

ПРОЕКТ USAID/GAIN В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ, АФГАНИСТАНЕ И ПАКИСТАНЕ ПО ОБОГАЩЕНИЮ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ МИКРОНУТРИЕНТАМИ

АНАЛИЗ И ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ГАРМОНИЗАЦИИ СТАНДАРТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ ВЫСОКОЙ ЭКСТРАКЦИИ В АФГАНИСТАНЕ И ПАКИСТАНЕ

Документ разработан

Тажибаевым Ш.С. – профессором, вице-президентом Казахской академии питания

под редакцией:

Шарманова Т.Ш. – академика РАН и НАН РК, президента Казахской академии питания
 Омар Дари – профессора, научного специалиста по здравоохранению и питанию, USAID, Бюро глобального здравоохранения и
 Квентина Джонсона – координатора Группы обучения и технической поддержки, «Инициатива по обогащению пищевых продуктов» (Flour Fortification Initiative – FFI)

Содержание

1. Сравнение стандартов обогащения пшеничной муки высокой экстракции, действующих в Афганистане и Пакистане, с соответствующими рекомендациями Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ)	Ошибка! Закладка не определена.
2. Стандарты обязательного и добровольного обогащения пшеничной муки	4
3. Установление уровня биодоступности минералов из пшеничной муки высокой экстракции в Афганистане и Пакистане	4
4. Формула готовой смеси для обогащения пшеничной муки высокой экстракции.....	6
5. Создание производства и параметров регулирования для обогащения пшеничной муки высокой экстракции	8
6. Ежедневное потребление микронутриентов в составе обогащенной пшеничной муки высокой экстракции по группам населения в Афганистане и Пакистане, % от EAR/день и в % RNI/день.....	10
7. Краткое описание приложений.....	13
8. Заключение	14
Приложение 1 – Характеристики обогащения пшеничной муки высокой экстракции и суточное потребление микронутриентов в составе обогащенной пшеничной муки, по группам населения, Афганистан	15
Приложение 2 – Характеристики обогащения пшеничной муки высокой экстракции и суточное потребление микронутриентов в составе обогащенной пшеничной муки, по группам населения, Пакистан.....	16
Литература	19
Благодарность	21

1. Сравнение действующих в странах-участницах стандартов по фортификации рафинированной пшеничной муки с соответствующими рекомендациями Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ).

В соответствии с предварительное согласованному консенсусу, одобренному ВОЗ и другими учреждениями, рекомендации по обогащению пшеничной и кукурузной муки [1], усредненные объемы пищевых веществ, которые можно добавлять к обогащаемой пшеничной муке зависят от:

- расчетного среднего потребления пшеничной муки на душу населения (г/день) – для всех рекомендуемых микронутриентов;
- уровня выхода муки (низкий или высокий) – для железа и цинка;
- обогащающего нутриента – для всех рекомендуемых микронутриентов (таблица 1).

В качестве источника железа могут служить NaFeEDTA, сульфат железа, фумарат железа и электролитное железо. Однако электролитное железо не может использоваться в качестве источника железа в случаях, если расчетное среднее потребление пшеничной муки на душу населения составляет менее 150 г/день, а также для муки с высоким выходом (мука грубого помола). (Высокий выход муки = $\geq 80\%$ пшеничной муки [2]; низкий выход муки (мука тонкого помола) = $< 80\%$ пшеничной муки). Это обусловлено тем, что необходимый чрезвычайно высокий уровень добавляемого электролитного железа может отрицательно сказаться на сенсорных качествах обогащаемой муки.

Среднее потребление пшеничной муки на душу населения в исследуемых странах составляет [3]:

- 311,3 г/сутки в Пакистане;
- 439,0 г/сутки в Афганистане.

Из-за разницы в среднем дневной потреблении пшеничной муки на человека:

- Пакистан и Афганистан относятся к странам со средним потреблением пшеничной муки на душу населения > 300 г/сутки.

В целом, средний уровень дневного потребления муки на душу населения в обеих странах довольно высок и может способствовать гармонизации стандартов обогащения муки.

В Афганистане мука, как ожидается, будет обогащаться 4 микронутриентами (витамины B₉ и B₁₂, железо и цинк); в Пакистане пока только 2 микронутриента - витамин B₉ и железо – необходимы на национальном уровне (Таблица 2).

Уровень добавляемых в муку микронутриентов:

- В Афганистане и Пакистане данные приводятся для муки под названием Атта, традиционно относимой к муке высокой экстракции.

Уровень добавляемых в муку микронутриентов в сравнении с одобренными ВОЗ рекомендациями:

- витамин B₉ – несколько выше в Пакистане;
- железо – несколько ниже в Пакистане;
- цинк – ниже в Афганистане;
- прочие параметры в этих странах соответствуют рекомендациям ВОЗ.

Таблица 1 – Рекомендации ВОЗ, 2009^а: Усредненные объемы пищевых веществ, которые можно добавлять к обогащаемой пшеничной муке - по выходу муки, по обогащающему соединению и по расчетному потреблению муки

Нутриент	Выход муки	Компонент	Объем добавляемых пищевых веществ, выраженный в частях на миллион (ppm) в разбивке по расчетному среднему потреблению пшеничной муки на душу населения (г/день) ^б			
			<75г/день ^с	75-149 г/день	150-300 г/день	>300г/день
Железо	Низкий	NaFeEDTA	40	40	20	15
		Сульфат железа	60	60	30	20
		Фумарат железа	60	60	30	20
		Электролитное железо	NR ^д	NR ^д	60	40
	Высокий	NaFeEDTA	40	40	20	15
Фолиевая кислота	Низкий или высокий	Фолиевая кислота	5.0	2.6	1.3	1.0
Витамин В ₁₂	Низкий или высокий	Цианокобаламин	0.04	0.02	0.01	0.008
Витамин А	Низкий или высокий	Витамин А пальмитат	5.9	3	1.5	1
Цинк ^е	Низкий	Оксид цинка	95	55	40	30
	Высокий	Оксид цинка	100	100	80	70

Примечания:

^а – WHO, FAO, UNICEF, GAIN, MI, & FFI. Recommendations on wheat and maize flour fortification. Meeting Report: Interim Consensus Statement. Geneva, World Health Organization, 2009 (http://www.WO3.int/nutrition/publications/микронутриенты/wheat_maize_fort_ru.pdf).

^б – Эти расчетные уровни учитывают только пшеничную муку в качестве средства доставки в рамках программы общественного здравоохранения. Если будут эффективно проводиться другие программы массового обогащения продуктов питания в других пищевых средах, то эти предлагаемые уровни обогащения необходимо будет соответствующим образом пересмотреть в сторону понижения.

^с – Расчетное подушевое потребление <75 г/день не позволяет проводить добавку достаточного уровня обогащающего вещества, позволяющего удовлетворить потребность женщин детородного возраста в питательных микронутриентах. Необходимо рассмотреть обогащение других пищевых сред, а также другие меры.

^д – NR = Не рекомендуется, поскольку необходимый чрезвычайно высокий уровень добавляемого электролитного железа может отрицательно сказаться на сенсорных качествах обогащаемой муки.

^е – Эти объемы цинковой добавки подразумевают прием 5 мг цинка и никаких дополнительных фитатов из других пищевых источников.

Таблица 2 – Сводные данные об уровнях микронутриентов, добавляемых в частях на миллион (ppm) в фортифицированную пшеничную муку в соответствии со стандартами в Афганистане и Пакистане

Наименование	Пакистан	Афганистан
	Атта [4]	Атта [5]
Витамин В ₁	н/о	н/о
Витамин В ₂	н/о	н/о
Витамин В ₃	н/о	н/о
Витамин В ₉ ВОЗ, 2009	1,5 1,0	1,0 1,0
Витамин В ₁₂ ВОЗ, 2009	н/о 0,008	0,008 0,008
Железо ВОЗ, 2009	10,0 15,0	15,0 15,0
	Натрий Железо ЭДТА	Натрий Железо ЭДТА
Цинк ВОЗ, 2009	нет 30,0	30,0 30,0

Примечания:

н/о – не обогащается

Потребление пшеничной муки в граммах на душу населения в сутки:

> 300 в Афганистане и Пакистане

2. Стандарты обязательного и добровольного обогащения пшеничной муки

Представляется целесообразным разработать следующие стандарты на:

- Обязательную фортификацию пшеничной муки микронутриентами, рекомендованными Всемирной организацией здравоохранения, а именно: витаминами В₉ и В₁₂, железом и цинком для всех типов муки, плюс В₁, В₂ и В₃ для рафинированной (с низким выходом) муки;

- Пшеничная мука грубого помола (с высоким выходом) содержит достаточное количество последних витаминов (В₁, В₂ и В₃); и нет необходимости добавлять их к этому типу муки;

- Провести исследования по дефициту витамина А и витамина D во всех странах, с тем чтобы установить, целесообразно ли добавление этих витаминов для всего региона.

3. Установление уровня биодоступности минеральных веществ из пшеничной муки высокой экстракции в Афганистане и Пакистане

Продовольственная и сельскохозяйственная организация/Всемирная организация здравоохранения ООН установила биодоступность железа в 5% для строгой вегетарианской диеты, в 10% - при добавлении небольшого количества мяса и аскорбиновой кислоты и в 15% для рационов питания, богатых мясом и фруктами [6].

Рацион населения Афганистана и Пакистана можно отнести к группе с 5% (низкой) биодоступностью минеральных веществ, поскольку уровень потребления на душу населения:

- высокий (311 г/сутки в Пакистане и 439 г/сутки в Афганистане) для пшеничной муки, в основном высокой экстракции (ингибиторы всасывания железа);

- очень низкий (45 г/сутки в Пакистане и 34 г/сутки в Афганистане) для мяса и мясных продуктов, содержащих гемовое железо (стимулятор всасывания железа);

- очень низкий для овощей (72 г/сутки в Пакистане и 79 г/сутки в Афганистане) и фруктов (80 г/сутки в Пакистане и 93 г/сутки в Афганистане), являющихся источниками витамина С (стимулятор всасывания железа).

Такое разделение рационов в зависимости от биодоступности минеральных веществ следует принимать во внимание при расчете количества микронутриентов в обогащенной муке и при сравнении его с потребностями в витаминах и минералах в питании человека согласно данным ВОЗ/ФАО [7].

Общее содержание железа в рационе дает мало информации о содержании биодоступного железа, которое подвергается значительному воздействию пищевых продуктов и может меняться в 10 раз в зависимости от различных продуктов с аналогичным содержанием железа [8]. Хотя вегетарианская диета, скорее всего, содержит железо в количествах, эквивалентных количествам невегетарианского рациона, железо в вегетарианской диете, вероятно, менее доступно для усвояемости [9] из-за различий в химической форме железа и сопутствующих составляющих, которые ускоряют или угнетают усвоение железа [10].

Химическая форма железа является важным фактором, влияющим на доступность железа в вегетарианском рационе. В таком рационе неорганические соли железа (негемового) присутствуют в растениях и в животных тканях, а органическое железо (гемо), поступающее из гемоглобина (крови) и миоглобина (красные мышцы) присутствует в животных источниках питания. Всасывание гемового железа в меньшей степени зависит от пищевых соединений, за исключением соединений кальция [11].

Менее 40% железа содержится в мясе, птице и рыбе [12] в гемовой форме, которая усваивается более эффективно, чем остальное негемовое железо, присутствующее в этих и других продуктах [13]. Невегетарианский рацион со значительным количеством красного мяса поставляет около 2 мг/день, или 10–15% от общего количества железа в гемовой форме [6]. Гемовое железо лучше всасывается (около 15–40%), чем негемовое (около 1–15%) [14].

Цельные крупы содержат фитиновые кислоты и полифенолы, которые снижают биодоступность железа [15]. Уровни фитиновой кислоты в муке с низким выходом низки по сравнению с мукой высокого выхода. Хлеб также в большинстве стран ЦАР сбраживается с помощью дрожжей. Пакистан и Афганистан отличаются высоким потреблением пресного хлеба из муки высокого выхода. Это означает, что фитиновая кислота не разрушается в последней стадии ферментации в указанных странах.

Дело в том, что цельная пшеничная мука (т.е. мука высокого выхода) является хорошим источником фитиновой кислоты, которая в свою очередь является основным ингибитором всасывания негемового железа из растительных продуктов. Фосфатные группы фитиновой кислоты отрицательно заряжены при физиологически соответствующих условиях, что приводит к образованию катионов фитата, таких как железо и цинк, что делает эти минеральные вещества менее доступными для всасывания [14]. Потребление 5-10 мг фитиновой кислоты может снизить всасывание железа на 50% [15, 16]. Содержание фитата в рафинированной (белой) муке составляет около 100 мг/100 г, а в пшеничной и цельной пшеничной муке – около 600 мг/100 г [17]. Полифенолы также образуют нерастворимые комплексы с железом, тем самым снижая его биодоступность для организма.

Биодоступность гемового железа из мяса и мясных продуктов [18] значительно выше (15-40%), чем биодоступность негемового железа из растительной пищи [19]. Всасывание гемового железа менее подвержено воздействию пищевых соединений, за исключением соединений кальция [20].

Ингибирующее действие кальция для усвояемости железа признано уже много лет, и наличие большого количества кальция может затруднять всасывание железа из обогащенных продуктов питания [21]. Проведены различные исследования, но они часто дают противоречивые результаты, потому что различные факторы влияют на взаимодействие между кальцием и усвояемостью железа [11].

Молоко и молочные продукты являются хорошим источником кальция. Но усвояемость железа и цинка из молочных продуктов выше, чем из растительных продуктов, считается даже, что кальций из молока и молочных продуктов, найденный в виде фосфата кальция, ингибирует всасывание негемового и гемового железа [11], и снова результаты противоречивы. Например, потребление козьего молока приводит к лучшему восстановлению в организме железа, минимизируя взаимодействие кальций-железо и улучшая статус железа и его усвояемость [22]. Всасывание железа из рациона на основе зерновых не ингибируется коровьим молоком [23]. С другой стороны, молоко содержит кальций и казеины, которые ингибируют усвояемость как негемового, так и гемового железа. Оно входит в клетки слизистой оболочки различными путями и остается в той же форме, что означает, что кальций ингибирует внутриклеточную транспортировку железа [24].

Для обеспечения необходимого всасывания железа его потребление должно быть достаточным для повышения или сохранения его уровня в организме. Такое условие может быть достигнуто путем добавления достаточного количества железа в обогащенную среду и/или веществ, усиливающих всасывание. В случае обогащения пшеничной муки единственным практическим усилителем, который можно добавить, является ЭДТА либо применение соединения NaFeEDTA в качестве источника железа; железо в форме трехвалентного железа-натрия-ЭДТА в 2–3 раза более биодоступно, чем из других источников минеральных веществ, и оно активно включено в гемоглобин [25]; железо из смеси натрия, железа и ЭДТА имеет высокую биодоступность, несмотря на наличие ингибирующих факторов, образующих нерастворимые комплексы [26]. Витамин С, который может усилить всасывание натурального и обогащающего железа за счет снижения их свойств и хелатирующего действия [27], разрушается во время выпечки. Бычий гемоглобин нелегко усваивается либо слишком дорог для применения в качестве обогащающего вещества.

Более половины цинка в рационах США получают из продуктов животного происхождения, и четверть всего количества цинка поступает из говядины [28]. Биодоступность цинка из вегетарианского рациона питания также более низкая, чем из невегетарианского. Растительная пища, богатая цинком, например, бобовые, цельные зерна, орехи и семена, также отличается высоким содержанием фитиновой кислоты – ингибитора биодоступности цинка [29]. Биодоступность цинка усиливается молочным белком [30], но растительные источники белка обычно также содержат большое количество фитиновой кислоты. Из-за низкой усвояемости цинка люди с вегетарианским рационом питания, особенно при молярных соотношениях фитат – цинк > 15, могут нуждаться в цинке на 50% больше, чем не-вегетарианцы [31, 32].

Таким образом, железо и цинк из вегетарианского рациона в целом менее биодоступны, чем из невегетарианского, по причине меньшего потребления мяса, а также из-за тенденции большего потребления фитиновой кислоты и других растительных ингибиторов всасывания цинка и железа.

Биодоступность железа, по некоторым оценкам, составляет около 5-12% в вегетарианском рационе и 14-18% - в смешанных рационах. Эти данные используются для создания справочных значений в рационах для всех групп населения [40]. Принимая во внимание все факторы, которые могут влиять на биодоступность железа, оценочная средняя усвояемость железа для типичных западных рационов составляет около 15-18% [33-36].

4. Формулирование премикса для фортификации рафинированной пшеничной муки

С учетом вышеупомянутых рекомендаций ВОЗ, среднее потребление пшеничной муки на душу населения в граммах в сутки в странах – участницах исследования, и характеристик рационов с низкой и умеренной биодоступностью минеральных веществ, состав готовой смеси разработан для целей обязательного обогащения муки высокой экстракции и представлен в Таблице 3.

Таблица 3 – Основные параметры смесей для обогащения пшеничной муки высокой экстракции

Нутриент	Соединение фортификанта	Выбранный уровень фортификации (мг/кг муки)	Количество фортификанта (мг/кг муки)	Формулирование премикса			
				Фортификант (г/кг премикса)	Нутриент (г/кг премикса)	Стоимость (US\$/kg)	% Стоимости
Витамин В-9 (фолат)	Фолиевая кислота	1,0	1,1	4,4	4,0	\$0,49	6,5
Витамин В-12	Витамин В-12 0.1% WS	0,008	8,0	32,0	0,03	\$1,28	16,9
Железо	NaFeEDTA	15,0	115,4	461,5	60,0	\$3,00	39,6
Цинк	Оксид цинка	30,0	37,5	150,0	120,0	\$0,45	5,9
	Наполнитель (минимум 25%)		40,5	352,0		\$0,35	4,6
		ВСЕГО	202,5	1000,0			
	Расчетная стоимость производства, контроля качества и поставки (примерно US\$2/кг готовой смеси)					\$2,00	26,4
				Примерная стоимость за кг =		\$7,57	100,0
						\$1,89	
						0,38% от цены	

Минимальное количество (граммов на метрическую тонну)	202
Выбранное количество (граммов на метрическую тонну)	250**

Максимальный фактор разведения = 1/	4938
Выбранный фактор разведения = 1/	4000

Примечание:

* - Расходы на фортификантов всегда составляют наибольшую часть стоимости процесса фортификации, когда это осуществляется в формальных и централизованных предприятиях.

** - Это значение должно быть больше, чем оценочная минимальная сумма за метрическую тонну (выше).

5. Установление производственных и регуляторных параметров для фортификации пшеничной муки высокой экстракции

Исходя из состава премикса установлены производственные и нормативные параметры обогащения муки высокой экстракции установлены и представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Основные производственные и нормативные параметры для обогащения пшеничной муки высокой экстракции

Нутриент	Соединение фортификанта	Выбранный уровень фортификации (мг/кг муки)	Параметры производства			Регуляторные параметры	
			mFL (1) (мг/кг муки)	Среднее (2) (мг/кг муки)	MFL (3) (мг/кг муки)	LmL (4) (мг/кг муки)	MTL (5) (мг/кг муки)
Витамин В-9 (фолат)	Фолиевая кислота	1,0	0,8	1,4	2,0	0,7	2,0
Витамин В-12	Витамин В-12 0.1% вр	0,008	0,004	0,008	0,012	0,004	0,012
Железо	NaFeEDTA	15,0	36,0	53,0	70,0	36,0	70,0
Цинк	Оксид цинка	30,0	40,0	59,0	78,0	40,0	78,0

Notes:

(1) mFL = Минимальный уровень обогащения по уравнению 2.

(2) Среднее = Утвержденный уровень обогащения + Собственное содержание микронутриентов в необогащенных продуктах питания.

(3) MFL = Максимальный уровень обогащения по уравнению 3.

(4) LmL= Нормативный минимальный уровень по уравнению 4.

(5) MTL = Максимальный допустимый уровень, эквивалентный MFL, но только для микронутриентов с угрозой безопасности, округленно.

6. Суточное потребление микронутриентов в составе фортифицированной пшеничной муки по группам населения в Афганистане и Пакистане, в % от EAR/день и в % RNI/день

Термины [37]:

EAR = Расчетная средняя потребность - это ежедневное потребление, которое отвечает потребности в пищевых веществах 50% практически здоровых лиц в соответствующих возрастных и половых группах населения.

RNI = Рекомендуемое потребление пищевых веществ - это ежедневное потребление, которое отвечает потребности в пищевых веществах почти всех (97,5%) практически здоровых лиц в соответствующих возрастных и половых группах населения.

В Все основные расчеты в настоящем и других разделах проведены с использованием формулятора, разработанного Omar Dary и Michael Hainsworth [38].

С точки зрения ежедневного потребления питательных веществ в % EAR/день и в % RNI/день, в различных возрастных и гендерных группах (Таблица 5) двух стран данные расположены в порядке возрастания:

Нутриент / Страна	% EAR/день	% RNI/день
Фолиевая кислота:		
Пакистан	96% до 135%	76% до 109%
Афганистан	135% до 192%	108% до 154%
Витамин В12:		
Пакистан	74% до 113%	62% до 88%
Афганистан	105% до 160%	87% до 124%
Железо:		
Пакистан	21% до 85%	11% до 35%
Афганистан	30% до 119%	16% до 49%
Цинк:		
Пакистан	50% до 90%	42% до 75%
Афганистан	71% до 127%	59% до 106%

Таблица 5 – Суточное потребление микронутриентов в составе фортифицированной пшеничной муки высокой экстракции группами населения в Афганистане и Пакистане, в % EAR/день и % RNI/день

Нутриент	Суточное потребление микронутриентов в составе фортифицированной пшеничной муки по группам населения в:			
	Афганистане		Пакистане	
	% EAR/день	% RNI/день	% EAR/день	% RNI/день
Дети, 1-3 года				
Витамин В-9 (фолат)	189,8	151,9	134,6	107,7
Витамин В-12	159,5	122,7	113,1	87,0
Железо (NaFeEDTA)	97,9	42,0	69,4	29,8
Цинк	70,5	58,7	50,0	41,6
Дети, 4-6 лет				
Витамин В-9 (фолат)	180,9	144,7	128,3	102,6
Витамин В-12	140,3	116,9	99,5	82,9
Железо (NaFeEDTA)	119,4	49,1	84,7	34,8
Цинк	77,4	64,5	54,9	45,7
Дети, 7-9 лет				

Нутриент	Суточное потребление микронутриентов в составе фортифицированной пшеничной муки по группам населения в:			
	Афганистане		Пакистане	
	% EAR/день	% RNI/день	% EAR/день	% RNI/день
Витамин В-9 (фолат)	151,4	121,1	107,3	85,9
Витамин В-12	117,4	97,8	83,3	69,4
Железо (NaFeEDTA)	106,1	43,7	75,2	31,0
Цинк	83,3	69,4	59,0	49,2
Мужчины, 10-18 лет				
Витамин В-9 (фолат)	177,0	141,6	125,5	100,4
Витамин В-12	137,3	114,4	97,4	81,1
Железо (NaFeEDTA)	48,5	34,6	34,4	24,5
Цинк	85,0	70,9	60,3	50,2
Мужчины, 19-50 лет				
Витамин В-9 (фолат)	192,4	153,9	136,4	109,1
Витамин В-12	149,3	124,4	105,8	88,2
Железо (NaFeEDTA)	63,9	48,1	45,3	34,1
Цинк	112,9	94,1	80,0	66,7
Мужчины, 51-65 лет				
Витамин В-9 (фолат)	188,6	150,8	136,4	109,1
Витамин В-12	146,3	121,9	105,8	88,2
Железо (NaFeEDTA)	62,6	47,1	45,3	34,1
Цинк	110,6	92,2	80,0	66,7
Мужчины старше 65 лет				
Витамин В-9 (фолат)	157,8	126,2	111,9	89,5
Витамин В-12	122,4	102,0	86,8	72,3
Железо (NaFeEDTA)	52,4	39,4	37,2	27,9
Цинк	92,6	77,1	65,6	54,7
Женщины, 10-18 лет				
Витамин В-9 (фолат)	148,2	118,5	105,1	84,0
Витамин В-12	114,9	95,8	81,5	67,9
Железо (NaFeEDTA)	29,6	15,6	21,0	11,1
Цинк	84,5	70,4	59,9	49,9
Женщины, 19-50 лет				
Витамин В-9 (фолат)	152,0	121,6	107,8	86,2
Витамин В-12	117,9	98,3	83,6	69,7
Железо (NaFeEDTA)	39,3	17,7	27,9	12,5
Цинк	127,4	106,2	90,3	75,3
Женщины, 41-65 лет				
Витамин В-9 (фолат)	150,1	120,1	106,4	85,1
Витамин В-12	116,4	97,0	82,6	68,8
Железо (NaFeEDTA)	100,9	45,5	71,6	32,2
Цинк	125,8	104,8	89,2	74,3
Женщины старше 65 лет				
Витамин В-9 (фолат)	134,7	107,7	95,5	76,4
Витамин В-12	104,5	87,1	74,1	61,7
Железо (NaFeEDTA)	65,3	40,8	46,3	28,9
Цинк	112,9	94,1	80,0	66,7

Примечания:

EAR = Расчетная средняя потребность - это ежедневное потребление, которое отвечает потребности в пищевых веществах 50% практически здоровых лиц в соответствующих возрастных и половых группах населения.

RNI = Рекомендуемое потребление пищевых веществ - это ежедневное потребление, которое отвечает потребности в пищевых веществах почти всех (97,5%) практически здоровых лиц в соответствующих возрастных и половых группах населения.

8. Краткая характеристика приложений.

Приложения 1 и 2 содержат подробные характеристики обогащенной премиксом пшеничной муки высокой экстракции, основные параметры которых указаны в таблице 3. В частности, в приложениях приводятся следующие данные:

- Количества добавок четырех микронутриентов (витамины В₉ и В₁₂, железо в виде NaFeEDTA и цинк) в муку, в мг/кг муки;
- Скорректированный верхний предел для каждого микронутриента (витамины В₉ и В₁₂, железо в виде NaFeEDTA и цинк), в мг/кг муки;
- Ежедневное потребление микронутриентов в составе обогащенной пшеничной муки, в:
 - мг/день
 - % EAR/день
 - % RNI/день

Указанные сведения в каждой стране-участнице приведены для следующих половозрастных групп населения в соответствии с рекомендациями ВОЗ:

1. Дети, 1-3 года
2. Дети, 4-6 лет
3. Дети, 7-9 лет
4. Мужчины, 10-18 лет
5. Мужчины, 19-50 лет
6. Мужчины, 51-65 лет
7. Мужчины старше 65 лет
8. Женщины, 10-18 лет
9. Женщины, 19-50 лет
10. Женщины, 51-65 лет
11. Женщины старше 65 лет

По количеству стран составлено 2 приложения:

- Афганистан – Приложение 1
- Пакистан – Приложение 2

9. Заключение

1. Для обязательного обогащения пшеничной муки высокой экстракции выбраны 4 микронутриента:

- Витамин В₉ (фолат)
- Витамин В₁₂ (цианокобаламин)
- Железо (в виде NaFeEDTA)
- Цинк (оксид цинка)

2. Предлагаемые дополнительные количества микронутриентов в муке высокой экстракции:

- подготовлены с учетом среднего потребления муки на душу населения (в г/сутки) в странах-участницах исследования;
- полностью соответствуют рекомендациям ВОЗ.

3. Предлагаемые для обогащения муки высокой экстракции количества **цинка и витаминов В₉ и В₁₂** обеспечивают приемлемые уровни общего ежедневного потребления (в % RNI/день) этих микронутриентов в составе обогащенной пшеничной муки для всех гендерных и возрастных групп населения в обеих странах:

Нутриент	Афганистан	Пакистан
Витамин В-9 (фолат)	108% до 154%	76% до 109%
Витамин В-12	87% до 124%	62% до 88%
Цинк	59% до 106%	42% до 75%

4. Предлагаемые уровни обогащения муки высокой экстракции железом не обеспечивают приемлемый уровень ежедневного потребления (в % RNI/день) **железа** женщинами в возрасте от 10 до 50 лет в обеих странах:

- Пакистан: от 11% до 13%
- Афганистан: от 16% до 18%

5. Даже в других половозрастных группах населения предлагаемые уровни обогащения муки высокой экстракции обеспечивают менее 50% количества RNI/день от общего суточного потребления **железа** в обеих странах:

- Пакистан: от 25% до 34%
- Афганистан: от 35% до 49%

Приложение 1 – Характеристики обогащения пшеничной муки высокой экстракции и суточное потребление микронутриентов в составе обогащенной пшеничной муки, по группам населения, Афганистан

Афганистан: Обогащение муки высокой экстракции

Нутриент	Уровень добавления в муку, мг/кг	Скорректированный верхний предел, мг/день	Суточное потребление микронутриентов в составе фортифицированной муки:		
			мг/день ^a	%EAR/день	%RNI/день
Дети, 1-3 года: P-50 Потребление продукта целевой группой = 162,4 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	0,3	0,134	189,8	151,9
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,001	159,5	122,7
Железо (NaFeEDTA)	15,0	4,7	2,436	97,9	42,0
Цинк	30,0	7,0	4,873	70,5	58,7
Дети, 4-6 лет: P-50 Потребление продукта целевой группой = 206,3 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	0,4	0,170	180,9	144,7
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,001	140,3	116,9
Железо (NaFeEDTA)	15,0	7,2	3,095	119,4	49,1
Цинк	30,0	12,0	6,190	77,4	64,5
Дети, 7-9 лет: P-50 Потребление продукта целевой группой = 259,0 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	0,5	0,214	151,4	121,1
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,002	117,4	97,8
Железо (NaFeEDTA)	15,0	10,1	3,885	106,1	43,7
Цинк	30,0	12,0	7,770	83,3	69,4
Мужчины, 10-18 лет: P-50 Потребление продукта целевой группой = 403,9 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	0,7	0,333	177,0	141,6
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,003	137,3	114,4
Железо (NaFeEDTA)	15,0	19,8	6,058	48,5	34,6
Цинк	30,0	28,0	12,116	85,0	70,9
Мужчины, 19-50 лет: P-50 Потребление продукта целевой группой = 439,0 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	1,0	0,362	192,4	153,9
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,003	149,3	124,4
Железо (NaFeEDTA)	15,0	28,8	6,585	63,9	48,1
Цинк	30,0	45,0	13,170	112,9	94,1
Мужчины, 51-65 лет: P-50 Потребление продукта целевой группой = 430,2 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	1,0	0,355	188,6	150,8
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,003	146,3	121,9
Железо (NaFeEDTA)	15,0	27	6,453	62,6	47,1

Нутриент	Уровень добавления в муку, мг/кг	Скорректированный верхний предел, мг/день	Суточное потребление микронутриентов в составе фортифицированной муки:		
			мг/день ^a	%EAR/день	%RNI/день
Цинк	30,0	45,0	12,907	110,6	92,2
Мужчины старше 65 лет: P-50 Потребление продукта целевой группой = 360,0 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	1,0	0,297	157,8	126,2
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,002	122,4	102,0
Железо (NaFeEDTA)	15,0	25,2	5,400	52,4	39,4
Цинк	30,0	45,0	10,799	92,6	77,1
Женщины, 10-18 лет: P-50 Потребление продукта целевой группой = 338,0 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	0,7	0,279	148,2	118,5
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,002	114,9	95,8
Железо (NaFeEDTA)	15,0	18	5,070	29,6	15,6
Цинк	30,0	28,0	10,141	84,5	70,4
Женщины, 19-50 лет: P-50 Потребление продукта целевой группой = 346,8 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	1,0	0,286	152,0	121,6
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,002	117,9	98,3
Железо (NaFeEDTA)	15,0	23,4	5,202	39,3	17,7
Цинк	30,0	45,0	10,404	127,4	106,2
Женщины, 51-65 лет: P-50 Потребление продукта целевой группой = 342,4 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	1,0	0,282	150,1	120,1
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,002	116,4	97,0
Железо (NaFeEDTA)	15,0	25,2	5,136	100,9	45,5
Цинк	30,0	45,0	10,273	125,8	104,8
Женщины старше 65 лет: P-50 Потребление продукта целевой группой = 307,3 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	1,0	0,254	134,7	107,7
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,002	104,5	87,1
Железо (NaFeEDTA)	15,0	21,6	4,610	65,3	40,8
Цинк	30,0	45,0	9,219	112,9	94,1

Примечания:

^a - Эти значения рассчитываются принимая во внимание потери микронутриентов при хранении и распределении, а также во время приготовления пищи.

EAR = Расчетная средняя потребность - это ежедневное потребление, которое отвечает потребности в пищевых веществах 50% практически здоровых лиц в соответствующих возрастных и половых группах населения.

RNI = Рекомендуемое потребление пищевых веществ - это ежедневное потребление, которое отвечает потребности в пищевых веществах почти всех (97,5%) практически здоровых лиц в соответствующих возрастных и половых группах населения.

* N.D. = Не определен

Приложение 2 – Характеристики обогащения пшеничной муки высокой экстракции и суточное потребление микронутриентов в составе обогащенной пшеничной муки, по группам населения, Пакистан

Пакистан: Обогащение муки высокой экстракции

Нутриент	Уровень добавления в муку, мг/кг	Скорректированный верхний предел, мг/день	Суточное потребление микронутриентов в составе фортифицированной муки:		
			мг/день ^a	%EAR/день	%RNI/день
Дети, 1-3 года: P-50 Потребление продукта целевой группой = 115,2 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	0,3	0,095	134,6	107,7
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,001	113,1	87,0
Железо (NaFeEDTA)	15,0	4,7	1,728	69,4	29,8
Цинк	30,0	7,0	3,455	50,0	41,6
Дети, 4-6 лет: P-50 Потребление продукта целевой группой = 146,3 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	0,4	0,121	128,3	102,6
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,001	99,5	82,9
Железо (NaFeEDTA)	15,0	7,2	2,195	84,7	34,8
Цинк	30,0	12,0	4,389	54,9	45,7
Дети, 7-9 лет: P-50 Потребление продукта целевой группой = 183,7 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	0,5	0,152	107,3	85,9
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,001	83,3	69,4
Железо (NaFeEDTA)	15,0	10,1	2,755	75,2	31,0
Цинк	30,0	12,0	5,510	59,0	49,2
Мужчины, 10-18 лет: P-50 Потребление продукта целевой группой = 286,4 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	0,7	0,236	125,5	100,4
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,002	97,4	81,1
Железо (NaFeEDTA)	15,0	19,8	4,296	34,4	24,5
Цинк	30,0	28,0	8,592	60,3	50,2
Мужчины, 19-50 лет: P-50 Потребление продукта целевой группой = 311,3 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	1,0	0,257	136,4	109,1
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,002	105,8	88,2
Железо (NaFeEDTA)	15,0	28,8	4,670	45,3	34,1
Цинк	30,0	45,0	9,339	80,0	66,7
Мужчины, 51-65 лет: P-50 Потребление продукта целевой группой = 305,1 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	1,0	0,257	136,4	109,1
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,002	105,8	88,2
Железо (NaFeEDTA)	15,0	28,8	4,670	45,3	34,1

Нутриент	Уровень добавления в муку, мг/кг	Скорректированный верхний предел, мг/день	Суточное потребление микронутриентов в составе фортифицированной муки:		
			мг/день ^a	%EAR/день	%RNI/день
Цинк	30,0	45,0	9,339	80,0	66,7
Мужчины старше 65 лет: Р-50 Потребление продукта целевой группой = 255,3 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	1,0	0,211	111,9	89,5
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,002	86,8	72,3
Железо (NaFeEDTA)	15,0	25,2	3,829	37,2	27,9
Цинк	30,0	45,0	7,658	65,6	54,7
Женщины, 10-18 лет: Р-50 Потребление продукта целевой группой = 239,7 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	0,7	0,198	105,1	84,0
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,002	81,5	67,9
Железо (NaFeEDTA)	15,0	18	3,596	21,0	11,1
Цинк	30,0	28,0	7,191	59,9	49,9
Женщины, 19-50 лет: Р-50 Потребление продукта целевой группой = 245,9 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	1,0	0,203	107,8	86,2
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,002	83,6	69,7
Железо (NaFeEDTA)	15,0	23,4	3,689	27,9	12,5
Цинк	30,0	45,0	7,378	90,3	75,3
Женщины, 51-65 лет: Р-50 Потребление продукта целевой группой = 242,8 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	1,0	0,200	106,4	85,1
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,002	82,6	68,8
Железо (NaFeEDTA)	15,0	25,2	3,642	71,6	32,2
Цинк	30,0	45,0	7,284	89,2	74,3
Женщины старше 65 лет: Р-50 Потребление продукта целевой группой = 217,9 г/сутки					
Витамин В-9 (фолат)	1,0	1,0	0,180	95,5	76,4
Витамин В-12	0,008	N.D.	0,001	74,1	61,7
Железо (NaFeEDTA)	15,0	21,6	3,269	46,3	28,9
Цинк	30,0	45,0	6,537	80,0	66,7

Примечания:

^a - Эти значения рассчитываются принимая во внимание потери микронутриентов при хранении и распределении, а также во время приготовления пищи.

EAR = Расчетная средняя потребность - это ежедневное потребление, которое отвечает потребности в пищевых веществах 50% практически здоровых лиц в соответствующих возрастных и половых группах населения.

RNI = Рекомендуемое потребление пищевых веществ - это ежедневное потребление, которое отвечает потребности в пищевых веществах почти всех (97,5%) практически здоровых лиц в соответствующих возрастных и половых группах населения.

* N.D. = Не определен

Литература

1. WHO, FAO, UNICEF, GAIN, MI, & FFI. Recommendations on wheat and maize flour fortification. Meeting Report: Interim Consensus Statement. Geneva, World Health Organization, 2009.
2. Wheat Flour Fortification: Current Knowledge and Practical Applications. Summary report of an international technical workshop. Cuernavaca, Mexico, December 1-3, 2004, 31 p.
3. <http://faostat3.fao.org/download/FB/CC/E>
4. Pakistan standard specification for fortified wheat atta. PS: 4872 -2008. ICS No.67.060, 30 p.
5. Fortified wheat flour specification. Draft Afghanistan Standard. Afghanistan National Standards Authority, 13 June 2013, 10 p.
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization. Requirements of vitamin A, iron, folate and vitamin B12. FAO Food and Nutrition Series, No 23. Rome: FAO. 1988; 33–50.
7. Vitamin and mineral requirements in human nutrition. Second edition. WHO/FAO, 2004, 362 p.
8. Hallberg L, Hulthen L. Prediction of dietary iron absorption: an algorithm for calculating absorption and bioavailability of dietary iron. *Am J Clin Nutr* 2000;71:1147–60. (Published erratum appears in *Am J Clin Nutr* 2000;72:1242.)
9. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington, DC: National Academy Press, 2001.
10. Hunt JR, Roughead ZK. Nonheme-iron absorption, fecal ferritin excretion, and blood indexes of iron status in women consuming controlled lactoovo vegetarian diets for 8 wk. *Am J Clin Nutr* 1999;69: 944–52.
11. Quinaes KD, Cilla A and Barberá R. Iron Bioavailability from Cereal Foods Fortified with Iron. *Austin J Nutr Metab.* 2015;2(3): 1021.
12. Mosen ER, Hallberg L, Layrisse M, et al. Estimation of available dietary iron. *Am J Clin Nutr* 1978;31:134–41.
13. Cook JD. Adaptation in iron metabolism. *Am J Clin Nutr* 1990; 51(2):301–8.
14. Hallberg L, Hulthen L, Gramatkovski E. Iron absorption from the whole diet in men: how effective is the regulation of iron absorption? *Am J Clin Nutr* 1997;66:347–56.
15. Bohn, L.; Meyer, A.S.; Rasmussen, S.K. Phytate: Impact on environment and human nutrition. A challenge for molecular breeding. *J. Zhejiang Univ. Sci. B* 2008, 9, 165–191.
16. By Ryan Andrews. Phytates and phytic acid. <http://www.precisionnutrition.com/all-about-phytates-phytic-acid>
17. Schlemmer U, et al. Phytate in foods and significance for humans: Food sources, intake, processing, bioavailability, protective role and analysis. *Mol Nutr Food res* 2009;53:S330-S375. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mnfr.200900099/pdf>
18. Rosalind S. Gibson, Karl B. Bailey, Michelle Gibbs, Elaine L. Ferguson. A review of phytate, iron, zinc, and calcium concentrations in plant-based complementary foods used in low-income countries and implications for bioavailability. *Food and Nutrition Bulletin*, vol. 31, no. 2 (supplement), p. S134-S146
19. West, A.R.; Oates, P.S. Mechanisms of heme iron absorption: Current questions and controversies. *World J. Gastroenterol.* 2008, 14, 4101–4110.
20. Theil, E.C.; Briat, J.-F. Plant Ferritin and Non-Heme Iron Nutrition in Humans; International Food Policy Research Institute and International Center for Tropical Agriculture: Washington, DC, USA, 2004.
21. Cook JD, Dassenko SA, Whittaker P. Calcium supplementation: effect on iron absorption. *Am J Clin Nutr.* 1991; 53: 106-111.

22. Guidelines on food fortification with micronutrients. Edited by Lindsay Allen, Bruno de Benoist, Omar Dary and Richard Hurrell. WHO/FAO, 2006, 376 p.
23. Allen LH, Ahluwalia N. Improving iron status through diet: the applications of knowledge concerning dietary iron bioavailability in human populations. John Snow Incorporated/OMNI Project, Washington: 1997.
24. Díaz-Castro J, Lisbona F, Moreno M, Alférez MJM, Campos M, López-Aliaga. Influence of Goat Milk on Iron Deficiency Anemia Recovery. *Int J Dairy Sci Process*, 2015, 2(1), p. 7-11.
25. Judith R Turnlund, Radojka G Smith, MaryJKretsch, William R Keyes, and Alka G Shah. Milk's effect on the bioavailability of iron from cereal-based diets in young women by use of in vitro and in vivo methods. *Am J Clin Nutr* 1990;52:373-8.
26. Hallberg L, Rossander-Hultén L, Brune M, Glerup A. Inhibition of haem-iron absorption in man by calcium. *Br J Nutr*. 1993; 69(2): 533-40.
27. Scientific Opinion on the use of ferric sodium EDTA as a source of iron added for nutritional purposes to foods for the general population (including food supplements) and to foods for particular nutritional uses. European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy. *EFSA Journal* 2010; 8(1):1414, 32 p.
http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/1414.pdf
28. Hurrell RF, Reddy MB, Burri J, Cook JD, 2000. An evaluation of EDTA compounds for iron fortification of cereal-based foods. *Br J Nutr* 84, 903-910.
29. Hurrell R. Preventing iron deficiency through food fortification. *Nutr Rev*. 1997; 55(6): 210-22.
https://www.researchgate.net/publication/13941666_Hurrell_RF_Preventing_iron_deficiency_through_food_fortification_Nutr_Rev_55_210-222
30. Subar AF, Krebs-Smith SM, Cook A, Kahle LL. Dietary sources of nutrients among US adults, 1989 to 1991. *J Am Diet Assoc* 1998;98: 537-47.
31. Harland BF, Oberleas D. Phytate in foods. *World Rev Nutr Diet* 1987; 52:235-59.
32. Sandström B, Arvidsson B, Cederblad A, Björn-Rasmussen E. Zinc absorption from composite meals, I: the significance of wheat extraction rate, zinc, calcium, and protein content in meals based on bread. *Am J Clin Nutr* 1980;33:739-45.
33. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington, DC: National Academy Press, 2001.
34. Hurrell R, Egli I. Iron bioavailability and dietary reference values. *Am J Clin Nutr*. 2010; 91: 1461S-1467S.
35. Scientific Committee on Food (SCF): Nutrient and Energy Intakes for the European Community. Opinion adopted by the SCF on 11 December 1992. In Reports of the SCF Series N.º 31: Luxemburg, European Commission. 1992.
36. Institute of Medicine (IOM). Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc. National Academy Press: Washington, D.C. 2001.
37. Vitamin and mineral requirements in human nutrition. Second edition. WHO, FAO, 2004
38. Omar Dary and Michael Hainsworth. The Food Fortification Formulator. Technical Determination of Fortification Levels and Standards for Mass Fortification. USAID, April 2008.

Благодарности: Этот документ стал возможным благодаря щедрой поддержке американского народа, оказанной через Агентство США по международному развитию (USAID). Документ разработан Казахской академией питания (КАП) и GAIN и не обязательно отражает взгляды USAID или правительства Соединенных Штатов.