

**Н.М. ПОРТНОВ,**

специалист Проблемной научно-исследовательской лаборатории конструирования рационов и продуктов персонализированного питания ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и менеджмента имени К.Г. Разумовского» (Первый казачий университет), Москва, Россия; e-mail: detsoft@mail.ru

В.Б. РОЗАНОВ,

д.м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории профилактики хронических неинфекционных заболеваний у детей и подростков ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины Минздрава России», Москва, Россия; e-mail: vbrozanol@gmail.com

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ГЛИКЕМИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ ДЛЯ РАСЧЁТА ГЛИКЕМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПРОДУКТОВ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЕ ОЦЕНКИ ФАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

УДК 002.53

Портнов Н.М. Розанов В.Б. Практическое использование базы данных гликемических индексов для расчёта гликемической нагрузки продуктов в компьютерной программе оценки фактического питания (ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и менеджмента имени К.Г. Разумовского» (Первый казачий университет); ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины Минздрава России», Москва, Россия)

Аннотация. Гликемические индексы (ГИ) продуктов питания из международной базы данных использованы для расчёта гликемической нагрузки в исследовании фактического питания в популяционной выборке. Проанализированы структура и актуальное состояние базы данных ГИ, выполнен её перевод на русский язык. Разработана специализированная информационная база для подбора адекватных аналогов российских продуктов питания. Результаты расчёта ГИ по номенклатуре продуктов питания экспортированы в компьютерную программу оценки фактического питания.

Ключевые слова: гликемический индекс, гликемическая нагрузка, оценка фактического питания, опросы по питанию, база данных нутриентов.

UDC 002.53

Portnov N.M., Rozanov V.B. Practical use of the database of glycemic indices for the calculation of the glycemic load of foods in computerized programs for assessing actual nutrition (K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (The First Cossack University); National Research Center for Preventive Medicine, Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia)

Abstract. Glycemic indices (GI) of foods from the international database are used to calculate the glycemic load in the study of the actual nutrition in the population sample. The structure and current state of GI database data are analyzed, its translation into Russian is made. We have developed a special information base for the selection of adequate analogues of Russian foods. The results of the calculation of GI on the foods range are exported to the computer program for assessing the actual nutrition.

Keywords: glycemic index, glycemic load, nutrition surveys, food questionnaire, nutrient data base.

ВВЕДЕНИЕ

Гликемический индекс (ГИ) – показатель, характеризующий способность углеводсодержащих продуктов изменять уровень сахара в крови и влиять на скорость этих изменений. Этот 20-летний диетологический инструмент, использовавшийся первоначально в научных целях, теперь рассматривается в качестве ключевого компонента для оценки стратегии питания. При сохраняющейся дискуссионности многих вопросов его практического применения он интуитивно ясен, имеет числовое объективное выражение показателей и построен на научной основе. ГИ используются в пищевой промышленности для маркировки существующих и разработки новых продуктов питания. В 1997 году использование

ГИ было одобрено комитетом экспертов ФАО/ВОЗ, а в октябре 2010 года опубликован международный стандарт ISO26642, описывающий основные принципы определения ГИ и рекомендации по его применению [1, 2].

Концепция гликемической нагрузки (ГН) продуктов питания впервые сформулирована исследователями Гарвардского университета в 1977 году [3]. Расчеты ГИ были представлены в марте 1981 году доктором Д. Дженкинсом [4], впоследствии в разных странах выполнено множество исследований, в результате которых опубликованы сотни статей с отчётами о полученных данных.

В Университете Сиднея, а конкретнее в Боденском институте (The Boden Institute of Obesity, Nutrition, Exercise & Eating Disorders) и Центре Чарльза Перкинса (Charles Perkins Center), ведется систематическая работа по анализу опубликованных исследований ГИ, результатом которой является база данных (БД) гликемических индексов (БД-ГИ) продуктов питания, доступная через Интернет. Первая редакция «International Tables of Glycemic Index» (как именуют её авторы БД), была опубликована в 1995 году и содержала 565 позиций; в 2002 году обновлённая редакция БД-ГИ содержала информацию по более чем 1300 продуктам питания, в таблицу также был включён расчёт ГН на типовую порцию [5, 6]. Редакция БД-ГИ 2008 года насчитывала 2487 строк из 205 различных источников

[7]. По состоянию на конец 2017 года онлайн-база данных содержит 2665 записей.

Цель данной работы заключалась в изучении возможности практического использования доступной международной базы данных гликемических индексов для расчёта гликемической нагрузки продуктов питания в компьютерной программе оценки фактического питания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Данная работа является частью исследования фактического питания в популяционной выборке у лиц мужского и женского пола, выполненного сотрудниками ФГБУ НМИЦ ПМ МЗ РФ.

Оценку фактического питания осуществляли с помощью специализированной компьютерной программы «Оценка питания (конфигурация для 1С)» (разработчик ООО «Агентство КАПИТАН», руководитель Портнов Н.М.) методом суточного (24-часового) воспроизведения принятой пищи с использованием атласа пищевых продуктов, введённого в качестве иллюстративного материала в программу. С помощью баз данных по нутриентному составу (показателям пищевой ценности продуктов) получена информация об энергетической ценности рациона питания, группах продуктов, содержании белка, жира, насыщенных, мононенасыщенных, полиненасыщенных жирных кислот, углеводов общих, сахара, крахмала, других углеводов (сложных),

Таблица 1

Пример расчета гликемической нагрузки рациона

Прием пищи, продукт	Количество (г)	ГИ	ДУ	ГН
Завтрак	215	24	37,0	9
Сметана 10,0% жирности	15	35	0,6	
Сырники из творога (творог нежирный)	200	24	36,4	9
Обед	330	61	40,4	25
Суп с бобовыми (фасоль)	200	32	13,8	4
Сметана 10,0% жирности	5	35	0,2	
Хлеб белый	25	69	11,1	8
Картофель отварной или пюре	100	81	15,3	12
Полдник	60	35	2,4	1
Кефир 1,0% жирности	60	35	2,4	1
Ужин	200	43	25,7	11
Груша	100	38	10,3	4
Виноград	100	46	15,4	7
Итого за сутки	805		106	46

Примечание. ГИ – гликемический индекс; ДУ – доступные углеводы; ГН – гликемическая нагрузка.



пищевого холестерина, клетчатки в абсолютных величинах и в процентах от общей калорийности.

Дополнительно к оценке нутриентного состава выполнен анализ гликемической нагрузки пищевого рациона. Гликемическая нагрузка (ГН) рациона питания рассчитывается как сумма ГН входящих в него продуктов:

$$ГН_{\text{рациона питания}} = \sum (ГИ_{\text{продукта}} \times ДУ(г)_{\text{в порции}} / 100),$$

где ГИ – гликемический индекс продукта;

ДУ (доступные углеводы) – количество углеводов за вычетом неусваиваемых пищевых волокон, на 100 г продукта.

ГИ является (обычно) понижающим коэффициентом при суммировании значения доступных углеводов, содержащихся в пище человека. Научно обоснованных способов расчёта ГИ по содержанию углеводов и других нутриентов (для расчётной оценки по косвенным признакам) не опубликовано, достоверные значения ГИ определяются только стандартизованными лабораторными исследованиями [2]. Наличие надёжных источников сведений о гликемических индексах продуктов питания является принципиальным для расчёта ГН.

Одним из наиболее авторитетных источников сведений о ГИ является база данных Сиднейского университета (БД-ГИ), находящаяся в свободном доступе в Интернете [8]. Сведения о БД-ГИ опубликованы её авторами в ряде научных статей и Интернет-публикациях (лучшая из которых представлена на сайте Д. Мендозы (D. Mendosa)), цитируются во множестве публикаций по теме ГИ [7, 9, 10]. Пополнение БД-ГИ осуществляется на основании сведений, содержащихся в справочной научной литературе. Значительную часть данных составляют результаты собственных исследований лаборатории университета. Авторы БД-ГИ отбирают в неё только надёжные сведения о ГИ. Такой «фильтр» необходим из-за наличия в Интернете большого объёма числовой информации по ГИ, не основанной на научных исследованиях, приводимой без ссылок на источник.

Для детального анализа БД-ГИ и подготовке её к практическому использованию в популяционном (эпидемиологическом) исследовании питания нами была разработана специализированная информационная база (ИБ), заполненная затем данными, извлечёнными из БД-ГИ, с переводом на русский язык и последующей структуризацией данных. Результаты адаптированной базы данных ГИ были интегрированы в компьютерную программу «Оценка питания».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Информационная база (ИБ) сконструирована на платформе быстрой разработки «1С: Предприятие 8.3», обеспечившей поиск/отбор, упорядочение и группировку, редактирование записей, ассистирование переводчику с вызовом Яндекс-Переводчика, формирование отчётов. Для дополнительной структуризации (необходимой в случае БД-ГИ) в ИБ добавлены справочники: Категории продуктов питания, Страны, Источники, Номенклатура. Реализован механизм расчёта среднего значения ГИ по номенклатуре по нескольким записям, всем или отмеченным оператором. После структуризации, ИБ стала более полно удовлетворять общепринятым правилам нормализации баз данных, а в средствах отображения списков (упорядочение, группировка, поиск/отбор) исключена синонимия.

Все вышеперечисленные возможности были востребованы при анализе информации БД-ГИ и отборе наиболее близких аналогов для российских продуктов питания. ИБ обеспечивает также формирование отчётов. Доступ к ИБ организуется через тонкий клиент (Windows или Linux) или веб-браузер, в одно- или многопользовательском режиме, с размещением на локальном компьютере или в сети. Полученные в результате (с использованием средства платформы для экспорта табличного документа) готовые таблицы ГИ встроены в программу «Оценка питания». По подготовленным данным выполнен подбор значений ГИ для 560 продуктов, упомянутых в опросах по питанию, из которых для 272 позиций было присвоено значение ГИ = 0; подобраны аналоги по 216 позициям; по 72 продуктам (рецептурным и др.) аналоги подобрать не удалось; выполнен расчёт по рецептуре. С использованием полученных значений ГИ в системе «Оценка питания» сформированы итоговые таблицы гликемической нагрузки продуктов для последующей статистической обработки.

Онлайн-каталог международной БД-ГИ Сиднейского университета представляет собой страничное оглавление с отображением наименования продукта питания, ГИ и ГН для типовой порции потребления [8]. Гиперссылка в строке продукта открывает отдельную Интернет-страницу с карточкой блюда, содержащей:

- *Food Name* – наименование продукта питания, вид, способ обработки, производитель или торговое наименование, страна. Конкретизация названия продукта указывает на то, что используется



конкретный подвид, а не общий класс (например, «Картофель, Рассет Бурбанк», а не «Картофель»).

- *Food Manufacturer* – производитель продукта, заполнен для 1461 записей (55%), упомянуто 446 разных значений.

- *GI (vs Glucose)* – гликемический индекс по глюкозе, целое число. Первоначальный «физический смысл» – процент, хотя в БД встречается и отрицательное значение (-1) для «Lactitol, 25 g lactitol» и 26 значений более 100, до 132.

- *Standard Serve Size (g)* – типовая порция для данного продукта в граммах. Используется при расчете ГИ.

- *Carbohydrate per Serve (g)* – количество доступных углеводов, приходящееся на типовую порцию, используется при расчете ГИ.

- *Glycemic Load (GL)* – гликемическая нагрузка на типовую порцию.

- *Country* – страна происхождения продукта, заполненная для 2534 (95%) строк. Упомянуто 54 страны.

- *Product Category* – наименование одной из 22 категорий (групп продуктов).

- *Year of Test* – год исследования.

- *SEM* – стандартная ошибка.

- *Time Period of Test* – продолжительность теста ГИ в данном исследовании, типа «2h».

- *Number of Subjects in Test* – количество испытуемых.

- *Type of Subjects in Test* – категория испытуемых, например, «Normal» и «Healthy» означают «Здоровые», «Type 2» – «Диабет 2 типа». Встре-

чается синонимия и множественность, например, «Normal, 31; Type 2, 52».

- *Reference / Source of Data* – ссылка / источник данных, указанная для каждого продукта, оформленная по правилам, принятым для научной литературы. Упомянуто 222 источника.

Явный уникальный ключ (номер, код) в онлайн-версии БД-ГИ отсутствует, его роль выполняет номер, являющийся частью гиперссылки (адресной строки браузера) на карточку продукта (параметр «num»). Номера имеют значения в диапазоне от 1 до 2680, не для всех номеров есть соответствующие записи, всего записей 2665.

Большинство строк БД-ГИ относятся к одной конкретной категории лиц, участвовавших в исследовании. В тех случаях, когда предполагается, что гликемический ответ у здоровых и, например, больных диабетом различен, записи БД-ГИ следует использовать в зависимости от контекста.

Следует отметить, что данные, опубликованные в журнальных статьях авторов БД-ГИ, и онлайн-версии совпадают не всегда. Для примера рассмотрим популярную номенклатуру «Кока-кола» (таблица 2).

В статье 2008 года (Table A1) те же данные приведены без усреднения, двумя строками [7].

В онлайн-версии БД-ГИ для этого продукта питания найдём только одну запись [8] (таблица 3).

В такой ситуации пользователь данных должен выбрать значение ГИ=63 из наиболее актуального источника или значение ГИ 53±7 с данными о разбросе, или усреднённое из двух источников значение ГИ=58±5. Практическим следствием

Таблица 2

Извлечение из международной таблицы значений гликемического индекса и гликемической нагрузки по номенклатуре «Кока-кола»: 2002 *

№	Наименование продукта питания	ГИ	Тип	N	ГН
21	Coca Cola, soft drink (Sydney, Australia)	53±7	Healthy	10	14
	Coca Cola, soft drink (Atlanta, USA)	63	Healthy	10	16
	Среднее по 2 позициям	58±5			

Примечание. * – Извлечено и адаптировано из публикации К. Foster-Powell с соавт. (2002) [6]. Наименования продуктов питания в колонках «Food name» приведены без перевода. ГИ – гликемический индекс продукта; Тип – категория испытуемых: «Healthy», «Normal» (здоровые); N – количество испытуемых; ГН – гликемическая нагрузка для типовой порции продукта.

Таблица 3

Извлечение из онлайн-версии БД-ГИ по номенклатуре «Кока-кола»

Наименование продукта питания	ГИ	Порция (г)	Углеводы на порцию (г)	ГН
Coca Cola®, soft drink	63	250	26	16



в контексте описываемой работы является необходимость учёта всех сведений о продукте питания перед расчётом усреднённых значений по нескольким записям.

При выборе значений ГИ можно использовать как онлайн-ую БД-ГИ, так и таблицы из публикаций в научных журналах [5, 6, 7, 8]. Предпочтение в выборе значений ГИ следует отдавать тем источникам, в которых наибольшее количество испытуемых. В рамках описываемой работы была обеспечена возможность обновления данных из онлайн-базы ГИ [8].

Визуальное представление статистики распределения значений из БД-ГИ [8] на рис. 1 позволяет сделать вывод о близости распределения ГИ

к нормальному распределению, что подтверждают и числовые показатели: среднее арифметическое – 51, мода – 46, медиана – 51, эксцесс – 0, асимметрия – 0.

Еще одна гистограмма – статистика распределения показателя типовой ГИ продуктов в расчете на типовую порцию (рис. 2), показывает выраженную правостороннюю асимметрию распределения данного показателя (положительно скошенное распределение), с числовыми характеристиками: среднее арифметическое – 14, мода – 9, медиана – 12, эксцесс – 8, асимметрия – 2. Такая форма распределения показателя ГИ в международной БД-ГИ указывает на преобладающее влияние какого-либо фактора на разброс значений ГИ.

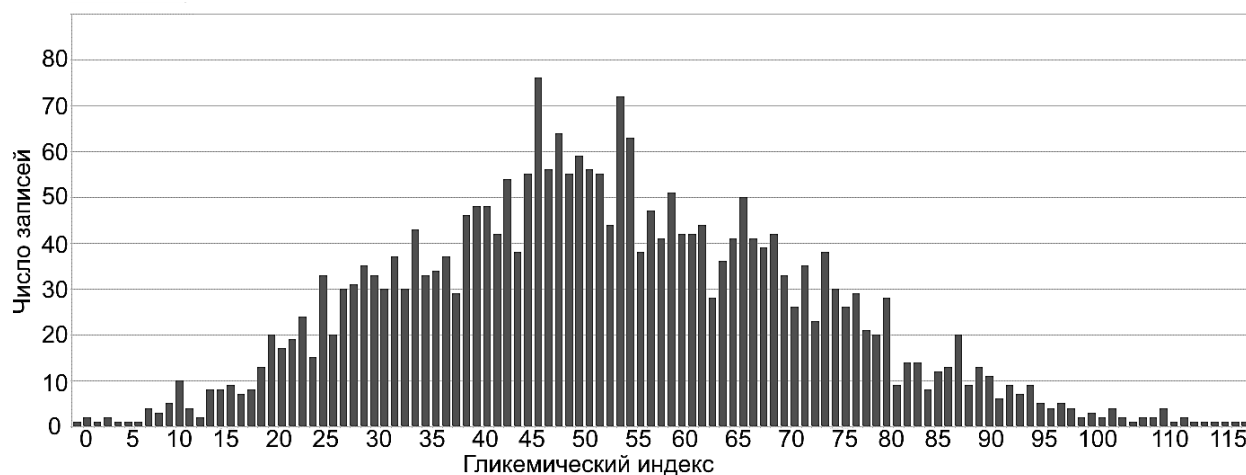


Рис. 1. Распределение значений гликемических индексов в собственной информационной БД.

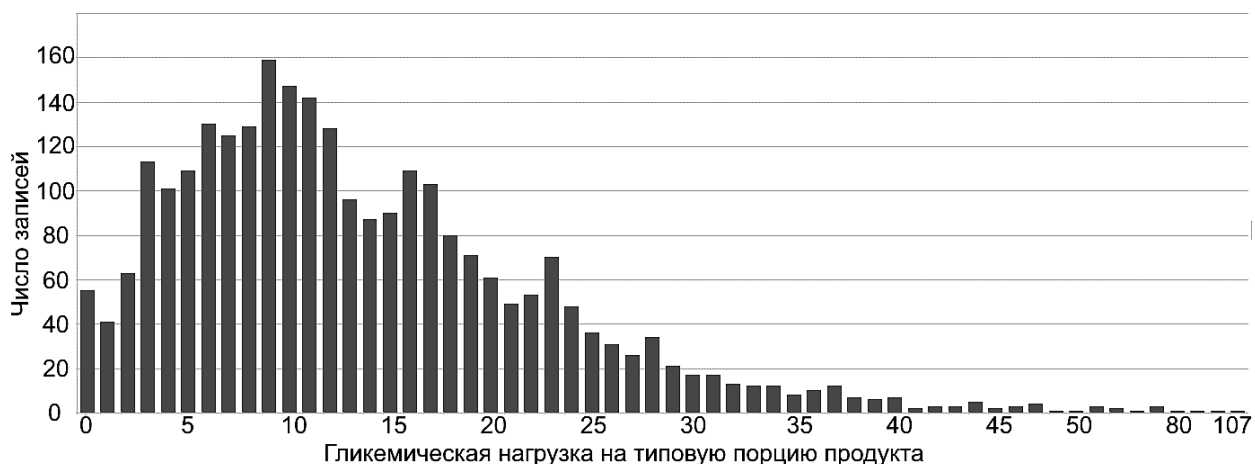


Рис. 2. Распределение значений гликемической нагрузки на типовую порцию продукта питания.



Заметим, что подробное описание статистики значений ГИ и ГН выходит за рамки данной статьи и может быть предметом отдельного исследования.

Большинство (65%) записей в БД-ГИ создано по продуктам из Австралии, Канады, Великобритании и США (рис. 3), российских – только 2 записи, относящиеся к печению «Юбилейное».

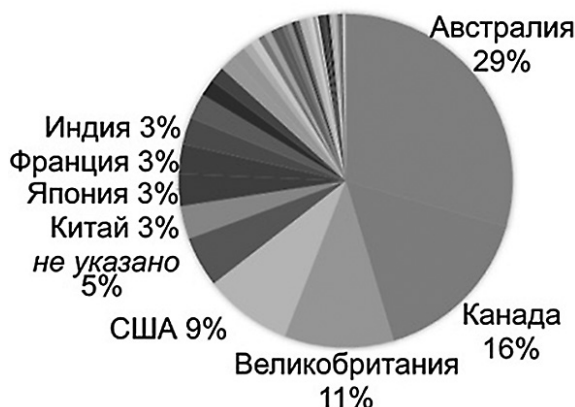


Рис. 3. Распределение продуктов питания по странам происхождения.

Значения ГИ в БД-ГИ значительно различаются даже для однотипных продуктов. В качестве иллюстрации приводим набор записей (таблица 4), извлечённых из БД-ГИ по картофелю – широко распространённому углеводному продукту [8].

Все приведённые записи касаются кулинарно обработанного (не сырого) картофеля, средний ГИ по 38 записям равен 70 ± 22 . Большой разброс значений ГИ наблюдается не только в целом по картофелю, но и внутри более однородных групп. Так, по 17 записям о варёном картофеле при среднем значении, равном 71 ± 20 , конкретные значения лежат в диапазоне от 49 до 118. Причиной большого разброса не могут быть случайные факторы, т.к. все исследования, помещённые в БД-ГИ, считаются надёжными (reliable), полученными в результате стандартизированных исследований. Данные таблицы не дают оснований для предположения о том, что величина ГИ зависит от таких факторов, как способ кулинарной обработки продукта, сорт, страна, категория испытуемых, год исследования и др. Некоторая тенденция зависимости ГИ от способа кулинарной обработки прослеживается только по позиции «картофель варёный охлаждённый», ГИ которого почти вдвое ниже среднего значения.

Средний ГИ по варённому картофелю, полученный на здоровых испытуемых (19 записей с типом «Normal»), составляет 77 ± 20 в отличие от среднего значения в группе лиц, страдающих диабетом 61 ± 13 . Малое количество записей также не позволяет оценить зависимость между ГИ и типом (категорией) испытуемых. При анализе записей в БД-ГИ нами не выявлено отчётливой зависимости значений

Таблица 4

Извлечение из БД-ГИ по номенклатуре «Картофель»

№	Продукт питания	M	SEM	N	Тип	Источник	Страна
224	Картофель, белый с кожей, запечённый, с маргарином 10 г	69	5	10	Normal	Aston (2008)	Великобритания
225	Картофель, белый без кожицы, запечённый, с маргарином 10 г	98	8	10	Normal	Aston (2008)	Великобритания
227	Картофель Nicola, очищенный, вареный целым 15 мин.	58	3	10	Normal	Sydney University	Австралия
228	Картофель красный (понтак), очищенный и запечённый	93	11	10	Normal	Soh (1999)	Австралия
229	Картофель красный (Maris Piper), очищенный, четвертины, варёный 15 мин. в несолёной воде	85	4	10	Normal	Henry (2005)	Великобритания
232	Картофель красный, варёный с кожей в солёной воде в течение 12 мин.	89	7	12	Normal	Fernandes (2005)	Канада
233	Картофель Russet Burbank, запечённый без жира	111		16	Normal	Crapo (1977)	США
235	Картофель Marfona, очищенный, порезанный на четвертинки, варёный 15 мин. в несолёной воде	56	3	10	Normal	Henry (2005)	Великобритания
236	Картофель, белый, варёный, с маргарином 10 г	96	10	10	Normal	Aston (2008)	Великобритания
241	Картофель Desire, очищенный, варёный 35 мин.	101	15	10	Normal	Soh (1999)	Австралия



245	Картофель Nicola, очищенный, порезанный на четвертинки, варёный 15 мин.	59	7	10	Normal	Henry (2005)	Великобритания
246	Картофель Pontiac, очищенный, варёный целиком в течение 30 мин.	56		6	Normal	Brand (1985)	Австралия
248	Картофель Sava, очищенный, варёный 21–30 мин.	118		13	Normal	Leeman (2005)	Швеция
249	Картофель, тип не указан, варёный	66	1	10	Normal	Yang (2006)	Китай
250	Картофель, тип не указан, варёный в солёной воде	76		9	Normal	Kanan (1998)	Индия
1862	Картофель фри, запечённый при 250°C в течение 9 мин.	54		14	Normal	Leeman (2007)	Швеция
1863	Картофель фри, запечённый 15 мин.	64	6	12	Normal	Fernandes (2005)	США
1878	Картофель Pontiac, очищенный, приготовленный в СВЧ на высоком уровне 6–7,5 мин.	79	9	10	Normal	Soh (1999)	Австралия
1884	Картофель, тип не указан, варёный на пару	62	2	10	Normal	Yang (2006)	Китай
1885	Картофель (Solanum Tuberosum), очищенный, на пару 1 ч	65	11	0	Normal	Kurup (1992)	Индия
1889	Картофель, тип не указан, варёный в солёной воде, охлаждённый, разогретый	23		9	Normal	Kanan (1998)	Индия
1890	Картофель, красный, кубиками, варёный в солёной воде 12 мин., на ночь в холодильнике, холодный	56	5	12	Normal	Fernandes (2005)	Канада
2497	Картофель Ontario, белый, запечённый в коже	60		16	Type 1&2	Wolever (1994)	Канада
2498	Картофель Russet Burbank, запеченный без жира	56		7	Diabetic	Wolever (1985)	Канада
2499	Картофель Russet Burbank, запеченный без жира, 45–60 мин.	78		20	Type 2	Crapo (1981)	США
2500	Картофель Russet Burbank, запеченный без жира	94			Type 2, 5; IGT, 6	Crapo (1980)	США
2502	Картофель Maris Peer, очищенный, порезанный на четвертинки, вареный 15 мин. в несоленой воде	94	16	10	Normal	Henry (2005)	Великобритания
2503	Картофель Nardine, вареный	70	17	8	Normal	Perry (2000)	Новая Зеландия
2504	Картофель Ontario, белый, очищенный, нарезанный кубиками, вареный в соленой воде 15 мин.	58		16	Type 1&2	Wolever (1994)	Канада
2506	Картофель, тип не указан, приготовленный	24		14	Type 2	Ayuo (1996)	Кения
2507	Картофель белый, приготовленный	41		30	Type 2	Ionescu-Torgoviste (1983)	Румыния
2508	Картофель вареный	49			Diabetic	Schauberger (1978)	Германия
2509	Картофель белый, вареный	54		7	Diabetic	Wolever (1985)	Канада
2510	Картофель, тип не указан, вареный 19 мин.	56		6	Type 2	Rasmussen (1988)	Дания
2511	Картофель, белый, приготовленный	61		7	Type 2	Parillo (1985)	Италия
2512	Картофель, тип не указан, очищенный, вареный	85			Normal, 5; IR, 4	Najjar (2004)	Ливан
2513	Картофель, тип не указан, очищенный, вареный и охлажденный до 26°C	54			Normal, 5; IR, 4	Najjar (2004)	Ливан
2523	Картофель в микроволновой печи, тип не указан	82		8	Type 2	Krezowski (1987)	США

Примечание. Извлечено и адаптировано из онлайн-овой БД-ГИ [8]. М – среднее арифметическое ГИ для данного продукта питания; SEM (standart error meaning) – стандартная ошибка среднего. Тип – категория испытуемых: «Normal» (здоровые); «Type 1», «Type 2» (диабет I и II типа); «IR» (инсулинорезистентность), «Diabetic» (большой диабетом), «IGT» (нарушенная толерантность к глюкозе). После запятой указано количество испытуемых, точка с запятой разделяет разные категории испытуемых.



ГИ от изложенных выше факторов и по другим углеводным продуктам (рис, макароны, крупы).

На вариабельность значений ГИ одностопных продуктов питания могут оказывать влияние степень зрелости продукта, продолжительность хранения, способ переработки, структура крахмала, размер частиц, содержание клетчатки, кислотность пищевого болюса и др. [10, 11, 12]. При практическом использовании ГИ продуктов фактор большого разброса данных не является принципиальным. Априорно очевидным считается факт взаимосвязи качеств углеводов пищи с гликемией, а цифровое подтверждение является лишь служебно-обеспечивающим средством для нутрициологов. В рамках представленной нами работы невозможно подтвердить или отвергнуть зависимость ГИ от тех или иных перечисленных выше факторов. Однако в зарубежной научной литературе такие данные можно найти. Так, Wolever с соавт. (2003) [12] представили результаты многоцентрового исследования ГИ одних и тех же продуктов, чтобы определить величину и источники вариабельности значений ГИ, полученных в разных международных центрах по протоколу, который соответствовал процедурам, рекомендованным FAO/WHO (1998) [1]. В результате установлено, что гликемические индексы продуктов, определённые с использованием капиллярной крови, были менее вариабельными, чем ГИ, полученные на венозной крови. Так, значение коэффициента вариации ГИ, определённого на капиллярной крови, было более, чем в 2 раза ниже, чем на венозной крови ($23,4 \pm 2,1\%$ против $56,8 \pm 4,4\%$ соответственно). Основной причиной межцентровых (межлабораторных) различий ГИ продуктов является интраиндивидуальная (внутрисубъектная) вариабельность гликемических ответов. Авторы полагают, что поиск путей уменьшения интраиндивидуальной вариации гликемических ответов может быть наиболее эффективной стратегией улучшения точности измерения ГИ. В частности, рекомендуется определять ГИ продуктов относительно глюкозы, использовать только

капиллярную кровь и для расчёта ГИ брать среднее значение по меньшей мере из трёх повторных тестирований типового (стандартного) продукта.

Исследователям, использующим международную БД-ГИ [8], необходимо учитывать все данные о продукте, возможность отбора адекватных записей для расчёта средних значений по группе, не ограничиваясь автоматическим расчётом среднего. В рамках данной работы для обеспечения максимальной обоснованности исходных данных был выполнен предварительный анализ БД-ГИ для отбора адекватной информации. Использование специализированной БД дало возможность быстрого визуального сопоставления данных (экспертной работы) для подбора аналогов российским продуктам питания, отбора записей для последующего расчёта средних значений по номенклатуре.

Особый интерес представляет влияние совместного потребления различных продуктов (комплексов блюд) на общую ГИ. В публикациях по ГИ описывается феномен снижения общего измеряемого уровня ГИ/ГН при питании «смешанной пищей» по сравнению с суммой, полученной по продуктам, однако без конкретной числовой оценки [10]. Работы в данном направлении отразились и на контенте БД-ГИ, где встречается несколько сотен записей типа «... употребляемый совместно с ...» (consumed with, made with, prepared with), примеры которых приведены в *таблица 5* [8]. Однако в таких случаях речь идёт лишь о простой комбинации основного продукта питания с дополнительным продуктом, а не о комплексах блюд.

При практическом использовании международной БД-ГИ нами осуществлялся подбор максимально близких аналогов для продуктов, зафиксированных в опросах по питанию.

Для расчёта ГН важно учесть то, что некоторые категории продуктов питания принципиально не включаются в БД-ГИ. Без- или низкоуглеводные (масла, рыба, мясо, птица и пр.) продукты не исследуются на ГИ и не попадают в БД-ГИ. Авторы

Таблица 5

Извлечение из онлайн-ой БД-ГИ образцов записей по «смешанной пище»

<i>№</i>	<i>Наименование продукта питания</i>
41	Banana cake, made with sugar
65	Carrot cake, prepared with coconut flour
224	Potato, white with skin, baked, consumed with 10 g margarine
891	Hot oat cereal (30 g), berry flavor prepared with 125 mL skim milk



БД-ГИ явно указывают на заведомо исключаемые позиции [6], добавляя к списку выше авокадо, салатные овощи, сыры, яйца. Для того, чтобы оценить, много ли продуктов относится к такой категории, отметим что в базе данных нутриентов USDA SR27 [13] из 8200 продуктов 25% имеют нулевое содержание углеводов, а у 30% их содержание не превышает 1%.

В контексте использования данных БД-ГИ для популяционного исследования питания в нашей стране необходим подбор продуктов, адекватных для данного региона. При этом исходное множество из 2665 записей БД-ГИ значительно сокращается, поскольку многие тропические культуры, ямс (клубневая культура, очень похожая на картофель) и даже разновидности риса в нашей стране не имеют широкого потребления. Из отечественных продуктов питания в БД представлено только «Печенье Юбилейное», для остальных 400–500 продуктов (даже не рецептурных), вошедших в опросы по питанию, требуется подбирать ближайшие аналоги. Точные аналоги для «Хлеб белый» и «Хлеб чёрный пшеничный» и т.п. отсутствуют в БД-ГИ.

Ещё сложнее найти аналоги для блюд. Простая калькуляция по рецептуре не является адекватным приёмом оценки, поскольку в доступной научной литературе не удалось найти обоснованные расчёты увеличения или уменьшения ГИ пищи при кулинарной обработке блюда по сравнению с просуммированными значениями отдельных компонент комплекса блюд. Для выбора наиболее адекватных значений из БД-ГИ исследователь должен самостоятельно подбирать ближайшие аналоги. Например, для блюда «Манная каша» можно подобрать в качестве аналогов № 2275 «Манная крупа, пареная и размоченная» (ГИ=54) или № 2583 «Манная крупа (пшеница мягкая), паровая» (ГИ=55), несмотря даже на то, что обе позиции замерены в Индии и не содержат молока.

В процессе работы с международной БД-ГИ [8] нами обнаружены некоторые информационно-технологические проблемы:

- В таблице БД-ГИ нет первичного ключа. В качестве ключа нами использован номер страницы онлайн-овой БД-ГИ, в качестве параметра `num` входящий в строку `http`-адреса страницы.

- Информация разных полей дублируется, не разделена на «атомы» (производитель есть отдельным реквизитом, но часто, хотя и не всегда встречается в наименовании).

- Служебные справочники (категории продуктов питания, страны, источники, категории тести-

руемых) не выделены в отдельные таблицы, что на практике приводит к ошибкам (от незначимых до позволяющих оспорить результат).

- Для практического использования накопленной информации о ГИ в качестве главного справочника необходима Номенклатура продуктов питания. Косвенно её надобность признают и авторы публикаций 2002–2008 гг, применяя усреднение значений ГИ [6, 7].

- Не все поля заполнены. Отсутствие сведений о разбросе данных в некоторых строках мешает оценке разброса при усреднении данных по группе однородных продуктов питания (даже при принятии необоснованного предположения о нормальности распределения значений). Год получения сведений не заполнен для многих записей, внесённых в БД-ГИ из «неопубликованных данных».

- БД-ГИ не сопровождается документацией и не имеет опубликованного интерфейса для сторонних прикладных программ (API), что для Интернет-базы было бы весьма логично.

Один из основных принципов формирования международной БД-ГИ – заведомое исключение значений ГИ для продуктов питания с низким содержанием углеводов – приводит к логической неувязке: для отсутствующих продуктов применяется правило «присвоенный ноль», «ноль по умолчанию», в то время как продукт ещё никогда не исследовался. Например, чеснок с 30% содержанием углеводов или лук-репка с 8% – не исследуются, так как заранее предполагается, что они не вносят существенного вклада в совокупную ГН. Получается, что информация о ГИ (качестве углеводов) для одних продуктов питания содержится в реквизите ГИ, а для других – не содержится. Поскольку правило трактовки `null`-значений не приведено, в расчёте как обычно `null=0`, в то время как следовало бы применять среднее значение ГИ по группе продуктов или по всей базе данных. В приведённом случае – это 70 (среднее для овощей-корнеплодов) или 50 (среднее по всей базе и вообще шкале значений), хотя отсутствие продукта в БД-ГИ приводит к применению значения 0. Следовательно, при практическом использовании записей БД-ГИ в расчёте ГН фактического питания представляется разумной адаптация алгоритмов для `null`-значений.

При встраивании данных о ГИ продуктов в «нутриентные файлы», используемые при оценке фактического питания, полезно учесть «физический смысл» ГИ как дополнительного показателя качества углеводов. Поскольку по остальным нутриентам



(калорийность, белки, жиры, углеводы, витамины и пр.) выполняется расчёт их содержания в принятой пище по содержанию на 100 г и размеру порции, в БД нутриентов полезнее включать не GI продуктов, а их «ГН на 100 г продукта», что приведёт к стандартизации запросов в системе управления базами данных (СУБД) и облегчит интерпретацию итогов.

ВЫВОДЫ

Методика расчёта GI и ГН продуктов питания основана на современных научных представлениях о роли углеводов в питании человека. Несмотря на то, что многие практические вопросы применения этой методологии ещё не нашли своего окончательного решения, она является интуитивно приемлемой для медицинского исследовательского сообщества и может использоваться для оценки фактического питания.

Наиболее полным и авторитетным источником данных о GI является база данных (БД-ГИ)

Сиднейского университета. При отсутствии возможности точного сопоставления сходных данных по продуктам питания, установленных при опросе обследованных лиц, и продуктов питания, размещённых в БД-ГИ, отбираются наиболее близкие аналоги отечественных продуктов.

В случае однотипных продуктов питания, по которым БД-ГИ предоставляет ряды значений, используются усреднённые значения исходных данных по номенклатуре продукта с целью повышения точности и обоснованности. При отборе таких исходных строк для последующего усреднения необходимо учитывать регион происхождения продукта, источник данных, категорию испытуемых, используя как средства многокритериального отбора БД, так и экспертную оценку.

При расчёте ГН рецептурного продукта питания производится суммирование по ингредиентам без последующей корректуры на потери и биодоступность углеводов, связанные с кулинарной обработкой продуктов.

ЛИТЕРАТУРА



1. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Carbohydrates in human nutrition: report of a joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome, 14–18 April, 1997. Rome: FAO 1998. Available at <http://www.who.int/iris/handle/10665/42071> Accessed 1 February, 2018.
2. ISO 26642: Food products – Determination of the glycaemic index (GI) and recommendation for food classification, Geneva (Switzerland) 2010. Available at <https://www.iso.org/ru/home.html> Accessed 1 February, 2018.
3. Crapo P.A., Reaven G., Olefsky J. Postprandial plasma-glucose and -insulin responses to different complex carbohydrates. *Diabetes*, 1977; 26(12): 1178–83.
4. Jenkins D.J.A., Wolever T.M.S., Taylor R.H., Barker H., Fielden H., Baldwin J.M. et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* 1981; 34: 362–6, 1981.
5. Foster-Powell K., Brand-Miller J. International tables of glycemic index. *Am J Clin Nutr* 1995; 62(suppl): 871S-90S.
6. Foster-Powell K., Holt S.H., Brand-Miller J.C. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am J Clin Nutr*. 2002; 76(1):5–56.
7. Atkinson F.S., Foster-Powell K., Brand-Miller J.C. International Tables of Glycemic Index and Glycemic Load Values: 2008. *Diabetes Care*, 2008; 31(12): 2281–3. doi: 10.2337/dc08-1239.
8. The University of Sydney. Glycemic Index. Available at www.glycemicindex.com Accessed 8 February, 2018.
9. David Mendosa. Helping Defeat Diabetes. Available at www.mendosa.com Accessed 1 February, 2018.
10. Philippou E. The Glycemic Index: Applications in Practice. Nicosia, Cyprus: CRC Press, 2017. ISBN978-1-4987-0366-6.
11. Augustin, L.S.A., Kendall C.W.C., Jenkins D.J.A., Willett W.C., Astrup A., Barclay A.W., Björck I. et al. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An international scientific consensus summit from the international carbohydrate quality consortium (ICQC). *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2015;25(9): 795–815. doi:10.1016/j.numecd.2015.05.005.
12. Wolever T.M., Vorster H.H., Björck I., Brand-Miller J., Brighenti F., Mann J.I. et al. Determination of the glycaemic index of foods: interlaboratory study. *Eur J Clin Nutr* 2003; 57 (3): 475–82.
13. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27. May 2015 update. Available at <https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md/beltsville-human-nutrition-research-center/nutrient-data-laboratory/docs/sr27-download-files/> Accessed 8 February, 2018.