,17	1,51	1,98	2,38	1,17	1,61
Амарант	13,6	1,15	1,34	1,43	1,06	1,65	1,57	2,02	1,25	1,79
Эталонный белок, % (эталон 2013 г)	100	4,8	2,3	3,0	6,1	2,5	4,1	0,66	4,0	1,6

Таблица 5. Гликемический индекс крупы, бобовых и семян [25]

Table 5. Glycemic index of groats, legumes and seeds [25]

Продукт	Гликемический индекс	Продукт	Гликемический индекс
Крупы		Бобовые	
Ячневая крупа	40–45	Фасоль	25–40
Перловая	20–40	Чечевица	25–35
Пшено	70	Горох	25–40
Кукурузная крупа	70–75	Нут	30
Пшеничная крупа	40–70	Масличные	
Манная крупа	70–85	Лен	35
Рис белый	70	Конопля	–
Овсяная цельнозерновая	40–60	Кунжут	35

В последнее время в продаже появилось большое количество так называемых комбинированных (многокомпонентных, композитных) круп, которые можно рассматривать как некий монопродукт, состоящий из ряда ингредиентов (компонент).

3.1.4. Двухкомпонентные смеси

Анализ скоров НАК крупяных и бобовых культур (Таблица 4) показал, что крупы лимитированы по лизину и имеют низкий минимальный скор, но богаты метионином и цистином. Бобовые имеют минимальный скор по метионину и цистину, но у части из них белок полноценный, а у части неполный. При подмешивании к крупам бобовых зернопродуктов в смеси будет нарастать лизин и снижаться уровень метионина и цистина. Минимальный скор смеси определя-

ется лизином и при подмешивании бобовых раньше достигает значения единицы, чем метионин и цистин опускаются ниже единицы. Поэтому в простейшем случае балансировку НАК можно вести по лизину.

Для проведения расчетов была разработана программа в Microsoft Excel, которая при введении исходных данных по содержанию жира, клетчатки, гликемического индекса и стоимости для компонент позволяла контролировать эти показатели и энергию смеси. В Таблице 6 приведены результаты расчетов двухкомпонентных смесей из крупы и бобовых при доле бобовых, соответствующих минимальному скору НАК смеси, равному единице ($C=1$).

Исходя из рассмотренных комбинаций нутриентов, крупа ячневая может быть признана приемлемой по основным критериям (минимальный скор НАК и отношение У/Б). Для всех бобовых при минимальном скору НАК (лизин), равно единице, смесь имеет полноценный белок больше 12% и соотношение У/Б несколько меньше рекомендованного 5,1. Для кукурузной и рисовой круп при полноценном белке наблюдается отклонение У/Б от рекомендации в большую сторону. У пшенной и полбяной круп наблюдается существенное отклонение в меньшую сторону.

Очевидно, что в смеси рисовой и кукурузной круп с бобовыми необходимо добавить высокобелковый компонент с «хорошим» белком и низким содержанием углеводов (с низким соотношением У/Б). В пшенную и полбяную крупы — наоборот, высокоуглеводный продукт с очень низким белком (с высоким соотношением У/Б). Однако в последнем случае высокий уровень добавки бобовых (более 30%) вызывает сомнение во вкусовых качествах подобной смеси. Кроме того, возникают проблемы с третьей высокоуглеводной

добавкой. Для этой цели подошла бы крупа типа крахмального саго, например, тапиоковое саго.

3.1.5. Трехкомпонентные смеси

В качестве низкоуглеводной компоненты со сравнительно «хорошим» белком рассматривались семена кунжута и ядро конопли технической, характеристики которых представлены в Таблицах 3 и 4. Результаты расчетов для кукурузной и рисовой круп при минимальном скору НАК смеси, равно единице, представлены в Таблице 7.

Как видно из Таблицы 7, добавка кунжута или ядра конопли позволяет сбалансировать по двум критериям смеси на базе кукурузной и рисовой круп, однако суммарный объем добавок возрастает, что может сказаться на вкусе. Следует иметь в виду, что с добавкой масличных семян возрастает содержание в смеси жира в некоторых случаях до 7%, что может сказаться на сохраняемости продукта.

Требованиям формальных критериев оценки качества (скор и Б: У) отвечают двухкомпонентная ячневая крупа и все варианты трехкомпонентных круп. Для отбора перспективных многокомпонентных круп необходимы другие показатели их потребительских свойств. Поэтому окончательный отбор перспективных композиций должен определяться дегустацией. Ранее были апробированы каши из ячменной, рисовой и тритикалевой крупы с добавками до 10–35% нута и чечевицы, которые показали технологичность при приготовлении и хороший вкус [5].

Не следует забывать и об экономической стороне вопроса. Цены на компоненты существенно различаются, что сказывается и на стоимости их смесей. Но это уже работа маркетологов.

Таблица 6. Рациональные рецептуры двухкомпонентных круп
Table 6. Rational recipes of two-component groats

Основные компоненты				Белок		Углеводы			Жиры			Клетчатка		Энергия		Гликемический индекс	
Крупа	Бобовые	Доля бобовых, %	Влажность, %	Общий, %	Скор (< 1)	% от суточной нормы	Углеводы, %	Углеводы/елок (4,7–5,2)	% от суточной нормы	Жиры, %	Жиры/белок (< 1,2)	% от суточной нормы	Клетчатка, %	% от суточной нормы	Энергия, ккал	% от суточной нормы	Плохо 70 ... 55 хорошо
Ячневая	Нут	27	11	13,5	1	15	63,0	4,7	14	2,8	0,21	2,5	11,4	57	346	10,9	36
	Чечевица	22	11	14,0	1	16	66,5	4,8	15	1,5	0,11	1,3	11,1	55	335	10,6	36
	Фасоль	29	12	14,4	1	16	65,3	5,0	15	1,6	0,11	1,4	12,3	62	332	10,5	39
	Горох	19	11	13,6	1	15	67,1	4,7	14	1,8	0,13	1,5	11,1	56	330	10,5	36
Кукурузная	Нут	28	11	11,3	1	13	66,5	5,9	15	2,6	0,23	2,3	67	33	352	11,2	46
	Чечевица	22	12	11,5	1	13	70,6	6,2	16	1,3	0,11	1,1	5,9	29	344	10,9	45
	Фасоль	30	12	12,3	1	14	68,7	5,6	15	1,3	0,11	1,8	7,7	39	340	10,8	60
	Горох	20	12	11,2	1	12	68,3	6,1	15	1,5	0,14	1,3	7,5	38	339	10,8	45
Рисовая	Нут	19	12	10,2	1	11	69,3	6,8	16	1,8	0,17	1,6	5,4	27	334	10,6	45
	Чечевица	17	12	11,2	1	12	68,5	6,1	15	3,2	0,31	3,1	5,2	26	342	10,9	45
	Фасоль	21	13	10,9	1	12	70,8	6,5	16	0,9	0,1	0,8	6,2	31	326	10,4	51
	Горох	13	13	10,0	1	11	70,8	7,1	16	1,0	0,1	0,8	5,8	29	324	10,3	46
Пшенная	Нут	42	10	15,1	1	17	68,4	3,9	15	4,7	0,31	4,2	8,6	42	367	11,7	45
	Чечевица	35	10	15,9	1	18	63,7	4,0	14	2,8	0,18	2,5	7,7	38	357	11,3	45
	Фасоль	45	11	16,5	1	18	62,1	3,8	14	2,7	0,16	2,4	10,2	51	349	11,1	46
	Горох	32	10	15,6	1	17	59	3,8	14	3,3	0,21	2,9	10,4	58	349	11,1	46
Полбяная	Нут	42	10	17,0	1	19	52,8	3,1	12	4,0	0,23	3,5	11,3	57	336	10,7	43
	Чечевица	35	10	18,0	1	20	57,4	3,2	12	2,0	0,11	1,8	107	53	322	10,2	43
	Фасоль	44	11	18,4	1	20	56,9	3,1	13	2,0	0,11	1,8	12,7	63	319	10,1	44
	Горох	31	11	17,3	1	19	57,8	3,3	13	2,4	0,14	2,2	10,7	54	312	9,9	44

Таблица 7. Рациональные рецептуры трехкомпонентных круп
Table 7. Rational recipes of three-component groats

Основные компоненты		Доля бобовых, %	Третья компонента		Белок			Углеводы			Жиры			Клетчатка		Энергия		Гликемичес-	
Крупа	Бобовые		Вид	Доля, %	Влажность, %	Общий, %	Скор (~ 1)	% от суточной нормы	Углеводы, %	Углеводы/белок (4,7–5,2)	% от суточной нормы	Жиры, %	Жиры/белок (~ 1,2)	% от суточной нормы	Клетчатка, %	% от суточной нормы	Энергия, ккал	% от суточной нормы	Плохо 70 ... 55 хорошо
Ячневая	Нут	26	Саго	5	11	12,9	1	14,3	64,0	5	14,4	2,7	0,21	1,4	10,9	55	344	10,9	44
	Чечевица	21	Саго	4	11	13,4	1	14,9	67,3	5,0	15,1	1,5	0,11	1,3	10,6	53	336	10,7	44
	Фасоль	29	–	–	12	14,4	1	16,0	65,3	5,0	15,0	1,6	0,11	1,4	12,3	62	332	10,5	39
	Горох	19	–	–	12	13,3	1	15,0	67,1	5,0	15,0	1,6	0,12	1,4	11,1	56	330	10,5	37
Кукурузная	Нут	28	Конопля	5	11	12,5	1	13,9	63,0	5,0	14,2	5,1	0,41	4,5	6,6	33	363	11,5	43
	Чечевица	26	Конопля	6	11	13,1	1	14,5	66,3	5,1	14,9	4,1	0,32	3,6	5,9	29	357	11,3	52
	Фасоль	30	Конопля	3	12	13,0	1	14,5	60,7	5,1	15,9	2,8	0,22	2,5	7,7	39	346	11,0	44
	Горох	20	Конопля	8	12	12,8	1	14,0	65,7	5,1	14,8	5,1	0,40	4,5	5,7	29	356	11,3	52
Кукурузная	Нут	30	Кунжут	5	11	12,8	1	13,6	62,5	5,1	14,1	5,5	0,45	4,8	7,0	35	365	11,6	43
	Чечевица	24	Кунжут	8	11	12,8	1	14,0	65,0	5,1	14,6	5,6	0,44	4,9	6,3	32	365	11,6	46
	Фасоль	31	Кунжут	4	12	12,9	1	14,4	65,9	5,1	14,8	3,5	0,27	3,1	8,0	40	350	11,1	44
	Горох	22	Кунжут	11	11	12,6	1	14,0	63,6	5,1	14,3	7,2	0,58	6,4	6,3	32	366	11,6	46
Рисовая	Нут	19	Конопля	10	12	11,9	1	13,3	64,9	5,0	13,8	6,4	0,54	5,6	4,4	22	350	11,1	55
	Чечевица	17	Конопля	10	12	13,0	1	14,0	64,9	5,0	15,0	5,6	0,43	4,5	5,0	25	351	11,2	56
	Фасоль	23	Конопля	7	12	12,9	1	14,3	65,6	5,1	14,8	4,3	0,33	3,8	6,4	32	342	10,9	51
	Горох	15	Конопля	11	12	12,7	1	14,2	64,8	5,1	14,6	6,1	0,48	5,4	4,8	24	349	11,1	70
Рисовая	Нут	25	Кунжут	10	11	12,1	1	13,5	61,0	5,0	13,7	7,5	0,62	6,6	6,3	32	364	11,6	56
	Чечевица	20	Кунжут	12	12	12,6	1	14,0	63,3	5,0	14,2	7,3	0,52	6,5	7,3	29	362	11,5	45
	Фасоль	26	Кунжут	9	12	12,8	1	14,2	63,9	5,0	14,4	5,8	0,45	5,1	7,2	36	351	11,2	46
	Горох	18	Кунжут	14	12	12,3	1	13,7	62,6	5,1	14,1	8,5	0,69	7,5	5,7	29	363	11,5	55
Пшеничная	Нут	36	Саго	17	10	12,7	1	14,1	63,0	5,0	14,2	4,0	0,31	3,5	7,4	37	366	11,6	51
	Чечевица	29	Саго	17	11	13,2	1	14,7	67,7	5,1	15,2	2,4	0,18	2,1	6,5	33	357	11,3	51
	Фасоль	36	Саго	20	11	13,2	1	14,7	67,1	5,1	15,1	2,2	0,17	1,9	8,3	42	350	11,1	52
	Горох	28	Саго	11	11	13,5	1	15,0	66,9	5,0	15,0	2,7	0,20	2,4	6,8	34	350	11,1	52
Полбяная	Нут	30	Саго	28	10	12,3	1	13,6	62,6	5,1	14,1	2,9	0,23	2,5	8,4	42	345	15,4	60
	Чечевица	25	Саго	27	11	13,2	1	14,6	65,5	5,0	14,7	1,5	0,12	1,3	8,0	40	332	10,5	48
	Фасоль	32	Саго	28	11	13,2	1	14,6	65,4	5,0	14,7	1,5	0,11	1,3	9,4	47	330	10,5	48
	Горох	23	Саго	25	11	13,0	1	14,4	65,2	5	14,7	1,7	0,13	1,5	8,3	41	323	10,3	48

Перспективным направлением является разработка композитных круп ускоренного и быстрого приготовления на базе экструдантов и микронизированных зернопродуктов.

4. Заключение

Человек за сутки съедает около 1,5 кг разнообразных продуктов. Чтобы обеспечить организм полноценным белком необходимо съесть 0,7–1,5 кг традиционной крупы, что не представляется возможным. Для того чтобы удовлетворить суточную норму организма в белках, жирах, углеводах и энергии, потребуется съесть около 350 г многокомпо-

нентной крупы с маслом, что теоретически возможно, но нарушает основной принцип адекватного питания — разнообразие продуктов, однако в экстремальных условиях это приемлемо. В любом случае мы имеем продукт сбалансированный по белково-углеводному комплексу с полноценным белком.

Конструирование подобных продуктов, тем более при расширении показателей качества в части жиров и минерально-витаминного комплекса, требует большой фантазии и опыта, в том числе и в области кулинарии. Представляется перспективной разработка баз знаний или нейронных сетей, позволяющих упростить эту работу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Липатов, Н.Н. (1990). Принципы и методы проектирования рецептур пищевых продуктов, балансирующих рационы питания. *Известия Высших учебных заведений. Пищевая технология*, 6(199), 5–10.
2. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253–21. Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2021
3. Ravisankar, S., Agah, S., Kim, H., Talcott, S., Wu, C., Awika, J. (2019). Combined cereal and pulse flavonoids show enhanced bioavailability by downregulating phase II metabolism and ABC membrane transporter function in caco-2 model. *Food Chemistry*, 279, 88–97. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.006>
4. Юшков, С. (2018). Разработка комплексного состава растительных белков, имеющего полноценный набор аминокислот. *Бизнес пищевых ингредиентов*, 1, 22–27.
5. Zverev, S., Sesikashvili, O., Pruidze, E. (2020). Enrichment of protein barley and triticale groats by adding chickpea. *Journal of Food and Nutrition Research*, 59(3), 202–206.
6. Принципы рационального питания. Электронный ресурс: <https://77.rosptrebnadzor.ru/index.php/40-san-epid/2009-08-20-06-08-14/1222-zdorovie-sp-537> Дата обращения 14.02.2022
7. FAO (2013). Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAQ Expert Consultation. *FAO Food and Nutrition Paper*, 92, 1–66.
8. Зверев, С.В., Политуха, О.В., Панкратьева, И.А. (2019). Шлифование зерна тритикале. *Хлебопродукты*, 5, 47–49. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2019-28-5-47-49>
9. Патент № 2510294С2. Способ производства крупы из зерна ржи / Панкратьева И. А., Политуха О. В., Сокол Е. Н., Чиркова Л. В. Опубл. 27.03.2013 Бюл. № 7.
10. Зверев, С.В., Политуха, О.В., Климова, А.Р., Донская, М.В. (2020). Получены дробленые крупы из бобовых культур Получение номерной дробленой крупы из нута. *Хлебопродукты*, 7, 55–57. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2020-29-7-55-57>
11. Зверев С. В., Политуха О. В., Ванина Л. В. (2021). Дробленая крупа из нута. *Пищевая промышленность*, 4, 46–49. <https://doi.org/10.24412/0235-2486-2021-4-0043>
12. Misner, W. Why we use A 3:1 ratio in recoverite. Retrieved from <https://hammernutrition.co.uk/blogs/news/why-we-use-a-3-1-ratio-in-recoverite> Accessed February 14, 2022
13. Пырьева, Е.А., Сафронова, А.И. (2019). Роль и место пищевых волокон в структуре питания населения. *Вопросы питания*, 88(6), 5–11. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10059>
14. Trowell, H. C., Burkitt, D. P. (1987). The development of the concept of dietary fibre. *Molecular Aspects of Medicine*, 9(1), 7–15. [https://doi.org/10.1016/0098-2997\(87\)90013-6](https://doi.org/10.1016/0098-2997(87)90013-6)
15. Уильямс, К.Л. (2010). Пищевые волокна и нутритивная поддержка в педиатрии: современные представления. *Вопросы питания*, 79(4), 42–49.
16. Brownlee, I.A. (2011). The Physiological roles of dietary fibre. *Food Hydrocolloids*, 25(2), 238–250. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.11.013>
17. Ших, Е.В. (2004). Взаимодействия компонентов витаминно-минеральных комплексов и рациональная витаминотерапия. *Русский медицинский журнал*, 12(17), 1011–1012.
18. Нечаев, А.П., Траубенберг, С.Е., Кочеткова, А.А., Колпакова, В.В., Витол, И.С., Кобелева, И.Б. (2015). Пищевая химия. — СПб.: ГИОРД. — 672 с.
19. Methods and Application of Food Composition Laboratory: Beltsville, MD. Retrieved from <https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md-bhnrc/beltsville-human-nutrition-research-center/methods-and-application-of-food-composition-laboratory/> Accessed February 5, 2022
20. База данных нутриентов продуктов USDA SR27 по-русски. Электронный ресурс http://www.1cp.ru/sr27/ar_sr27.pdf Дата обращения 05.02.2022.
21. Zverev, S.V., Nikitina, M.A. (2019). Balance of protein supplements according to the criterion of convertible protein. *Food Systems*, 2(1), 16–19. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2019-2-1-16-19>
22. Таблицы калорийности, пищевой ценности и химического состава продуктов питания и готовых блюд. Электронный ресурс: https://health-diet.ru/table_calorie/?utm_source=leftMenu&utm_medium=table_calorie Дата обращения 05.03.2022
23. Категории продуктов. Электронный ресурс: <https://fitaudit.ru/categories> Дата обращения 05.03.2022
24. Зенкова, А. Н. Куминский, В.П., Пятницкая, И.Н., Панкратьева, И.А., Давыдова, И.А., Политуха, О.В. (2009). Крупяные продукты как компонент здорового питания. Москва: Россельхозакадемия, 2009
25. Гликемический индекс круп. Электронный ресурс: <https://shkoladiabeta.ru/living/food/glikemicheskiy-indeks-krup/> Дата обращения 05.03.2022

REFERENCES

1. Lipatov, N.N. (1990). Principles and methods of designing food recipes that balance diets. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*, 6(199), 5–10. (In Russian)
2. Norms of physiological energy and nutritional requirements for various population groups of the Russian Federation. Methodological recommendations MR2.3.1.0253–21. Moscow: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rosptrebnadzor, 2021. (In Russian)
3. Ravisankar, S., Agah, S., Kim, H., Talcott, S., Wu, C., Awika, J. (2019). Combined cereal and pulse flavonoids show enhanced bioavailability by downregulating phase II metabolism and ABC membrane transporter function in caco-2 model. *Food Chemistry*, 279, 88–97. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.006>
4. Yushkov, S. (2018). Development of a complex composition of plant proteins with a full set of amino acids. *Food Ingredients Business*, 1, 22–27. (In Russian)
5. Zverev, S., Sesikashvili, O., Pruidze, E. (2020). Enrichment of protein barley and triticale groats by adding chickpea. *Journal of Food and Nutrition Research*, 59(3), 202–206.
6. Principles of rational nutrition. Retrieved from <https://77.rosptrebnadzor.ru/index.php/40-san-epid/2009-08-20-06-08-14/1222-zdorovie-sp-537> Accessed February 14, 2022 (In Russian)
7. FAO (2013). Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAQ Expert Consultation. *FAO Food and Nutrition Paper*, 92, 1–66.
8. Zverev, S.V., Politukha, O.V., Pankratieva, I.A. (2019). Grinding of triticale grain. *Bread Products*, 5, 47–49. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2019-28-5-47-49> (In Russian)
9. Pankratieva I. A., Politukha O. V., Sokol E. N., Chirkova L. V. Method of production of cereals from rye grain. Patent RF, no. 2510294C2, 2013. (In Russian)
10. Zverev, S.V., Politukha, O.V., Klimova, A.R., Donskaya, M.V. (2020). Obtaining numbered crushed cereals from chickpeas. *Bread Products*, 7, 55–57. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2020-29-7-55-57> (In Russian)
11. Zverev, S.V., Politukha, O.V., Vaniina, L.V. (2021). Crushed chickpea groats. *Food Industry*, 4, 46–49. <https://doi.org/10.24412/0235-2486-2021-4-0043> (In Russian)
12. Misner, W. Why we use A 3:1 ratio in recoverite. Retrieved from <https://hammernutrition.co.uk/blogs/news/why-we-use-a-3-1-ratio-in-recoverite> Accessed February 14, 2022
13. Pyryeva, E.A., Safronova A. I. (2019). The role of dietary fibers in the nutrition of the population. *Problems of Nutrition*, 88(6), 5–11. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10059> (In Russian)
14. Trowell, H. C., Burkitt, D. P. (1987). The development of the concept of dietary fibre. *Molecular Aspects of Medicine*, 9(1), 7–15. [https://doi.org/10.1016/0098-2997\(87\)90013-6](https://doi.org/10.1016/0098-2997(87)90013-6)
15. Williams, C. L. (2010). Dietary fiber and nutritional support of pediatrics: current understanding. *Problems of Nutrition*, 79(4), 42–49. (In Russian)
16. Brownlee, I.A. (2011). The Physiological roles of dietary fibre. *Food Hydrocolloids*, 25(2), 238–250. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.11.013>
17. Shikh, E.V. (2004). Interactions of components of vitamin and mineral complexes and rational vitamin therapy. *Russian Medical Journal*, 12(17), 1011–1012.
18. Nechaev, A.P., Traubenberd, S.E., Kochetkova, A.A., Kolpakova, V.V., Vitol, I.S., Kobleeva, I.B. (2015). Food chemistry. Saint-Petersburg: GIORД. 672 p.
19. Methods and Application of Food Composition Laboratory: Beltsville, MD. Retrieved from <https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md-bhnrc/beltsville-human-nutrition-research-center/methods-and-application-of-food-composition-laboratory/> Accessed February 5, 2022
20. The database of nutrients of USDA SR27 products in Russian. Retrieved from http://www.1cp.ru/sr27/ar_sr27.pdf Accessed February 5, 2022 (In Russian)
21. Zverev, S.V., Nikitina, M.A. (2019). Balance of protein supplements according to the criterion of convertible protein. *Food Systems*, 2(1), 16–19. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2019-2-1-16-19>
22. Tables of caloric content, nutritional value and chemical composition of food and ready meals. Retrieved from https://health-diet.ru/table_calorie/?utm_source=leftMenu&utm_medium=table_calorie Accessed March 5, 2022 (In Russian)
23. Product Categories. Retrieved from <https://fitaudit.ru/categories> Accessed March 5, 2022 (In Russian)
24. Zenkova, A. N. Kaminsky, V.P., Pyatnitskaya, I.N., Pankratieva, I.A., Davydova, I.A., Politukha, O.V. (2009). Cereal products as a component of healthy nutrition. Moscow: Russian Agricultural Academy, 2009 (In Russian)
25. Glycemic index of cereals. Retrieved from <https://shkoladiabeta.ru/living/food/glikemicheskiy-indeks-krup/> Accessed March 5, 2022 (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
Принадлежность к организации	Affiliation
Зверев Сергей Васильевич — доктор технических наук, профессор, заведующий отделом «Технологии хранения и комплексной переработки зерна», Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки 127434, Москва, Дмитровское шоссе, 11 Тел.: +7–903–533–38–43 E-mail: zverevsv@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6136-1796	Sergey V. Zverev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Laboratory “Technology and Technique of Cereal Production”, All-Russian Scientific and Research Institute for Grain and Products of its Processing 11, Dmitrovskoye Shosse, Moscow, 127434, Russia Tel.: +7–903–533–38–43 E-mail: zverevsv@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6136-1796
Политуха Ольга Владимировна — ведущий инженер, Отдел «Технологии хранения и комплексной переработки зерна», Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки 127434, Москва, Дмитровское шоссе, 11 Тел.: +7–499–976–12–17 E-mail: vniiz_krup@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1337-9086	Olga V. Politukha, Leading Engineer, Department “Technology and Technique of Cereal Production”, All-Russian Scientific and Research Institute for Grain and Products of its Processing 11, Dmitrovskoye Shosse, Moscow, 127434, Russia Tel.: +7–499–976–12–17 E-mail: vniiz_krup@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1337-9086
Критерии авторства	Contribution
Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.	Authors equally relevant to the writing of the manuscript, and equally responsible for plagiarism.
Конфликт интересов	Conflict of interest
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.	The authors declare no conflict of interest.