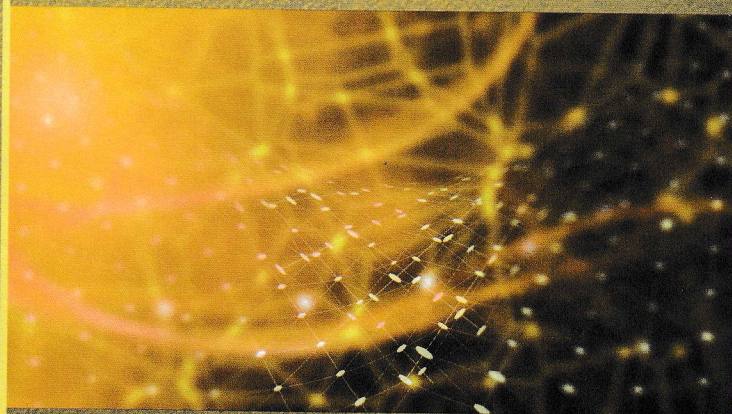


**ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЕ ПИТАНИЕ:
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДУКТОВ И РАЦИОНОВ**

**ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЕ
ПИТАНИЕ:
ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ПРОДУКТОВ
И РАЦИОНОВ**



Учебное пособие



ДЕЛИ

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО МГУТУ ИМ. К.Г. РАЗУМОВСКОГО (ПКУ)**

ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЕ ПИТАНИЕ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДУКТОВ И РАЦИОНОВ

Учебное пособие

Под общей редакцией академика РАН, д.т.н., проф. И.М. Чернухи,
д.э.н., проф., лауреата премии Правительства РФ в области
образования В.Н. Ивановой, д.т.н., проф. Ю.И. Сидоренко

Учебное пособие может быть использовано для обучения
по направлениям подготовки бакалавриата: 38.03.07
«Товароведение»; 19.03.04 «Технология продукции и организации
общественного питания»; 19.03.02 «Продукты питания
из растительного сырья»; 19.03.03 «Продукты питания животного
происхождения»

Москва
ДеЛи
2020

УДК 641/642(075.8)

ББК 36.996(я73)

П26

П26 Персонализированное питание: проектирование продуктов и рационов:
учебное пособие. Под ред. И.М. Чернухи, В.Н. Ивановой, Ю.И. Сидоренко. – М.:
ТД ДеЛи, 2020. – 462 с.

ISBN 978-5-6043843-3-6

В настоящем учебном пособии изложены основные сведения из образцовых исследовательских, а также производственных практик в области разработки продовольственных товаров с целевым нутриентным составом, уделено внимание непосредственному проектированию рационов питания персонализированного статуса.

Сегодня научно-методическая платформа персонализированного питания находится в фазе формирования. Однако современные темпы развития науки и техники диктуют необходимость разворачивать массовую подготовку специалистов в условиях только формирующегося научного направления.

Базовым направлением развития персонализированного питания является учет данных генома человека. Разработка геномных технологий в области продовольственного обеспечения не только повысит качество жизни человека, но и существенно увеличит экономическую эффективность народно-хозяйственного комплекса, в том числе за счет увеличения продолжительности жизни российского населения на 10–15 лет уже в среднесрочной перспективе.

В учебном пособии приведены сведения по эволюции взглядов на теорию питания, предшествующих теории персонализированного питания, изложены основные принципы проектирования индивидуальных рационов с учетом персонализированного физиологического, цитогенетического и иммунологического статуса потребителя. Отдельные главы посвящены математическому моделированию, использованию цифровых технологий при разработке персональных рационов питания, конструированию комбинированных продуктов питания с целевым нутриентным составом и самих персонализированных рационов питания.

Данное учебное пособие является первым изданием, консолидирующим различные направления исследований ведущих ученых Российской Федерации, призванных реализовать новый уровень развития технологии продовольственного обеспечения населения, основанный на принципах персонализированного питания, соответствующих задачам 6-го (цифрового) технологического уклада мировой экономики.

УДК 641/642
ББК 36.996(я73)

ISBN 978-5-6043843-3-6

© МГУТУ им. К.Г. Разумовского, 2020
© Оформление. ООО «ТД ДеЛи», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Стратегия высшей школы при реализации программы технологического прорыва в области агропромышленного комплекса (Ректор ФГБОУ ВО Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, д.физ.-мат.н., проф. С.Н. Чеботарев)	7
Введение	9
Глава 1. Эволюция теории питания	16
1.1. Стратегия внедрения в РФ социальной технологии персонализированного питания (д.э.н., проф. В.Н. Иванова; д.т.н., проф. Ю.И. Сидоренко)	16
1.2. Стратегии в области оптимального питания (академик РАН, д.т.н., проф. А.Б. Лисицын; академик РАН, д.т.н., проф. И.М. Чернуха; к.т.н. М.А. Никитина)	26
1.3. Персонализированное питание: эволюционные парадигмы научного обоснования (заслуж. деятель науки РФ, д.б.н., проф. В.М. Позняковский)	41
1.4. Антропологическое разнообразие, обуславливающее необходимость в персонализации пищевого обеспечения (д.т.н., проф. И.А. Никитин; д.б.н., проф. А.И. Козлов)	48
Глава 2. Физиология человека и нутрициология	54
2.1. Проблема рационального использования углеводов в питании детей (д.т.н., проф. Н.М. Подгорнова; д.т.н., проф. С.М. Петров)	54
2.2. Возможность снижения кардиологических рисков за счет пищевых факторов (д.б.н., проф. В.П. Карагодин; А.С. Уткина)	64
2.3. Разработка продуктов персонализированного питания с учетом гликемического индекса (к.т.н. А.А. Ливинский; к.т.н. С.А. Ливинская)	77
2.4. Влияние диет на нейродегенеративные заболевания (к.б.н. И.Ю. Попова)	88
2.5. Персонализированная диета на основе учета генотипа (артериальная гипертензия) (к.м.н., Н.А. Жученко; к.м.н. М.С. Балашова; Н.В. Пугачева; д.м.н., проф. Ф.Ю. Копылов)	94
Глава 3. Оценка персонализированного статуса человека	102
3.1. Функциональные персонифицированные микрoэкологические средства восстановления микробиома и профилактики заболеваний человека (д.э.н., проф. В.Н. Иванова; д.т.н., проф. В.Н. Ганина; д.м.н., проф. Б.А. Шендеров)	102
3.2. Исследования воздействия сухих кисломолочных продуктов с пробиотиками для персонализированного питания на модельном тест-объекте <i>Danio rerio</i> (д.б.н., проф. Ю.Г. Симаков; к.б.н. В.А. Пурицхванидзе)	116

3.3. Определение цитогенетического статуса человека для оценки состояния здоровья (д.б.н., проф. Л.П. Сычева; д.м.н., проф., В.С. Журков; д.б.н., проф., Ю.А. Ревазова)	125
3.4. Иммунологические подходы при создании персонифицированного питания (иммунодиетология) (к.х.н., д.фарм.н. С.Э. Кондаков; П.С. Новиков; д.м.н., проф. Н.А. Черевко; к.б.н. О.С. Прокопцева; к.м.н. Б.Р. Резапов; д.ф.-м.н. А.З. Розенштейн; к.м.н. М.Ю. Розенштейн; А.Ф. Тарасевич).....	132
Глава 4. Технологии продовольственного обеспечения с учетом персонализации.....	144
4.1. Пути совершенствования ассортимента продуктов специализированного питания(д.т.н., проф. М.А. Николаева; д.т.н., проф. Т.Н. Иванова; к.э.н. Г.М. Зомитева)	144
4.2. Сбалансированное рациональное питание – залог здорового образа жизни и долголетия (д.э.н., проф. А.Д. Ефимов; к.п.н. Т.С. Элиарова).....	153
4.3. Разработка нутрицевтиков на основе комплекса низкомолекулярных пептидов коллагена с компонентами гликозаминогликанов для укрепления тканей опорно-двигательного аппарата (к.б.н. Т.И. Николаева; М.В. Молчанов; П.В. Шеховцов; к.т.н. В.В. Капцов; к.б.н. К.С. Лауринавичюс; к.т.н. Р.А. Черный).....	158
4.4. Применение астаксантина и мелатонина в персонифицированном питании для профилактики и коррекции ряда социально-значимых заболеваний и старения (к.б.н. И.С. Фадеева; к.б.н. Ю.Л. Бабурина; к.б.н. И.В. Одинокова; А.И. Ломовский; Л.Д. Сотникова; Р.Р. Крестинин; к.б.н. О.В. Крестинина)	165
Глава 5. Математическое моделирование и информационные технологии в персонализированном питании	169
5.1. Принципы расчета рациона. Технология разработки рациона питания (к.т.н. Н.М. Портнов)	169
5.2. Формирование двухкомпонентных высокобелковых смесей на базе растительного сырья (д.т.н., проф. С.В. Зверев)	185
5.3. Методический подход к автоматической многокритериальной оценке при разработке специализированных продуктов для персонифицированного питания (д.т.н., проф. Л.Г. Елисеева; Д.С. Кокорина; А.Д. Отман)	190
5.4. Задача кластеризции многомерных объектов в системе персонифицированного питания (д.т.н., проф. В.И. Карпов)	211
5.5. Принципы формирования базы нутриентного состава продуктов питания, обращающихся на продовольственном рынке с использованием технологии «распределенный реестр» (к.т.н. Н.М. Портнов; д.т.н., проф. В.И. Карпов)	222

- 5.6. Научные подходы к оценке и структурно-параметрической оптимизации рационов питания (академик РАН, д.т.н., проф. А.Б. Лисицын; академик РАН, д.т.н., проф. И.М. Чернуха; к.т.н. М.А. Никитина)238

Глава 6. Продукты с целевым нутриентным составом

для персонализированных рационов..... 247

- 6.1. Конъюгированная линолевая кислота – функциональный пищевой ингредиент терапевтического действия (академик РАН, д.т.н., проф. А.Б. Лисицын; академик РАН, д.т.н., проф. И.М. Чернуха; к.т.н. О.И. Лунина)247
- 6.2. Продукты питания, обогащенные органическим йодом – новое решение проблемы йоддефицитных состояний (к.б.н. С.Л. Люблинский)257
- 6.3. Мясо молодняка овец, как наиболее эффективный источник эссенциальных нутриентов животного происхождения (д.т.н., проф. В.И. Криштафович; к.т.н. Д.В. Криштафович; к.т.н. И.Ю. Суржанская; к.т.н. А.В. Маракова)274
- 6.4. Потребительские предпочтения новых сортов хлеба с солодом (д.т.н., проф. А.Т. Васюкова; д.т.н., проф. А.А. Славянский; А.В. Мошкин; Ю.В. Бондаренко)281
- 6.5. Натуральные растительные масла как эффективное средство антиоксидантной защиты (д.х.н., проф. П.П. Бабенко)291

Глава 7. Методы проектирования продуктов и рационов

персонализированного питания..... 308

- 7.1. Разработка методологии формирования рационов питания для целевых групп потребителей на основе анализа их геномов (д.э.н., проф. В.Н. Иванова; д.т.н. И.А. Никитин; д.т.н., проф. Ю.И. Сидоренко)308
- 7.2. Методологические основы проектирования и производства продуктов детского питания (д.т.н., проф. М.А. Николаева; д.с-х.н., проф. О.А. Рязанова)316
- 7.3. Проектирование специализированных продуктов детского питания с целью оптимизации питания детского населения Российской Федерации с учетом персонализированных особенностей (д.т.н. С.В. Симоненко; Е.С. Симоненко)325
- 7.4. Квалиметрические методики для проектирования и оценки качества инновационной пищевой продукции из мясного сырья (д.б.н., проф. Т.К. Каленик; д.т.н. А.В. Алешков; к.м.н. Е.В. Моткина)338

Глава 8. Методы изучения психоэмоциональных предпочтений

потребителей..... 351

- 8.1. Учет гедонистических предпочтений потребителей при проектировании продуктов питания (д.т.н. С.В. Штерман; д.т.н. М.Ю. Сидоренко; к.х.н. В.С. Штерман; д.т.н., проф. Ю.И. Сидоренко)351

8.2. Прогнозирование вероятности положительной реакции потребителей на основе моделей множественного упорядоченного выбора (д.т.н., проф. Н.М. Дерканосова; к.с.-х.н. И.Н. Пономарева; к.т.н. Г.В. Шуршикова; к.т.н. Н.И. Дерканосов).....	360
8.3. Особенности нормирования питания космонавтов (д.т.н., проф. В.Ф. Добровольский; к.т.н. Л.П. Павлова)	372
8.4. Разработка методологии психологической модели коррекции избыточного веса (к.пед.н. Г.Н. Юдина; к.псих.н. Е.В. Челнокова; д.м.н., проф. С.В. Шмелева; к.пед.н. Р.С. Рабаданова).....	388
8.5. Биомониторинг генетических ответов индивидуумов для оценки реакции организма на персонализированное питание (Н.П. Сирота).....	405
8.6. Религиозные особенности формирования потребительских предпочтений (д.ф.н, проф. С.В. Кондратьев).....	409
Авторы и аннотации	423

15. Bolognesi C., Knasmueller S., Nersesyan A., Thomas P., Fenech M. The HUMNxl scoring criteria for different cell types and nuclear anomalies in the buccal micronucleus cytome assay – an update and expanded photogallery // *Mutat. Res.* 2013.V. 753. №2. P. 100–113.

16. Bonassi S., Fenech M. Micronuclei and Their Association with Infertility, Pregnancy Complications, Developmental Defects, Anaemias, Inflammation, Diabetes, Chronic Kidney Disease, Obesity, Cardiovascular Disease, Neurodegenerative Diseases and Cancer. // *The Micronucleus Assay in Toxicology. Issues in Toxicology No. 39.* Edited by Siegfried Knasmüller and Michael Fenech. Chapter 4. Published by the Royal Society of Chemistry. 2019. P. 38–78.

17. Fenech M., Holland N., Chang W.P., Zeiger E., Bonassi S. The HUMAN-Micronucleus project – an international collaborative study on the use of the micronucleus technique for measuring DNA damage in humans // *Mutat. Res.* 1999. V.428. P. 271–283.

18. Fenech M., Holland N., Zeiger E., Chang W.P., Burgaz S., Thomas P., Bolognesi C., Knasmueller S., Kirsch-Volders M., Bonassi S. The HUMN and HUMNXL international collaboration projects on human micronucleus assays in lymphocytes and buccal cells – past, present and future // *Mutagenesis.* 2011. V. 26. №1. P. 239–245.

19. Fenech M., Morley A. Solutions to the kinetic problem in the micronucleus assay // *Cytobios.* – 1985. V.43. №172–173. P. 233–246.

20. Morimoto M., Watanabe Y., Arisaka T., Takada A., Tonogi M., Yamane G.Y., Fukushima D., Takahashi S., Tanaka Y.A. Case of drug-induced hypersensitivity syndrome due to carbamazepine // *Bull. Tokyo Dent. Coll.* 2011. V.52. №3. P. 135–142.

21. Revazova J., Yurchenko V., Sycheva L., Katosova L., Platonova V., Khripach L., Ingel F., Tsusman T., Zhurkov V.. Cytogenetic investigation of women exposed to different levels of dioxins in Chapaevsk town // *Chemosphere.* 2001. V. 43. P. 999–1004.

22. Stich H.F., Rosin M.P. Quantitating the synergistic effect of smoking and alcohol consumption with the micronucleus test on human buccal mucosa cells // *Int. J. Cancer.* – 1983. V. 31. N3. P. 305–308.

23. Sycheva L.P., Umnova N.V., Kovalenko M.A., Zhurkov V.S., Shelepchikov A.A., Roumak V.S.. Dioxins and cytogenetic status of villagers after 40 years of agent Orange application in Vietnam // *Chemosphere.* 2016. V. 144. P. 1415–1420.

24. Tolbert P.E., Shy C.M., Allen J.W. Micronuclei and other nuclear anomalies in buccal smears: methods development // *Mutat. Res.* 1992. V. 271. P. 69–77.

3.4. Иммунологические подходы при создании персонафицированного питания (иммунодиетология)

Поток сообщений «о вкусной и здоровой пище», «полезных продуктах», «правильном питании» в научной и популярной литературе и средствах массовой информации способен скорее ввести в заблуждение, чем помочь в понимании проблемы подбора индивидуального рациона питания в современной пищевой среде.

Открывая новостную ленту, обязательно обнаруживаешь какое-либо сенсационное «научное» открытие о пользе или вреде различных диет, опубликованное в научных журналах с высоким рейтингом. Вот только не-сколько свежих примеров.

Ученые из Бостонского университета показали, что «западная диета», характеризующаяся высоким содержанием жиров и углеводов, вызывает реакцию иммунной системы, подобную той, что возникает при инфекциях. Эксперименты проводились на мышах, которые в течение месяца питались высококалорийным кормом с низким содержанием клетчатки. В итоге в организме грызунов развились воспалительные процессы, а в крови отмечались большие количества гранулоцитов и моноцитов – белых кровяных клеток (лейкоцитов), участвующих в борьбе против патогенных агентов. В результате усиливается риск хронических воспалительных процессов и таких заболеваний, как диабет и атеросклероз [1].

Эксперты из U.S. News and World Report выбрали самую лучшую диету из 38 признанных в США. Первое место получила диета под названием DASH (Диетические подходы к прекращению гипертонии) заключается в снижении или полном отказе от соли, продуктов с высоким содержанием насыщенных жиров и сахара, которое она поделила со средиземноморской диетой, помогающей снизить вес, улучшить работу сердца и мозга, предотвратить развитие диабета и избежать онкологических заболеваний. Тройку замкнула «гибкая вегетарианская диета», приверженцы которой живут в среднем на 3,6 года дольше, а весят на 15% меньше сторонников мяса, менее подвержены инфарктам, диабету и раку. Данная система питания призывает к отказу от мяса, но допускает исключения. Диетологи заявляют, что DASH работает лучше, чем многие лекарственные препараты от гипертонии. Кроме основного эффекта – снижения кровяного давления, DASH помогает снизить уровень холестерина [2].

Ученые из университета Ньюкасл выяснили, что низкокалорийная диета (лечебное голодание) способна излечить от диабета второго типа (инсулиннезависимый диабет). В исследовании приняли участие около 300 человек в возрасте 20–65 лет, у которых был диагностирован диабет в течение шести предыдущих лет. Для 149 человек ученые разработали строгую диету на 3–5 месяцев, состоящую из низкокалорийных коктейлей и супов. В день добровольцы потребляли не более 825–853 калорий. После этого периода добровольцы приняли участие в программе, которая сохраняла вес на новом уровне. Результаты показали, что почти 90 процентов тех, кто сбросил 15 килограммов, излечились от диабета. Такого же эффекта добились 57 процентов людей, сбросивших 10–15 килограммов, и 34 процента избавившихся от 5–10 килограммов. В контрольной группе только у четырех процентов пациентов наблюдалась ремиссия. При диабете второго типа снижается чувствительность тканей к действию инсулина. Он наиболее часто развивается у людей старше сорока лет и связан с ожирением [3].

Таким образом, в последние годы формируется тренд по использованию систем питания или диет для лечения заболеваний без медикаментозной поддержки [4].

В принципе, это задача должна решаться в разделе медицины под названием *диетология*.

Надо отметить, что российская медицинская наука всегда признавала важную роль питания организма для поддержания его здоровья и внесла огромный вклад в развитие диетологии, часто «забываемый» в различных учебниках.

Начиная с 1770 г. в Московском университете профессор врачебных наук и натуральной истории И.А. Сибирский читал лекции по курсу физиологии и диететики (гигиены питания). В 1880 г. врач Н.И. Лунин в своей диссертации «О значении неорганических солей для питания животных» показал, что кроме белков, жиров, углеводов, солей и воды в пище содержатся особые вещества, названные позднее витаминами. Проведенные им исследования показали, что изменением рациона питания можно не только усилить действие защитных сил организма, но и оказать противоположное действие. Позднее выдающимся физиологом И.М. Сеченовым было показано, что переходом от одного режима питания к другому можно вызвать различные изменения в организме человека и животного. Особое значение для развития научно обоснованной диетологии имели работы И.П. Павлова в области пищеварения здорового и больного человека. Открытие им главных законов пищеварения, в том числе условно-рефлекторного изменения деятельности пищеварительных желез, является основой современной диетологии и служит отправными данными при разработке ее принципов. Огромную роль в дальнейшем становлении диетологии сыграли исследования ученика И.П. Павлова – И.П. Разенкова – о влиянии различных пищевых режимов на степень возбудимости пищеварительных желез, а также на функцию коры головного мозга и на силу проявлений условных и безусловных рефлексов. В 1901 г. основателем патологической физиологии В.В. Пашутиным были разработаны и опубликованы новые положения по физиологии питания о связи витаминов с ферментами. Большое влияние на развитие диетологии оказали российские клиницисты С.П. Боткин, А.А. Остроумов, А.И. Яроцкий и др., постоянно применявшие диету как обязательный компонент комплексного лечения и реабилитации больных. На основании систематизации накопленных знаний в этой области советский терапевт М.И. Певзнер в тридцатые годы прошлого столетия впервые в мире разработал подходы к построению диет для основных групп болезней, которые потом широко распространились в лечебной практике многих стран [5].

Любая наука имеет свой понятийный аппарат. Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона дает следующее определение диеты: «Под диетой подразумевается пищевой режим, устанавливаемый для здоровых и больных соответственно возрасту, телосложению, профессии...». Согласно более ранним определениям диетология – область знания, изу-

чающая вопросы питания, в том числе больного человека. Диетология направлена на рационализацию и индивидуализацию питания, но в первую очередь – на обеспечение безопасности питания больного человека. Название диетология появилось благодаря тому, что индивидуализация питания больного человека осуществляется с помощью строго организованных систем питания – «диет» [6].

Цели диетологии заключаются в нормализации обмена веществ, оздоровлении организма, скорейшем восстановлении больных после перенесенных заболеваний, а также корректировки веса. Специалист в области диетологии называется диетологом. *Врачи-диетологи* на основании персональных данных пациентов, учитывая их образ жизни, состояние здоровья, привычки, наследственные факторы, составляют индивидуальные программы питания из имеющихся на рынке продуктов питания. Таким образом, согласно современным представлениям врач-диетолог не занимается питанием здорового человека. Для этого существует отдельное направление – гигиена питания [7].

Гигиена питания, или в более ранних работах *пищевая гигиена*, – отрасль гигиены, в которой изучаются вопросы качества и безопасности продуктов питания и готовой пищи для организма любого человека, разрабатываются и внедряются в практику профилактические и противоэпидемические мероприятия, принимаются гигиенические нормативы и требования, выносятся рекомендации по изготовлению, хранению и применению пищевых продуктов. К сфере данной науки относится также пищевое поведение человека, выбор продуктов питания, их обработка и хранение, пищевое законодательство и ряд других вопросов.

В некоторых источниках режим питания здорового человека называют рациональной диетой, что вносит путаницу в существующее сейчас определение диеты. *Диетическое питание* – еще одно направление, которое вносит сумятицу в существующие определения. Диетическое питание регламентируется в разделе гигиены питания, но используется врачами-диетологами как своего рода альтернатива лечебным мероприятиям и лекарственным средствам.

Дополнительную путаницу в термины и определения вносит нутрициология, которая занимается изучением пищи и продуктов питания, включая пищевые вещества и другие компоненты в составе продуктов, их взаимодействие, потребление, усвоение, расходование и выведение из организма, являясь одним из разделов гигиены питания. Нутрициология, как и диетология, постулирует, что изменяя компоненты пищи, можно управлять поддержанием здоровья и как следствие изменять развитие болезней. При этом постулируется, что все закономерности нутрициологии носят универсальный характер для любого человека, так как *функциональная роль нутрицевтиков* связана с оптимизацией питания здорового человека. Оптимизация проводится в зависимости от пола, возраста, экологических условий жизни и т.д. путем восполнения дефицита эссенциальных пище-

вых веществ. Это в свою очередь приводит к повышению неспецифической резистентности организма к действию неблагоприятных факторов окружающей среды за счет изменения его метаболизма.

Для коррекции химического состава пищи человека используются нутрицевтики – биологически активные добавки к пище, смысл применения которых заключается в доведении естественных эссенциальных макро- и микронутриентов до уровня их содержания в суточном рационе, соответствующему физиологической потребности в них здорового человека. Отметим, что речь идет о здоровом человеке. Обычно нутрицевтики это дополнительные источники незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот и фосфолипидов, макро- и микроэлементов, витаминов, пищевых волокон, а также других пищевых веществ [8].

Чаще всего в качестве нутрицевтиков используются витамины А, С, Е, D и группы В или их предшественники (β -каротин, другие каротиноиды), полиненасыщенные жирные кислоты (ω -3, ω -6), фосфолипиды (лецитин, фосфодитилхолин), минеральные вещества (калий, натрий, кальций, магний, фосфор, хлориды).

Так как нутрицевтики относятся к пище или модифицированным пищевым продуктам, в которой содержатся биологически активные вещества, физиологическая потребность и биологическая роль которых установлены, то абсолютно логично выглядят сертификационные требования к нутрицевтикам:

- содержание витаминов не должно превышать суточную потребность более чем в три раза для витаминов А, D, В₁, В₂, В₆, В₁₂, ниацина, фолиевой кислоты, пантотеновой кислоты, биотина и не более чем в 10 раз – для витаминов С и Е;

- при проведении оценки безопасности и эффективности необходимо определить долю (в процентах) от суточной потребности, которая обеспечивается нутриентами, входящими в состав БАД, к пище при рекомендуемой дозе приема;

- этикетка маркируется лишь теми величинами, значения которых превышают 5% (витамины и макро- и микроэлементы) или 2% (другие пищевые вещества и энергия).

По современным западным нормам, нутрициолог может не иметь медицинского образования, т.к. его роль сводится к подбору разрешенных макро- и микронутриентов в пределах физиологической нормы, что может быть легко автоматизировано. Т.е. специальность «нутрициолог» относится к естественным техническим наукам [9].

Все это привело к тому, что в современных учебниках диетология (как смежная дисциплина) классифицируется как медицинская наука, состоящая на стыке гигиены питания, нутрициологии и гастроэнтерологии, или область знания, изучающая организацию и подбор питания, преимущественно больного человека. Т.е. здоровый человек не является предметом изучения в диетологии.

Как следствие, важнейшими проблемами диетологии являются: обеспечение сбалансированности питания и всесторонней его полноценности при разработке диет различных предназначений, рациональное сочетание законов сбалансированного питания с требованиями, обусловленными характером и особенностями заболевания; определение сроков и ограничение применения несбалансированных, односторонних и неполноценных видов питания при различных заболеваниях; разработка принципов питания больных при проведении специфической терапии и химиотерапии, лучевой терапии и др.; разработка принципов сочетания элементов лечебного питания с применением антибиотиков, эндокринных препаратов и др. лекарственных средств; разработка рационов питания соответственно режиму подвижности больного с учетом влияния питания на предупреждение вредных последствий гипокинезии (ограничения подвижности) [10].

В настоящее время диетология испытывает ренессанс как медицинская наука для лечения ожирения (*obesity*), признанного во многих странах хроническим заболеванием [11]. Благодаря этому в современной западной литературе диетологию все чаще называют наукой о лечебном питании для лиц, страдающих ожирением.

При назначении лечебного питания исходят из функциональных, патоморфологических, обменных и др. нарушений в организме человека. Правильно подобранная диета обеспечивает наиболее выгодный фон для применения различных терапевтических средств, усиливает действие этих средств и оказывает дополнительное лечебное воздействие [12].

В настоящее время у диетологии нет современного технического или лабораторного инструмента индивидуализации. В руках у врача-диетолога (иногда ошибочно называемого – нутрициологом) две методики: одна направлена на подсчет калорийности съеденной пищи, другая – на учет ее компонентного и нутриентного состава: белков, углеводов, микроэлементов, витаминов и т.д. В рамках подобных классических подходов нет связи с конкретным человеком. Единственный инструмент так называемой персонализации – создание специализированного питания для людей с одной нозологией, когда изменение пищевого поведения диктует болезнь, без учета индивидуальных реакций конкретного человека на пищу [13].

Исследования последних лет убедительно свидетельствуют о том, что нерасщепленные частицы пищи могут проникать через неповрежденные стенки желудка и кишечника в кровь и влиять на иммунную систему, вызывая ответные реакции, идентичные ответным реакциям на инфекцию. О таком проникновении свидетельствует сам факт существования патологических реакций на пищу, например в виде аллергии или в общем виде – непереносимости [14–19].

Прежде, чем классифицировать пищевую непереносимость, необходимо дать понятие гиперчувствительность. Гиперчувствительность – это патологический процесс, который происходит из иммунологически специфических взаимодействий между антигенами (эндогенными или экзогенными) и антителами или сенсibilизированными лимфоцитами. Это опре-

деление исключает те нарушения, при которых обнаруживаемые антитела не имеют патофизиологического значения, даже когда их наличие может иметь диагностическое значение.

Комиссия по неблагоприятным реакциям на пищевые продукты Американской академии аллергии и иммунологии и Национального института аллергии и инфекционных заболеваний классифицирует их на токсические реакции и нетоксические реакции, которые в свою очередь подразделяются на иммуноопосредованные и неиммуноопосредованные реакции [20]. В данной работе у нас нет задачи рассматривать классические пищевые отравления, связанные с токсическими реакциями.

К нетоксическим иммуноопосредованным реакциям относятся:

1. Истинная пищевая аллергия (связана с иммунологическими механизмами – реакция гиперчувствительности немедленного типа, опосредуемая IgE).

2. Истинная пищевая непереносимость (также связана с иммунологическими механизмами, но здесь происходит реакция гиперчувствительности замедленного типа, опосредуемая IgG).

К нетоксическим неиммуноопосредованным реакциям причисляются:

1. Псевдоаллергическая пищевая непереносимость, которая связана с определенными свойствами некоторых раздражающих пищевых продуктов, например вызывающих прямое повреждение слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта (это иногда наблюдается, например, при приеме в пищу земляники, сырой капусты, редиса, рыбы).

2. Непереносимость пищи, возникающая как результат дефицита пищеварительных ферментов (например непереносимость молока вследствие врожденного или приобретенного дефицита лактазы – фермента, расщепляющего молочный сахар).

3. Психогенная непереносимость пищи, или идиосинкразия (возникает как следствие стрессов и других изменений психической сферы).

Таким образом, даже на уровне классификации неблагоприятных реакций на пищу подчеркивается необходимость учета взаимодействия пищи с иммунной системой человека.

До последнего времени внимание врачей было сконцентрировано только на одном типе иммунных реакций на пищу. Это – классические аллергические реакции, связанные с немедленными, зачастую смертельно опасными проявлениями. Этот немедленный тип аллергии хорошо знаком всем и изучен [21].

В последние годы стали выходить на передний план у исследователей и практических врачей другие иммунные реакции, протекающие не столь стремительно и не столь явно, но составляющие одну из самых главных причин множества разнообразных хронических болезней, в том числе и ожирения. Такие реакции в литературе называли «скрытой пищевой непереносимостью», или «замедленной аллергией» [22]. Для этих хронических иммунных реакций характерны постоянно повышенное содержание анти-

тел в крови и значительная перегрузка иммунной системы. Антитела на безопасные, в отличие от микроорганизмов, пищевые частицы, попавшие в кровь, вырабатываются иммунной системой по тому же механизму и с тем же усердием, что и к бактериям, и вирусам, и любым опасным чужеродным агентам. Все дело в их белковой природе, чужой, отличной по своему генетическому происхождению [23].

Закон сохранения вида гласит: «Все биологические частицы чужеродного происхождения, попавшие в кровь, должны быть обнаружены и уничтожены!» Хорошо переваренные частицы не в счет! Они не имеют признаков чужеродного: смысл пищеварения и заключается в том, чтобы разорвать все химические связи пищи до коротких пептидов или аминокислот, жирных кислот и простых сахаров. Но стоит не разорвать их до конца – и обрывки сохраняют информацию о чужом организме и вызовут иммунный ответ.

О возможности проникновения нерасщепленных частиц в кровь свидетельствует и то обстоятельство, что приблизительно 70–80% тканей и клеток иммунной системы располагаются вдоль границ системы пищеварения. Через рот в организм постоянно проникает чужеродный пищевой биологический материал в количествах, несоизмеримых с любым прочим чужеродным воздействием. За свою жизнь человек может съесть до 100 тонн еды, и перегрузка иммунной системы пищевыми антигенами при неполном переваривании, может достичь огромных масштабов. Иногда война с собственной привычной, но плохо переваренной едой, скрыто протекает на протяжении всей жизни. Причиной может быть просто недостаток, или отсутствие каких-то ферментов, или воспалительный процесс в пищеварительном тракте, или привычка к трудным для расщепления сочетаниям продуктов, а в итоге, плохо переваренная еда создает повышенную нагрузку на выделительные системы и поддерживает изматывающий иммунную систему многолетний иммунный конфликт.

Сегодня существуют очень точные и чувствительные методы, позволяющие определить, какие именно антитела постоянно производит иммунная система, чтобы убрать ненужное со стола и чем-то уверенно и спокойно заменить [24]. Это лучший путь разгрузить иммунитет и вернуть ему его удивительные возможности и растроченные силы для защиты нашего индивидуального организма от агрессивной внешней среды. Здоровая и активная иммунная система – это главная, и чуть ли не единственная, защита перед лицом многочисленных изменчивых вирусных инфекций, которыми пугает нас сегодняшний мир. Вирусы мутируют и распространяются гораздо быстрее, чем работает сложная, защищенная многократными испытаниями и регуляторными формальностями система разработки и производства новых вакцин и антибиотиков.

Программа восстановления иммунной системы тоже требует времени, но потраченное время и усилия помогут благополучно пережить в будущем не одну эпидемию, не одну инфекцию, не одну перегрузку и не один стресс. Хороший иммунитет – это долгая активная жизнь. Эта роскошь доступна

только тем, кто в современном мире идеально адаптирован к той пищевой среде, которую мы сами себе создаем.

Для того чтобы решить задачу индивидуализации или персонификации питания для любого человека, мы предлагаем известный в иммунологии подход – *экспериментальное исследование воздействия того или иного продукта на иммунную систему (ИС) человека*. При «негативном» воздействии продукта на ИС, обнаруживаемом при помощи стандартного иммунологического теста и разработанной авторами оригинальной методики, применяется другой стандартный подход иммунологов-аллергологов, а именно – *элиминация данного продукта из рациона питания* [25].

Если исследуется представительная выборка из локальной пищевой среды конкретного человека и обнаруживается, что продуктов с «*негативным*» воздействием на его иммунную систему достаточно много, то предлагаемый авторами подход, позволяет сформировать *индивидуальный рацион питания*, построенный на основе *индивидуальной элиминационной диеты*. Такой подход дает нам право выделить новое научное направление в диетологии – *иммунодиетологию*, раздел персонифицированной диетологии, занимающийся изучением влияния пищевых антигенов на иммунологические механизмы, контролирующие адаптацию организма к локальной пищевой среде и учитывающие влияние иммунной системы на процессы пищеварения и работу ретикулоэндотелиальной системы [26–28]. Мы предлагаем сделать это с помощью физически корректной оценки ответа иммунной системы конкретного человека на тот или иной продукт питания [29, 30].

Иммунной системе человека безразлична природа «пришельца». Ее задача обнаружить и нейтрализовать любого чужого, будь то вирус, бактерия или частица пищи. Сохранение постоянства «своего» в пространстве организма – вот генеральная задача иммунной системы. Здоровая иммунная система с этой задачей, как правило, прекрасно справляется. Поэтому здоровых людей гораздо больше чем больных. Возможность применения данного подхода как к здоровым, так и больным людям показывает как взаимосвязь, так и отличие иммунодиетологии от пищевой аллергологии.

Основная задача иммунодиетологии – определение причин, приводящих к избыточной пищевой нагрузке на иммунную систему конкретного человека, превышающей ее потенциальные возможности. По гипотезе авторов, именно избыточная пищевая нагрузка на иммунную систему может приводить к состояниям, известным в иммунологии, как состояния «гиперчувствительности», потенциально приводящие к возникновению ряда заболеваний. Как следствие, именно гиперчувствительность ИС к ряду продуктов питания является причиной возникновения так называемых «болезней цивилизации».

Трудно представить, во что превратится в будущем современная диетология. Но зоны роста появились уже в начале XXI века: это расшифровка генома человека и проведение генетических тестов, выясняющих априор-

ную генетическую предрасположенность не всего человечества, а каждого конкретного человека к определенным видам продуктов питания [31, 32], это исследование микробиома, т.е. состава микрофлоры, населяющей кишечник каждого человека, ее влияния на состояние интестинального барьера и на процессы переваривания пищи [33, 34], это проведение химических анализов для определения недостатка макро- и микронеорганических нутриентов [35], это, наконец, учет воздействия пищи на иммунную систему человека, не только больного но и здорового [36].

Диетология XXI века становится персонифицированной. Она дает рекомендации не всему человечеству, а каждому конкретному человеку, представителю определенного этноса с исторически сложившейся культурой и рационом питания. Мы считаем, что маркером таких персонифицированных рекомендаций в ближайшее время будет исследование персонального иммунного отклика на продукты питания или, другими словами, исследование процессов взаимодействия антигенов пищи с иммунной системой конкретного человека.

Работы, посвященные созданию специализированных систем питания (immunonutrition) с учетом взаимодействия принимаемой пищи и иммунной системы конкретного пациента, уже начались по всему миру, особенно для людей с ослабленной иммунной системой, например – онкологических больных [37, 38]. Это показывает важность и перспективность данного научного направления.

Литература

1. Anette Christ et al. Western Diet Triggers NLRP3-Dependent Innate Immune Reprogramming // Cell, 2018, v.172, №1–2, p. 162–175.
2. NHLBI NEWS DASH ranked Best Diet Overall for eighth year in a row by U.S. News and World Report (January 3 2018). Электронный источник: <https://www.nhlbi.nih.gov/news/2018/dash-ranked-best-diet-overall-eighth-year-row-us-news-and-world-report> (проверено 10.09.2019).
3. Michael E.J. Lean, Management of obesity and overweight // Medicine, 2019, v.47, №3, p. 175–183.
4. Michael E.J. Lean, Principles of human nutrition // Medicine, 2019, v.47, №3, p. 140–144.
5. Певзнер М.И. Основы лечебного питания // М., Медицина, 1998, 346 с.
6. Энциклопедический словарь медицинских терминов / под ред. Покровского В.И. – М.: Советская энциклопедия, 1984. – 1591 с.
7. Барановский А.Ю. Диетология. – ПИТЕР, 2018. – 1104 с.
8. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 809 с.
9. Электронный источник: Как стать сертифицированным специалистом по питанию (nutritional specialist). // <http://www.nutritioned.org/certified-nutrition-specialist.html> (проверено 10.09.2019).
10. Лечебное питание (диетология) / под ред. диетология И.С. Савощенко. – М.: Медицина, 1971. – 274 с.

11. Carroccio A., Di Prima L., Iacono G. et al. Multiple food hypersensitivity as a cause of refractory chronic constipation in adults // *Scand. J. Gastroenterol.* – 2006. – V.41, №4. – P. 498–504.
12. Clarke L., McQueen J. et al. The Dietary Management of Food Allergy and Food Intolerance in Children and Adults // *Australian Journal of Nutrition and Dietetics.* – 1996. – V.53, №3. – P. 89–98.
13. Millichap J.G., Yee M.M. The diet factor in pediatric and adolescent migraine // *Pediatr. Neurol.* – 2003. – V.28, №1. – P. 9–15.
14. Kitts D., Yuan Y., Joneja J. et al. Adverse reactions to food constituents: allergy, intolerance and autoimmunity // *Can. J. Physiol. Pharmacol.* – 1997. – V.75, №4. – P. 241–54.
15. Gaby A.R., The role of hidden food allergy/intolerance in chronic disease // *Alternative medicine review: a journal of clinical therapeutic.* – 1999. – V.3, №2. – P. 90–100.
16. Ortolani C., Pastorello E.A. Food allergies and food intolerances. Best practice & research // *Clinical gastroenterology.* – 2006. – V.20, №3. – P. 467–83.
17. Pastar Z., Lipozencić J. Adverse reactions to food and clinical expressions of food allergy // *Skinmed.* – 2006. – V.5, №3. – P. 119–25.
18. Schnyder B., Pichler W.J. [Food intolerance and food allergy]» (in German). *Schweizerische medizinische Wochenschrift.* – 1999. – V.129, №24. – P. 928–33.
19. Sullivan P.B., Food allergy and food intolerance in childhood // *Indian journal of pediatrics*, 1999, v.66, (1 Suppl), s. 37–45.
20. ВОЗ (Всемирная Организация Здравоохранения), Здоровое питание. <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>;
21. Паттерсон Р., Грэммер Л.К., Гринбергер П.А. Аллергические болезни: диагностика и лечение / Перевод с англ., под ред. акад. РАМН А.Г. Чучалина (гл. ред.), чл.-корр. РАМН И.С. Гущина (отв. ред.). – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2000. – 768 с.
22. Semeniuk J., Kaczmarek M. Gastroesophageal reflux (GER) in children and adolescents with regard to food intolerance // *Advances in medical sciences.* – 2006. – V. 51. – P. 321–6.
23. Чепель Э. Основы клинической иммунологии / Перевод с англ. 5-е издание. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 416 с.
24. Попов Н.Н. Клиническая иммунология и аллергология. – М.: Реинфор, 2004. – 524 с.
25. Розенштейн М.Ю., Розенштейн А.З., Кондаков С.Э., Черевко Н.А. Методологический подход к созданию персонифицированной элиминационной диеты при пищевой непереносимости, обусловленной иммуннопатологическими реакциями III типа. // *Бюллетень Сиб. Мед.* – 2015. – Т.14, №4. – С. 60–67.
26. Новиков П.С., Черевко Н.А., Кондаков С.Э., Розенштейн А.З., Розенштейн М.Ю. Специфическая гиперчувствительность к пищевым антигенам – триггер развития анемии и гипотиреоза // *Российский Иммунологический Журнал.* – 2017. – Т.11 (20), №4. – С. 740–742.

27. Новиков П.С., Черевко Н.А., Кондаков С.Э., Резапов Б.Р., Розенштейн А.З., Розенштейн М.Ю., Новицкий В.В. Гиперчувствительность к пищевым антигенам как предиктор развития метаболического синдрома // Цитокины и воспаление. – 2016. – Т.15, №3–4. – С. 280–284.

28. Cherevko N., Novikov P., Kondakov S., Rozenshteyn A., Rozenshteyn M., Rezapov B. Influence of immunological tolerance to food antigens for the development of metabolic syndrome. // The V European Congress of Preventive, Regenerative and Anti-Aging Medicine, 8–10 Sept 2016, St.-Petersburg, Russia. Book of Abstracts, p. 29–31.

29. Розенштейн М.Ю., Ихалайнен Е.С., Кондаков С.Э., Прокопцева О.С., Розенштейн А.З. Применение методологии неспецифических биосенсоров в иммунологии на примере интерпретации титров специфических IgG человека // Вестник Моск. Ун-та, Сер 2, Химия. – 2011. – Т.52, №3. – С. 230–236.

30. Розенштейн М.Ю., Розенштейн А.З., Кондаков С.Э., Черевко Н.А. Динамика специфических IgG к пищевым антигенам, как персонифицированный маркер состояния иммунной системы человека // Российский иммунологический журнал. – 2015. – Т.9 (18), №2. – С. 153–155.

31. Кучер А.Н., Черевко Н.А. Гены гистаминового метаболического пути и многофакторные заболевания человека // Генетика. – 2017. – Т. 54, №1. – С. 15–32.

32. Chadwick R. O'Connor A. Epigenetics and personalized medicine: prospects and ethical issues // Personalized Medicine. – 2013. – V.10, №5. – P. 463–471.

33. Turnbaugh P.J., Ley R.E., Hamady M., Fraser-Liggett C.M., Knight R., Gordon J.I. The human microbiome project // Nature. – 2007. – V.449 (7164). – P. 804–810.

34. Hooper L.V., Littman D.R., Macpherson A.J. Interactions between the microbiota and the immune system // Science. – 2012. – V.336. – P. 1268–1273.

35. Скальный А.В., Рудаков И.А., Нотова С.В., Бурцева Т.И., Скальный В.В., Баранова О.В. Основы здорового питания: пособие по общей нутрициологии. – Оренбург: ГОУОГУ, 2005. – 117 с.

36. Новиков П.С., Черевко Н.А., Скирневская А.В., Стоянов А.С., Муравейник О.А., Кондаков С.Э., Розенштейн М.Ю., Розенштейн А.З., Резапов Б.Р. Роль нарушения пищевой толерантности в развитии метаболического синдрома // Медицинская иммунология. – 2017. – Т. 19. – С. 289–290.

37. Klek S., Scislo L., Walewska E., Choruz R., Galas A. Enriched enteral nutrition may improve short-term survival in stage IV gastric cancer patients: A randomized, controlled trial // Nutrition. – 2017. – V.36. – P. 46–53.

38. Klek S., Sierzega M., Szybinski P., Szczepanek K., Kulig J. The immunomodulating enteral nutrition in malnourished surgical patients – A prospective, randomized, double-blind clinical trial // Clinical Nutrition. – 2011. – V.30, №3. – P. 282–288.