

Информационная технология разработки оптимальных рационов здорового питания*

Н.С. Потемкина, В.Н. Крутько

Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук», г. Москва, Россия

Аннотация. Разработан метод формирования разнообразных, полноценных по составу, профилактических для большинства хронических неинфекционных заболеваний недельных рационов. На основе этого метода предложен прототип рациона для здорового и профилактического питания, отвечающего современным диетическим требованиям и нормативам РФ. Полноценность нутриентного состава рациона достигается без использования БАД, но с обязательным включением в рацион пророщенных зерен. Прототип представляет собой набор продуктов питания для одного человека на неделю. На его основе пользователь может легко составлять полноценные персональные диеты, не используя процедуры компьютерной оптимизации.

Ключевые слова: профилактическое, геропротекторное, здоровое питание, оптимальный рацион, БАД, пророщенные зерна, числовой эксперимент.

DOI: 10.14357/20790279230311

Введение

Здоровые привычки в питании и правильный выбор продуктов, как часть образа жизни, являются важными факторами предотвращения и лечения ряда заболеваний, к которым относятся хронические неинфекционные заболевания (ХНИЗ) – основные причины смерти, и многие вирусные, в том числе и COVID-19 [1 – 4]. Нездоровое питание, в частности дефицит микронутриентов, является одной из основных причин роста алиментарно-зависимых заболеваний, таких как ожирение, артериальная гипертензия, атеросклероз, сахарный диабет 2 типа, остеопороз, отдельные виды рака, нейродегенеративные, и некоторые другие заболевания. Эти же причины ведут к снижению сопротивляемости организма и преждевременному старению, так как приводят к нарушениям систем антиоксидантной защиты и развитию иммунодефицитных состояний [1, 5, 6].

По словам В.А. Тутельяна и соавторов [1], «современный человек, даже с теоретически адекватным рационом из обычных натуральных продуктов,

не может получить микронутриенты в необходимых количествах. Иными словами, дефицит микронутриентов запрограммирован». Для современных диет, наряду с дефицитом микронутриентов, характерно недостаточное количество растительных продуктов и избыток животных. Они слишком богаты насыщенными жирами и содержат чрезмерное количество обработанных (рафинированных) углеводов [2, 7, 8]. Постоянное воздействие повышенных уровней глюкозы, триглицеридов и свободных жирных кислот приводят к развитию оксидативного стресса, который в свою очередь вызывает хроническое воспаление, что снова стимулирует оксидативный стресс. В результате образуется порочный круг, который типичен для ХНИЗ, а также характерен для преждевременного старения [1- 6, 9]. Также хотелось бы отметить, что связь процесса старения с дефицитом витаминов и минералов недооценивается, поскольку она клинически неочевидна – дефицит накапливается постепенно и может проявиться только с возрастом, поэтому здоровое старение может быть достигнуто при достаточном потреблении витаминов и минералов [10].

Учитывая, что питание большинства населения, как в России, так и в западных странах, является преимущественно нездоровым и не полноценным по эс-

* Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке НТИ в рамках научного проекта «Интеллектуальная цифровая платформа персонализированного управления качеством жизни "Health Heuristics"».

сенциальным нутриентам [1, 2, 7, 9], для восстановления дефицита питательных микронутриентов до рекомендуемых уровней, многие авторы предлагают использовать биологически активные добавки (БАД) и функциональные продукты (продукты с добавлением БАД), что имеет серьезные недостатки, главным из которых является слабо изученная их эффективность и безопасность [1, 11]. Однако существуют натуральные продукты, фактически являющиеся функциональными и, в то же время, лишенные этих недостатков. К ним относятся пророщенные зерна, потенциал которых в повседневном питании населения России не используется, хотя они являются традиционным, широко используемым компонентом питания в странах Юго-Восточной Азии.

Многочисленные исследования [12 – 15] показывают, что прорастание вызывает значительные изменения биохимического состава цельного зерна: биологическая ценность белка проростков возрастает, количество биологически активных соединений увеличивается. В проросших зернах почти все питательные вещества высоко доступны, а различные микронутриенты присутствуют в более высоких концентрациях. По сравнению с цельным зерном снижена калорийность проростков, что помогает поддерживать адекватный уровень калорийности рациона, а безопасность проростков можно сравнить с безопасностью любых необработанных растительных продуктов.

Целью настоящего исследования является разработка цифрового метода создания рационов питания, представленных в виде оптимального недельного продуктового набора, полноценного по нутриентному составу, профилактического для большинства ХНИЗ и преждевременного старения и состоящего из широко распространенных продуктов повседневного питания с включением проросших зерен.

1. Разработка недельного рациона и анализ его нутриентного содержания

Для достижения поставленной цели использовались метод линейной оптимизации и числовой эксперимент. В качестве базового набора продуктов питания нами была выбрана официально рекомендованная Минздравом РФ Продуктовая корзина РФ, уточненная в соответствии с современными требованиями [16]. На основе этих рекомендаций был сформирован исходный перечень продуктов (недельный продуктовый набор для одного человека) для его последующей оптимизации (рацион RFBASKET). Количество продуктов определялось путем пересчета величин, приведенных в приказе в единицах кг/год на единицы г/неделя.

В набор вошли продукты из следующих групп: зерновые и бобовые, включая крупы, муку и хлеб в пересчете на муку; картофель, овощи и бахчевые; фрукты; сахар и кондитерские изделия; белковые продукты, включая мясо, птицу, рыбу; молочные продукты, включая молоко, кефир, масло сливочное, сыр и сметану; яйца куриные; масло растительное. Дискреционные продукты (продукты, которые не содержат в себе необходимых для организма веществ, но при этом содержат много соли, сахара, жиров и мало витаминов, содержат усилители вкуса и консерванты, а также обладают высокой калорийностью и вызывают привыкание) в список не включались. Список этих продуктов был принят за исходный набор для оптимизации – набор продуктов, из которого программа оптимизации выбирает продукты для формирования оптимального продуктового набора.

Разработка выполнена с помощью компьютерной системы «Питание для здоровья и долголетия» [17, 18], которая предназначена для оценки фактического питания, оптимизации диет методом линейной оптимизации и формирования рекомендаций по питанию.

На рис. 1 представлена функциональная схема процесса оптимизации. Сложность поставленной задачи заключается в необходимости многопараметрической оптимизации, суть которой, в нашем случае, отражена в работе В.А Тутьяна [1, Стр. 230-231]: «Мы постоянно сталкиваемся с дилеммой — необходимостью, с одной стороны, ограничения объема потребляемой пищи с целью достижения соответствия между калорийностью рациона и энерготратами, а с другой — значительного расширения ассортимента потребляемых пищевых продуктов для ликвидации существующего дефицита микронутриентов». Более того, требования по достижению норматива по одним нутриентам могут противоречить другим аналогичным требованиям или концепции питания в целом. Разрешать такие противоречия помогает использование интерактивного режима программы оптимизации [18], благодаря которому мы имеем возможность изменять условия решаемой задачи в процессе решения, а именно изменять набор продуктов, доступных для оптимизации, а также критерии и ограничения оптимизации.

В данном исследовании рацион оптимизировался по критерию минимизации калорийности и с ограничениями для нутриентного состава, при которых содержание в рационе каждого нутриента из заданного списка должно быть не меньше рекомендованного значения и не больше предельно допустимого, а также с с ограничениями для массы

употребляемых продуктов. По стоимости продуктовой набор не оптимизировался, т.к. продукты, включенные в набор для оптимизации, являются относительно недорогими повседневными. В процессе оптимизации исходный набор пополнялся продуктами, акцентированными в рекомендациях широко распространенной в мире Средиземноморской диеты (Mediterranean diet), которая признана одной из лучших и полноценных среди здоровых и профилактических диет [2], и продуктами, характеризующимися богатством нутриентов при низкой калорийности, в частности пророщенными зернами. Процедура редактирования сценария оптимизации проиллюстрирована на рис. 2.

Оценка нутриентного состава выполнялась с помощью баз данных России и США по содержанию нутриентов в продуктах питания [19, 20] и российских нормативов потребления [21, 22], нормированных на 1000 ккал.

Оценка рациона RFBASKET показала наличие дефицита многих питательных веществ (рис. 3, слева), что может повысить риск ХНИЗ и преждевременного старения [1 – 7, 9, 10].

На рис. 3 справа отображен состав рациона RFOPTIM, полученного путем оптимизации. В процессе оптимизации часть продуктов из исходного продуктового набора была заменена на продукты из той же пищевой группы, но более полноценные по составу. Например, в группе «Зерновые и бобовые» вместо муки в оптимальный набор вошел хлеб из цельного и пророщенного зерна, добавлены ростки пшеницы, чечевицы и подсолнечника. В рацион также добавлены орехи, водоросли, свежая и сушеная листовая зелень, которые являются частью традиционной диеты многих долгожителей. Согласно общепризнанным диетическим рекомендациям [1, 2], оптимизированный продуктовый набор содержит более высокую долю бобовых, овощей и фруктов и пониженную долю красного мяса. В него также добавлено оливковое масло, увеличено количество морепродуктов и добавлены специи, которые являются одним из средств профилактики ХНИЗ и предотвращения преждевременного старения [23]. В то же время, набор продуктов RFOPTIM не содержит редких для Российской Федерации продуктов. Содержание большинства нутриентов в нем не ниже рекомендуе-

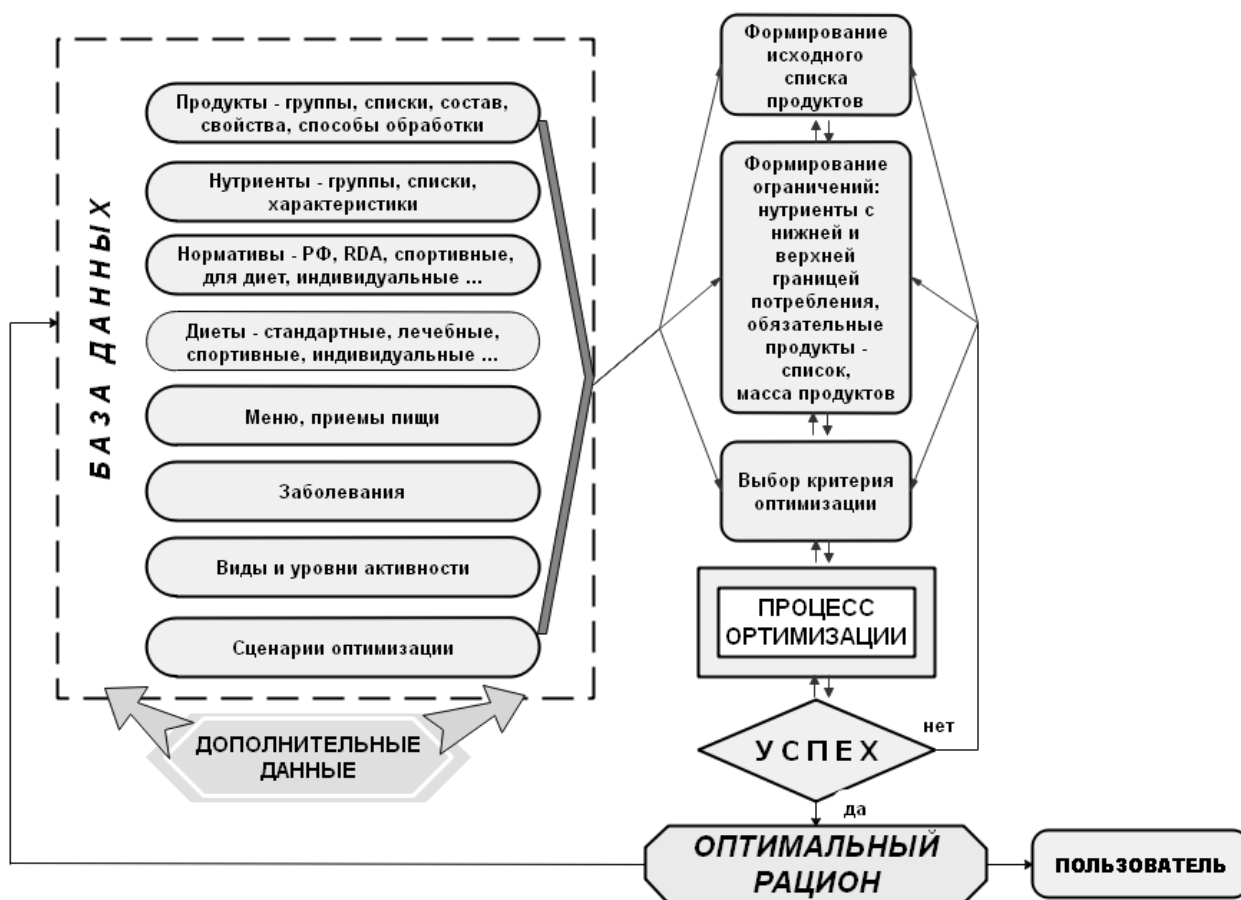


Рис. 1. Функциональная схема процессов создания и редактирования сценария оптимизации с использованием интерактивной процедуры

Редактирование сценария оптимизации

Название сценария: RFOPTIM

Исходные данные сценария оптимизации

Набор продуктов | Список ограничений | Построение оптимального рациона | **Оптимальный рацион**

Целевая функция

☒ Энергетическая ценность

☐ Потребление нутриента: Нутриенты

☐ Стоимость рациона

Задать

Требование к целевой функции

☒ Минимум

☐ Максимум

Справочник нутриентов

Название	Кратк...	Единица измерения
Нутриенты	Нутриент	Грамм
белки	белки	Грамм
витамины	витамины	Грамм
вода	вода	Грамм
жирные_кислоты	жирные_кислоты	Грамм
зола	зола	Грамм
липиды	липиды	Грамм
макроэлементы	макроэлементы	Грамм
микроэлементы	микроэлементы	Грамм

Построить... Отмена

Список ограничений для построения оптимального рациона

Ограничения

Название	Минимум	Максимум
витамин_Е, мг	6	50
витамин_С, мг	39	350
железо, мкг	6100	22500
йод, мкг	65	150
калий, мг	1087	1750
кальций, мг	543	1250
магний, мг	159	400
ниацин, мг	9	30
пантотеновая_кислота, мг	2	8
рибофлавин, мг	1	3
селен, мкг	27	75
тиамин, мг	1	3
фолатин, мкг	174	300
фосфор, мг	348	800
хром, мкг	22	22

Удалить Удалить все

Оценка рациона... Сохранить Отмена

Рис. 2. Страница «Редактирование сценария оптимизации» системы «Питание для здоровья и долголетия»

мых значений и не превышает допустимых значений. Незначительный недостаток витамина А полностью компенсируется избытком бета-каротина. Пониженное содержание углеводов связано с отсутствием в рационе дискреционных продуктов, содержащих много простых углеводов и вредных жиров.

В своих расчетах мы не учитывали потери при пищевой обработке, которые существенно зависят от способа тепловой обработки. В любом случае, максимальные потери обычно приходится на витамин С – до 60%. Потери остальных витаминов и минералов, при правильной тепловой обработке, не превышают 30 %, потери белка равны 10% [24]. На рис. 3 видно как содержание практически всех нутриентов в рационе превышает возможные потери.

В результате нами предложен полноценный, сбалансированный, разнообразный недельный продуктовый набор для индивидуального питания (рацион RFOPTIM). Процедура разработки этого продуктового набора может быть примером разработки разнообразных продуктовых наборов, отвечающих всем требованиям, предъявляемым к

здоровым профилактическим рационам. Список продуктов, входящих в рацион RFOPTIM совпадает со списком табл. 1, а количество продуктов этого рациона незначительно округлено до указанных значений. Следует отметить, что без пропущенных зерен в рационе питания все попытки решить поставленную задачу оптимизации давали отрицательный результат. Используя процедуру оптимизации и изменяя состав доступного для оптимизации набора продуктов, можно получить широкий и разнообразный спектр индивидуальных здоровых рационов с учетом персональных характеристик человека, местных условий и соблюдением диетических требований. Средиземноморская диета может служить основой для создания таких рационов. Ограничения, налагаемые территориальными и культурными условиями, можно преодолеть, включив местные продукты в набор продуктов для оптимизации – масла, фрукты и ягоды, листовые культурные и дикорастущие травы, национальные специи. Таким образом, процедура разработки рациона FROPTIM факти-

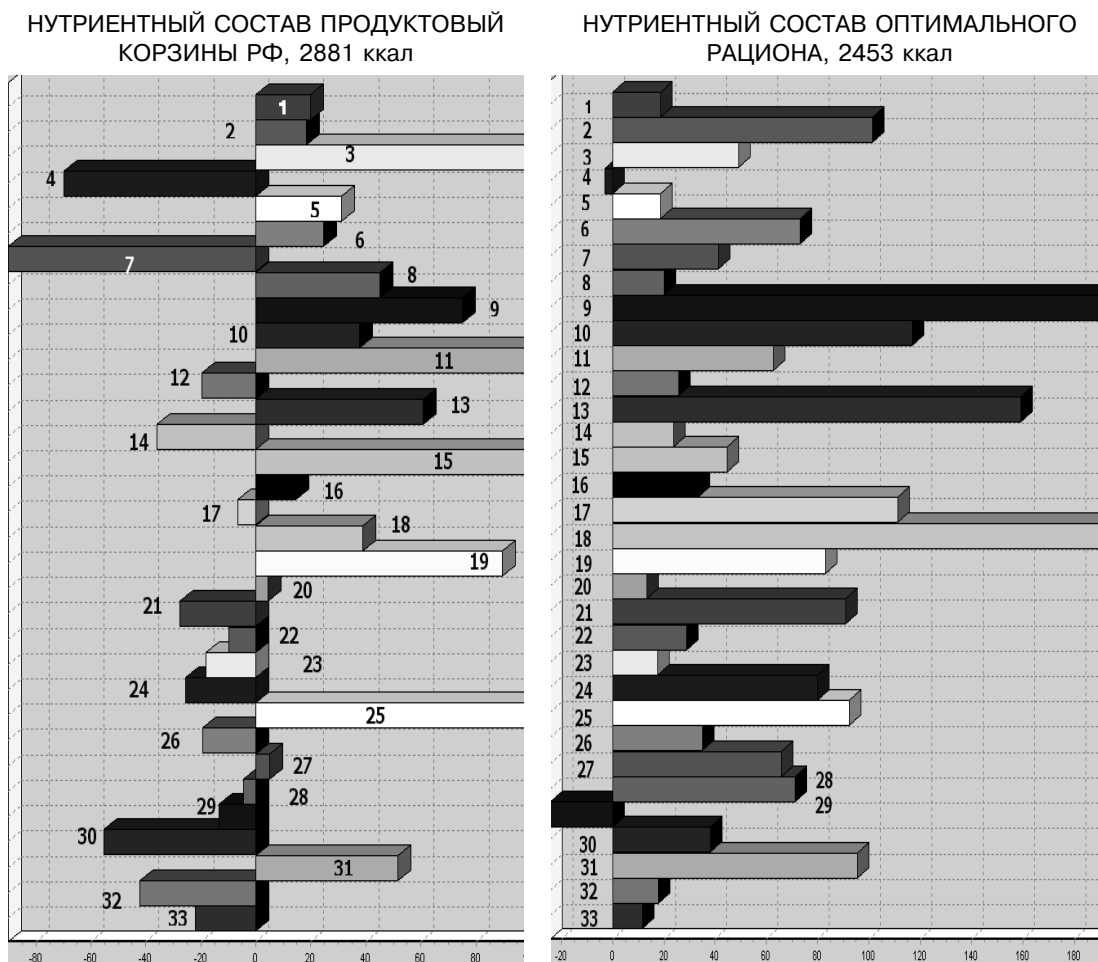


Рис. 3. Белки – 1, бета-каротин – 2, валин – 3, витамин А – 4, витамин В12 – 5, витамин В6 – 6, витамин D – 7, витамин Е – 8, витамин С – 9, железо – 10, изолейцин – 11, йод – 12, калий – 13, кальций – 14, лейцин – 15, липиды – 16, магний – 17, марганец – 18, мононенасыщенные жирные кислоты – 19, насыщенные жирные кислоты – 20, натрий – 21, ниацин – 22, пантотеновая кислота – 23, пищевые волокна – 24, полиненасыщенные жирные кислоты – 25, рибофлавин – 26, селен – 27, тиамин – 28, углеводы – 29, фолацин – 30, фосфор – 31, хром – 32, цинк – 33

чески представляет собой метод создания подобных рационов.

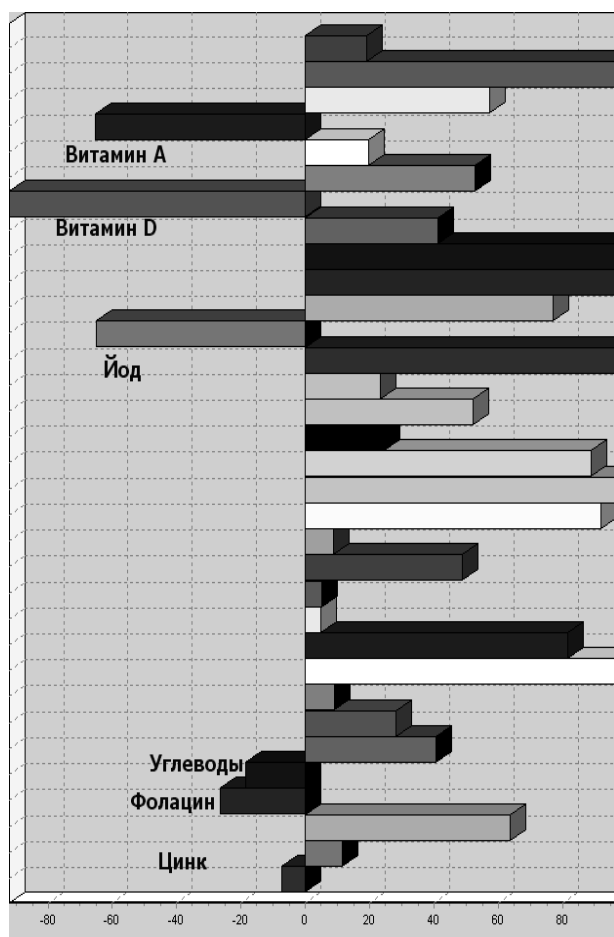
Практически важно, что разработанный продовольственный набор может служить прототипом для создания индивидуальных рационов без использования оптимизации и других сложных расчетов. Для того, чтобы обосновать это утверждение, мы провели числовой эксперимент, показывающий, какие именно продукты в предложенном оптимальном продуктовом наборе обеспечивают заданную нормативами нутриентную плотность рациона. В ходе этого эксперимента нами был выполнен ряд коррекций оптимального продуктового набора, связанных с последовательным сокращением разнообразия его состава. Например, в процессе ряда последовательных коррекций все

фрукты были заменены яблоками, все мясо курицей, из группы овощей убрали редис, помидоры и огурцы. Перечисленные выше изменения состава оптимального набора не привели к радикальным изменениям его нутриентного состава. На каждом этапе коррекции рассматривались и другие варианты замен внутри продуктовой группы, например, все фрукты или все крупы последовательно заменялись одним из возможных видов фруктов или круп, но между этими вариантами не было существенных различий, и все отклонения от нормы были по-прежнему положительными. Снижая разнообразие рациона, мы оставляли наиболее широко распространенные и самые доступные продукты. В результате всех этих действий нутриентный состав менялся незначительно и оставался в пре-

делах нормы и даже с ее превышением. Серьезные изменения нутриентного состава произошли только после замены проростков чечевицы на горох и удаления из рациона печени трески и ламинарии (рис. 4, слева). Из рисунка видно, что позитивные отклонения от нормы после этой коррекции рациона значительно сократились для большинства нутриентов по сравнению с отклонениями оптимального рациона. Но, в тоже время, большинство из них не стали ниже нормативных значений. Однако для витамина D и йода произошли критические изменения – содержание витамина D упало до 92%, а йода стало на 65 % ниже нормы, что вызвано удалением из рациона печени трески и ламинарии. Также

ниже нормы на 26% стало количество фолатина, которым богаты проростки чечевицы. Дальнейшие изменения в рационе приводят к еще более серьезным отклонениям нутриентного состава рациона от нормативов (рис.4, справа). После того как ростки пшеницы были заменены на макароны из муки высшего сорта, из рациона убрали сушеную и свежую зелень, на 20% ниже нормы стало содержание кальция и резко – до 49% снизилось содержание фолатина, ниже нормы до 5% стало содержание пантотеновой кислоты. Содержание цинка снизилось до 29%. В результате этих изменений практически все позитивные отклонения нутриентов от нормы, особенно содержание витамина B6, ниацина, рибофла-

НУТРИЕНТНЫЙ СОСТАВ РАЦИОНА БЕЗ ПЕЧЕНИ
ТРЕСКИ, МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ
И ПРОРОСТКОВ ЧЕЧЕВИЦЫ
2266 ккал



НУТРИЕНТНЫЙ СОСТАВ РАЦИОНА ПОСЛЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО УДАЛЕНИЯ ЗЕЛЕНИ
И ПРОРОСТКОВ
2212 ккал

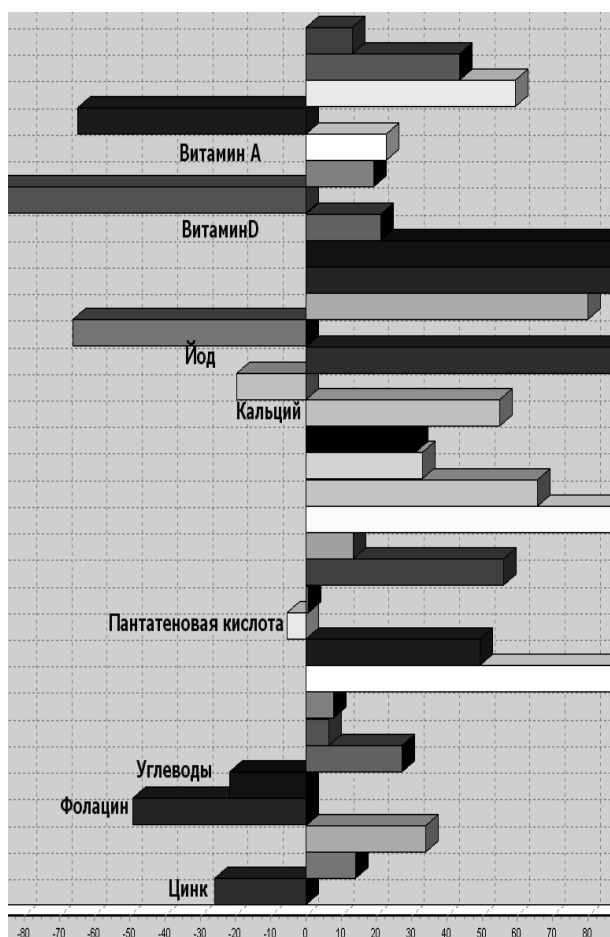


Рис.4 . Белки – 1, бета-каротин – 2, валин – 3, витамин А – 4, витамин В12 – 5, витамин В6 – 6, витамин D – 7, витамин Е – 8, витамин С – 9, железо – 10, изолейцин – 11, йод – 12, калий – 13, кальций – 14, лейцин – 15, липиды – 16, магний – 17, марганец – 18, мононенасыщенные жирные кислоты – 19, насыщенные жирные кислоты – 20, натрий – 21, ниацин – 22, пантотеновая кислота – 23, пищевые волокна – 24, полиненасыщенные жирные кислоты – 25, рибофлавин – 26, селен – 27, тиамин – 28, углеводы – 29, фолатин – 30, фосфор – 31, хром – 32, цинк – 33.

Табл. 1

Прототип здорового полноценного недельного рациона с энергетической ценностью 2470 ккал

Группа продуктов	Название продукта	Вес в граммах
Зерновые, бобовые и картофель	Горох	200
	Картофель	2000
	Крупа гречневая	300
	Хлеб	700
Проростки	Ростки пшеницы	200
	Проростки чечевицы	200
	Проростки подсолнуха	100
Овощи, зелень, грибы и орехи	Базилик сухой	100
	Шампиньоны свежие	500
	Лук зеленый	500
	Лук репчатый	500
	Морковь	500
	Зелень петрушки	200
	Свекла	500
	Ядро ореха грецкого	100
Мясные продукты и яйца	Курица	350
	Яйца куриные	200
Молочные продукты	Молоко или кефир 3.2% жирности	2000
	Сыр	210
	Сметана 20% жирности	140
Рыба и морепродукты	Ламинария	100
	Печень трески	200
	Скумбрия	200
	Хек	500
Жировые продукты	Масло сливочное 82.5%	70
	Масло подсолнечное	70
	Масло оливковое	210
Фрукты	Яблоки	2000
Другие продукты	Сахар	250
	Мед	100
	Чай черный байховый	100
	Соль	21

вина, тиамина значительно снизились, что существенно повышает риски ХНИЗ.

Здесь следует заметить, что кажущееся увеличение содержания некоторых нутриентов, например хрома, объясняется последовательным понижением калорийности рациона, так как, если его калорийность упала, а количество какого-то нутриента не изменилось, то создается ложное впечатление увеличения этого нутриента в рационе.

Результаты нашего числового эксперимента показывают, что определенный ряд пищевых продуктов следует отнести к ключевым элементам полноценного по микронутриентам здорового питания, которые необходимо включать в привычный рацион. К этим продуктам относятся проростки зерновых, бобовых и семян, многие из которых широко распространены и вполне доступны; продукты богатые витамином D. К наиболее доступным можно отнести печень трески и рыбий жир;

йодосодержащие морепродукты, например ламинария; свежая и сушеная зелень, которая должна использоваться в достаточно большом количестве. Также рекомендуется использовать в рационе оливковое масло, которое хоть и не является незаменимым для достижения нормативной нутриентной плотности рациона, но играет важную и еще недостаточно изученную роль в Средиземноморской диете, представляющей собой целостное явление, из-за гармоничного сочетания многих элементов [2]. Другие продукты не менее важны, но обладают взаимозаменяемостью в своей продуктовой группе или даже между группами. Например, мясные и молочные продукты, овощи и фрукты часто относят к взаимозаменяемым [24].

Числовой эксперимент не только подтверждает тот факт, что многие продукты внутри групп являются взаимозаменяемыми, но и показывает, что варьирование многих продуктов внутри групп не

оказывает существенного значения не только на макронутриентный, но и на микронутриентный состав рациона. Поэтому, взяв за основу предложенный рацион и варьируя продукты внутри пищевых групп, а также выделив проростки в отдельную пищевую группу, можно составлять индивидуальные здоровые рационы без использования процедуры оптимизации и других сложных вычислений. Для этого достаточно соблюдать предложенные принципы формирования рациона, использовать правила взаимозаменяемости продуктов, ориентироваться на количество продуктов в каждой пищевой группе разработанного оптимального рациона и пропорционально изменять это количество в соответствии с индивидуальной потребностью в энергетической ценности рациона. Список продуктов наиболее простого из таких рационов, который предлагается, как прототип оптимального рациона, представлен в виде набора продуктов для одного человека на неделю и приведен в табл. 1.

Нутриентный состав этого рациона является полноценным и мало отличается от оптимального, приведенного на рис.3. Этот пример может быть использован как прототип формирования индивидуальных оптимальных рационов.

2. Обсуждение и интерпретация результатов

В этом исследовании нами создан оптимальный недельный рацион, как пример здорового профилактического питания, основанного на продуктах, наиболее употребляемых населением РФ. Особенность нашего примера оптимизации диеты заключается в том, что мы избегаем обработанных и необязательных продуктов питания.

Принципиально новым в этом примере является использование проросших зерен, а также повышенное потребление листовой зелени. Хотя пищевая ценность проросших зерен доказывалась и обсуждалась в научной литературе в течение длительного времени [12 – 15], их практическое использование в России сильно отстает, и эту ситуацию необходимо менять.

Наиболее популярными среди проростков являются семена злаков, бобовых, масличных культур и крестоцветных. К ним относятся семена чечевицы, сои, брокколи, люцерны, редиса, подсолнечника, кресс-салата, тыквы, маша, а также лука и чеснока. Некоторые из них считаются особо ценными, особенно брокколи, редис, чечевица и их рекомендуют употреблять ежедневно в качестве «суперфудов» или функциональной пищи в целях профилактики ХНИЗ [12]. Количество видов растений, годных к употреблению в виде проростков или микрорзелени,

очень большое. Они отличаются не только химическим составом, но и вкусовыми качествами, поэтому регулярное использование этих продуктов обеспечивает разнообразие питания и удовлетворение различных индивидуальных потребностей.

Заключение

На примере реконструкции и оптимизации продуктового набора, представленного в рекомендациях МЗ РФ, показана возможность разработки недорогих полноценных профилактических и герпротекторных рационов, представимых в виде индивидуального недельного продуктового набора. Компьютерная оптимизация рациона и использование проросших зерен позволили избежать отклонения нутриентного состава рациона от официально рекомендованных нормативов.

Показана возможность простой модификации этого рациона, позволяющая обеспечить удовлетворение индивидуальных потребностей и предпочтений, а также учитывать доступность продуктов питания.

Показано, что такие продукты питания как проростки зерновых, бобовых и семян, продукты богатые витамином D, йодосодержащие морепродукты, свежая и сушеная зелень, а также специи относятся к ключевым элементам здорового питания, так как их отсутствие в рационе затрудняет достижение или даже не позволяет обеспечить нутриентную плотность рациона, соответствующую рекомендованным нормативам.

Предложенный недельный продуктовый набор представлен в виде, удобном для формирования периодических закупок и может служить прототипом для создания индивидуальных продуктовых наборов без проведения оптимизации и других сложных вычислений. Для этого достаточно соблюдать общие принципы формирования рациона, придерживаться рекомендованного количества продуктов в каждой пищевой группе и пропорционально изменять это количество в соответствии с индивидуальной потребностью в энергетической ценности (калорийности) рациона. Важно подчеркнуть, что использование проросших зерен является обязательным фактором создания подобных продуктовых наборов.

Литература

1. Тутельян В.А., Герасименко Н.Ф., Никитюк Д.Б., Погожева А.В. Оптимальное питание – основа здорового образа жизни // Здоровье молодежи: новые вызовы и перспективы. М: Научная книга. 2019. Т. 3. С. 228-249.

2. *García-Montero C, Fraile-Martínez O, Gómez-Lahoz AM, et al.* Nutritional Components in Western Diet Versus Mediterranean Diet at the Gut Microbiota-Immune System Interplay. Implications for Health and Disease. *Nutrients*. 2021;13(2):699. doi:10.3390/nu13020699.ë
3. *Gombart AF, Pierre A, Maggini S.* A Review of Micronutrients and the Immune System-Working in Harmony to Reduce the Risk of Infection. *Nutrients*. 2020, 12(1):236. <https://doi.org/10.3390/nu12010236>.
4. *Марченкова Л.А., Макарова Е.В., Юрова О.В.* Роль микронутриентов в комплексной реабилитации пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19 // Вопросы питания. 2021. Т 90, № 2. С. 40-49. doi:// <http://rg/10.33029/0042-8833-2021-90-2-40-49>
5. *Christ A, Lauterbach M, Latz E.* Western Diet and the Immune System: An Inflammatory Connection. *Immunity*. 2019;51(5):794-811. doi:10.1016/j.immuni.2019.09.020
6. *Переверзев А.П., Романовский Р.Р., Шаталова Н.А. Остроумова О.Д.* Инфламэйджинг: воспаление и оксидативный стресс как причина старения и развития когнитивных нарушений. Медицинский совет. 2021. №4. С. 48-58. doi: 10.21518/2079-701X-2021-4-48-58.
7. *Батулин А.К., Мартинчик А.Н., Камбаров А.О.* Структура питания населения России на рубеже XX и XXI столетий // Вопросы питания. 2020. Т. 89. № 4. С. 60-70. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10042>
8. *Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Рисник Д.В., Никитюк Д.Б., Тутельян В.А.* Обеспеченность населения России микронутриентами и возможности ее коррекции. Состояние проблемы // Вопросы питания. 2017. Т. 86. № 4. С. 113-124.
9. *Iddir M, Brito A, Dingeo G, Fernandez Del Campo S.S, Samouda H, La Frano M.R, Bohn T.* Strengthening the Immune System and Reducing Inflammation and Oxidative Stress through Diet and Nutrition: Considerations during the COVID-19 Crisis. *Nutrients*. 2020. 12 (6), E1562. <https://doi.org/10.3390/nu12061562>.
10. *Ames BN.* Prolonging healthy aging: Longevity vitamins and proteins. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2018;115(43):10836-10844. doi:10.1073/pnas.1809045115
11. *Féart C.* Dietary Supplements: Which Place between Food and Drugs?. *Nutrients*. 2020;12(1):204. Published 2020 Jan 13. doi:10.3390/nu12010204
12. *Wojdyło A., Nowicka P., Tkacz K., Turkiewicz IP.* Sprouts vs. Microgreens as Novel Functional Foods: Variation of Nutritional and Phytochemical Profiles and Their In Vitro Bioactive Properties. *Molecules*. 2020;25(20):E4648. doi:10.3390/molecules25204648
13. *Choe U., Yu LL., Wang TTY.* The Science behind Microgreens as an Exciting New Food for the 21st Century. *J Agric Food Chem*. 2018;66(44):11519-11530. doi:10.1021/acs.jafc.8b03096
14. *Benincasa P, Falcinelli B., Lutts S., Stagnari F, Galieni A.* Sprouted Grains: A Comprehensive Review. *Nutrients*. 2019;11(2):421. doi:10.3390/nu11020421
15. *Benincasa P, Falcinelli B., Lutts S., Stagnari F, Galieni A.* Sprouted Grains: A Comprehensive Review. *Nutrients*. 2019;11(2):421. Published 2019 Feb 17. doi:10.3390/nu11020421
16. Приказ Минздрава России от 19.08.2016 № 614 (ред. от 01.12.2020 г. <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=381786>
17. *Потемкина Н.С.* Проблема здорового питания и возможности ее решения с помощью современных компьютерных технологий. Вестник восстановительной медицины. 2008. № 5. С. 63-67.
18. *Крутько В.Н., Донцов В.И., Потемкина Н.С.* Оптимизация профилактических рационов питания с помощью компьютерной системы «Питание для здоровья и долголетия». Учебное пособие для врачей. М.: НГЦ. 2007. 24 с.
19. *Скурихин И.М., Тутельян В.А.* ред. Химический состав Российских продуктов питания. Справочник. М.: ДеЛи принт. 2002.
20. USDA National Nutrient Database for Standard Reference. Available at: <https://fdc.nal.usda.gov/index.html> (Accessed 21.10.2021).
21. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» Available at: <https://base.garant.ru/402816140/> (дата обращения 23.11.2022).
22. МР 2.3.1.19150-04. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. <http://www.consultpharma.ru/index.php/ru/documents/fs/615-mr2-3-1-19150-04?start=6> (дата обращения 23.11.2022).
23. *Kunnumakkara AB., Sailo BL., Banik K. et al.* Chronic diseases, inflammation, and spices: how are they linked? *J Transl Med*. 2018;16(1):14. <https://doi.org/10.1186/s12967-018-1381-2>.
24. *Барановский А.Ю.* под ред. Диетология. 5-е изд. / А.Ю. Барановский. Санкт-Петербург: Питер. 2017. 1104 с. ISBN 978-5-496-02276-7. URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/354382/reading> (дата обращения: 31.11.2022).

Потемкина Наталия Серафимовна. Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, г. Москва. Старший научный сотрудник. Кандидат биологических наук. Область научных интересов: информационные технологии, здоровый образ жизни, экология. E-mail: nspotyomkina@mail.ru (Ответственный за переписку).

Крутько Вячеслав Николаевич. Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, г. Москва. Заведующий отделом. Доктор технических наук, кандидат биологических наук, профессор. Область научных интересов: медицинская информатика и компьютерные системы для оценки и прогноза здоровья и старения. E-mail: krutkovn@mail.ru.

Information technology for the development of optimal healthy diets

N.S. Potemkina, V.N. Krut'ko

Federal Research Center "Computer Science and Control" of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. A method has been developed for the formation of diverse, full-fledged, preventive for most chronic non-communicable diseases – the main causes of death, geroprotective weekly diets using the linear optimization procedure and numerical experiment. Based on this method, a prototype of a diet for healthy and preventive nutrition that meets the dietary requirements and regulations of the Russian Federation is proposed. The usefulness of the nutrient composition of the diet is achieved without the use of dietary supplements, but with the mandatory inclusion of sprouted grains in the diet. The prototype is a set of food for one person for a week. Based on it, the user can easily make complete personal diets without using computer optimization procedures. **Keywords:** preventive, geroprotective, healthy nutrition, optimal diet, dietary supplements, sprouted grains, numerical experiment.

DOI: 10.14357/20790279230311

References

1. Tutel'yan V.A., Gerasimenko N.F., Nikityuk D.B., Pogozheva A.V. Optimal'noe pitanie – osnova zdorovogo obraza zhizni // Zdorov'e molodezhi: novye vyzovy i perspektivy. T.3. M: Nauchnaya kniga. 2019. P. 228-249. (in Russian)
2. García-Montero C., Fraile-Martínez O., Gómez-Lahoz AM. et al. Nutritional Components in Western Diet Versus Mediterranean Diet at the Gut Microbiota-Immune System Interplay. Implications for Health and Disease. *Nutrients*. 2021;13(2):699. doi:10.3390/nu13020699
3. Gombart AF., Pierre A., Maggini S. A Review of Micronutrients and the Immune System-Working in Harmony to Reduce the Risk of Infection. *Nutrients*. 2020,12(1):236. <https://doi.org/10.3390/nu12010236>.
4. Marchenkova L.A., Makarova E.V., YUrova O.V. Rol' mikronutrientov v kompleksnoj reabilitacii pacientov s novoj koronavirusnoj infekciej COVID-19 // Voprosy pitaniya.[Problems of Nutrition] 2021. T. 90, № 2. P. 40-49. DOI:// <http://org/10.33029/0042-8833-2021-90-2-40-49> (in Russian)
5. Christ A., Lauterbach M., Latz E. Western Diet and the Immune System: An Inflammatory Connection. *Immunity*. 2019;51(5):794-811. doi:10.1016/j.immuni.2019.09.020
6. Pereverzev A.P., Romanovskij R.R., SHatalova N.A. Ostroumova O.D. Inflamejdzhing: vospalenie i oksidativnyj stress kak prichina stareniya i razvitiya kognitivnyh narushenij. Medicinskij sovet [Medical Council]. 2021;(4):48-58. DOI: 10.21518/2079-701X-2021-4-48-58. (in Russian).
7. Baturin A.K., Martinchik A N., Kambarov A.O. Struktura pitaniya naseleniya Rossii na rubezhe HKH i HKHI stoletij // Voprosy pitaniya.[Problems of Nutrition]. 2020. T. 89. № 4. P. 60-70. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10042> (in Russian)
8. Kodencova V.M., Vrzhesinskaya O.A., Risnik D.V., Nikityuk D.B., Tutel'yan V.A. Obespechennost' naseleniya Rossii mikronutrientami i vozmozhnosti ee korrekcii. Sostoyanie problemy // Vopr. pitaniya[Problems of Nutrition] . 2017. T. 86, № 4. P. 113-124. (in Russian).
9. Iddir M., Brito A., Dingeo G., Fernandez Del Campo S.S., Samouda H., La Frano M.R., Bohn T. Strengthening the Immune System and Reducing Inflammation and Oxidative Stress through Diet and Nutrition: Considerations during the COVID-19 Crisis. *Nutrients* 2020, 12 (6), E1562. <https://doi.org/10.3390/nu12061562>.

10. Ames BN. Prolonging healthy aging: Longevity vitamins and proteins. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2018; 115(43):10836-10844. doi:10.1073/pnas.1809045115
11. Féart C. Dietary Supplements: Which Place between Food and Drugs? *Nutrients*. 2020; 12(1):204. Published 2020 Jan 13. doi:10.3390/nu12010204
12. Wojdyło A., Nowicka P., Tkacz K., Turkiewicz IP. Sprouts vs. Microgreens as Novel Functional Foods: Variation of Nutritional and Phytochemical Profiles and Their In Vitro Bioactive Properties. *Molecules*. 2020;25(20):E4648. doi:10.3390/molecules25204648
13. Choe U., Yu LL., Wang TTY. The Science behind Microgreens as an Exciting New Food for the 21st Century. *J Agric Food Chem*. 2018; 66(44):11519-11530. doi:10.1021/acs.jafc.8b03096
14. Benincasa P., Falcinelli B., Lutts S., Stagnari F., Galiani A. Sprouted Grains: A Comprehensive Review. *Nutrients*. 2019;11(2):421. doi:10.3390/nu11020421
15. Benincasa P., Falcinelli B., Lutts S., Stagnari F., Galiani A. Sprouted Grains: A Comprehensive Review. *Nutrients*. 2019;11(2):421. Published 2019 Feb 17. doi:10.3390/nu11020421
16. Prikaz Ministerstva zdravoohraneniya RF ot 19 avgusta 2016 g. № 614 “Ob utverzhdenii Rekomendacij po racional’nym normam potrebleniya pishchevyh produktov, otvechayushchih sovremennym trebovaniyam zdorovogo pitaniya”. (in Russian) Available at: <https://baybuga-school.ru/doc/PrikazMINZDRAV.pdf> (accepted 13.06.2022).
17. Potemkina N.S. Problema zdorovogo pitaniya i vozmozhnosti ee resheniya s pomoshch’yu sovremennyh komp’yuternyh tekhnologij [The problem of healthy nutrition and the possibility of its solution with the help of modern computer technologies.] // *Vestnik vosstanovitel’noj mediciny* [Bulletin of Rehabilitation Medicine]. 2008. N5. P. 63-67. (in Russian)
18. Krut’ko V.N., Doncov V.I., Potemkina N.S. Optimizaciya profilakticheskikh racionov pitaniya s pomoshch’yu komp’yuternoj sistemy «Pitanie dlya zdorov’ya i dolgoletiya». Uchebnoe posobie dlya vrachej. M.: NGC, 2007. 24 str. (in Russian)
19. Skurihin I.M., Tutelyan V.A. Himicheskij sostav rossijskikh produktov pitaniya [Chemical composition of Russian food products]. 2002. (in Russian).
20. USDA National Nutrient Database for Standard Reference. Available at: <https://fdc.nal.usda.gov/index.html> (Accessed 21.10.2021).
21. Metodicheskie rekomendacii MP 2.3.1.0253-22 “Normy fiziologicheskikh potrebnostej v energii i pishchevyh veshchestvah dlya razlichnyh grupp naseleniya Rossijskoj Federacii” [Guidelines MP 2.3.1.0253-21 “Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation”](in Russian).
22. MP 2.3.1.19150-04. Rekomenduemye urovni potrebleniya pishchevyh i biologicheskii aktivnyh veshchestv [Recommended levels of consumption of food and biologically active substances.]. <http://www.consultpharma.ru/index.php/ru/documents/fs/615-mr2-3-1-19150-04?start=6> (accepted 23.11.2022). (in Russian).
23. Kunnumakkara AB., Sailo BL., Banik K. et al. Chronic diseases, inflammation, and spices: how are they linked? *J Transl Med*. 2018, 16(1):14. <https://doi.org/10.1186/s12967-018-1381-2>.
24. Baranovskij A.YU. pod red. Dietologiya. 5-e izd. / A.YU. Baranovskij. Sankt-Peterburg: Piter, 2017. 1104 c. ISBN 978-5-496-02276-7. URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/354382/reading> (accepted: 31.11.2022) (in Russian).

Potemkina Natalia Serafimovna. Federal Research Center “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia. Senior researcher, Candidate of Biological Sciences. Number of publications: 99. Research interests: information technology, healthy lifestyle, ecology. E-mail: nspotyomkina@mail.ru (Responsible for correspondence).

Krut’ko Vyacheslav Nikolaevich, Federal Research Center “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia. Head of the Department, Doctor of Technical Sciences, Candidate of Biological Sciences, Professor. Number of printed works: 346 (including 15 monographs). Research interests: medical informatics and computer systems for the assessment and control of health and aging. E-mail: krutkovn@mail.ru.