

УДК 613.81:663.5

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА АЛКОГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ И ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ПОТРЕБИТЕЛЯ

Аллаярова Г.Р., Ларионова Т.К., Даукаев Р.А., Аухадиева Э.А., Зеленковская Е.Е, Афонькина С.Р., Фазлыева А.С.

ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия

Целью работы является оценка качества и безопасности спиртосодержащей продукции и расчет неканцерогенного и канцерогенного риска для здоровья человека. Выявлено, что содержание токсичных микропримесей в проанализированных водках не превышает нормативных значений. Оценка риска здоровью показала, что неканцерогенный риск не превышает приемлемого значения. Индивидуальный канцерогенный риск при употреблении алкогольной продукции находится на предельно допустимом уровне. Однако при увеличении объемов потребления водки (более 100 мл в сутки) или при употреблении самогона возможны нарушения здоровья.

Ключевые слова: алкогольная продукция, токсичные микропримеси, оценка риска здоровью человека, канцерогенный риск, неканцерогенный риск.

Для цитирования: Аллаярова Г.Р., Ларионова Т.К., Даукаев Р.А., Аухадиева Э.А., Зеленковская Е.Е, Афонькина С.Р., Фазлыева А.С. Анализ качества алкогольной продукции и оценка риска для здоровья потребителя. Медицина труда и экология человека. 2021: 1:108-116

Для корреспонденции: Аллаярова Гузель Римовна, к.б.н., старший научный сотрудник ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», E-mail: Guzel-all@mail.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10111>

ANALYSIS OF THE QUALITY OF ALCOHOLIC BEVERAGES AND ASSESSMENT OF CONSUMER HEALTH RISKS.

Allayarova G.R., Larionova T.K., Daukaev R.A., Aukhadieva E.A., Zelenkovskaya E.E., Afonkina S.R., Fazlyeva A.S.

The aim of the work is to assess the quality and safety of alcohol-containing products and to calculate the non-carcinogenic and carcinogenic risks to human health. It was revealed that the content of toxic trace impurities in the analyzed vodkas does not exceed the standard values. The health risk assessment showed that the non-carcinogenic risk does not exceed the acceptable value. Individual carcinogenic risk from alcohol consumption is at the maximum permissible level. However, with an increase in the volume of vodka consumption (more than 100 ml per day) or with the use of moonshine, health problems are possible.

Key words: alcoholic products, toxic trace impurities, human health risk assessment, carcinogenic risk, non-carcinogenic risk

Citation: Allayarova G.R., Larionova T.K., Daukaev R.A., Aukhadieva E.A., Zelenkovskaya E.E., Afonkina S.R., Fazlyeva A.S. Analysis of the quality of alcoholic beverages and assessment of consumer health risks. Occupational health and human ecology. 2021: 1:108-116

Correspondence: *Guzel R. Allayarova, CSc (Biology), Senior Researcher, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, E-mail: Guzel-all@mail.ru.*

Financing: *The study had no financial support.*

Conflict of interest: *The authors declare no conflict of interest.*

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10111>

Высокий уровень потребления крепких алкогольных напитков в России является одной из наиболее актуальных угроз общественному здоровью и благополучию. Алкоголь является одним из основных факторов риска заболеваемости и смертности населения. Существенно возросшее потребление алкоголя является одной из причин многочисленных негативных сдвигов в состоянии здоровья российского населения [2].

Безопасность крепкой алкогольной продукции в значительной степени зависят от используемого в качестве сырья этилового спирта. Этиловый ректификованный спирт вырабатывается в соответствии с ГОСТ 5962-2013¹¹, его качество зависит от вида сырья и условий его хранения, технологии подготовки зерна к осахариванию, процесса гидролиза крахмала, внесения дрожжей, сбраживания, а также от санитарного состояния оборудования [1].

Качество крепких алкогольных напитков, в том числе водки, определяется содержанием и концентрацией различных микропримесей, таких как альдегиды, сивушные масла, сложные эфиры. Примеси оказывают вредное воздействие на организм человека и являются побочными продуктами спиртового брожения [4]. Сивушные масла могут вызывать тяжелое опьянение, причем их комплексное токсическое действие больше, чем у каждого компонента в отдельности. Высокое содержание сивушного масла вызывает раздражение слизистых оболочек желудочно-кишечного тракта, головные боли, рвоту, угнетение дыхания. Уксусный альдегид образуется в процессе брожения с аэрацией или при повышении температуры брожения. Сложные эфиры, влияющие на запах алкогольного напитка, образуются в процессе взаимодействия органических кислот со спиртом. Учитывая широкое потребление алкогольных напитков населением и то, что примеси, содержащиеся в спирте, обладают токсическим действием, а уксусный альдегид - канцерогенным эффектом, продолжает оставаться актуальной оценка риска здоровью человека [3].

Цель работы – оценить риск здоровью человека от употребления спиртосодержащей продукции различного качества.

Материал и методы. Исследования 60 образцов водки различных производителей и 15 образцов спиртосодержащих напитков самодельного производства (самогона) были проведены в аккредитованном Испытательном центре Федерального бюджетного учреждения науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека». Количественное определение содержания токсичных микропримесей проводили по утвержденным методическим документам¹². Определение содержания токсичных микропримесей выполнено газохроматографическим экспресс-методом с использованием капиллярных колонок (для определения метилового спирта, компонентов сивушного масла, уксусного альдегида, сложных эфиров). Метод основан на хроматографическом разделении микропримесей в образце водки и последующем их

¹¹ ГОСТ 5962-2013 «Спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья. Технические условия».

¹² ГОСТ 30536–2013 «Водка и спирт этиловый из пищевого сырья. Газохроматографический экспресс-метод определения содержания токсичных микропримесей»

детектировании пламенно-ионизационным детектором на приборе «Кристалл 5000М», оснащенный автоматическим жидкостным дозатором «ДАЖ-2М».

Оценка риска здоровью населения от воздействия токсичных микропримесей алкоголя проведена в соответствии с Руководством Р 2.1.10.1920-04¹³ и методическими указаниями МУ 2.3.7.2519-09¹⁴. Для расчета экспозиции были взяты средние концентрации токсичных примесей, поступающих в организм человека, исходя из ежедневно потребляемого крепкого алкогольного напитка в объеме 100 мл.

Статистические расчеты производили с помощью программного пакета IBM Statistics 21.0 (IBM, США). Проверку распределения на нормальность осуществляли с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Полученные при анализе данные обрабатывали с помощью однофакторного дисперсионного анализа. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Результаты анализа проб водки представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели проанализированных проб водки

Статистические показатели	Массовая доля		Массовая концентрация		
	этаноло, %	метилового спирта в пересчете на безводный спирт, %	уксусного альдегида в 1 дм ³ безводного спирта, мг	сивушного масла (изопропанол) в 1 дм ³ безводного спирта, мг	сложных эфиров в 1 дм ³ безводного спирта, мг
n=30	Спирт «Люкс»				
норма	37,5-56,0	Не более 0,02	Не более 3	Не более 5	Не более 5
медиана	40,0	0,0008	1,16	0,58	Менее 0,5
Среднее значение, ошибка среднего	40,0±0,1	0,0012±0,0003	1,39±0,16	0,53±0,10	Менее 0,5
max	40,1	0,0041	2,80	1,90	Менее 0,5
min	39,9	Менее 0,0001	Менее 0,5	Менее 0,5	Менее 0,5
n=30	Спирт «Альфа»				
норма	37,5-	Не более	Не более 3	Не более 5	Не более

¹³ Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду»

¹⁴ МУ 2.3.7.2519-09 «Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население»

	56,0	0,003			10
медиана	40,0	0,0010	0,91	0,78	Менее 0,5
среднее	40,0±0,1	0,0012±0,0002	0,93±0,15	0,70±0,07	Менее 0,5
max	40,1	0,0027	2,19	1,05	Менее 0,5
min	39,9	0,0003	Менее 0,5	Менее 0,5	Менее 0,5

Анализ данных лабораторного контроля 30 водок из спирта «Люкс» и 30 водок из спирта «Альфа» на соответствие требованиям ГОСТ 12712-2013¹⁵ по ряду показателей – этиловый спирт, метиловый спирт, уксусный альдегид, сивушное масло – показал, что их содержание не превышает регламентируемых значений. Но так как уровень потребления крепких алкогольных напитков у отдельных групп населения является достаточно высоким, представилось целесообразным определить уровень риска для здоровья населения от воздействия вредных примесей, содержащихся в водочной продукции.

Данные о содержании токсичных микропримесей в водках позволили сделать расчет суточных доз поступления химических веществ в организм человека (табл. 2).

Таблица 2

Суточные дозы поступления и коэффициенты опасности развития неканцерогенных эффектов при употреблении водочной продукции

Характеристика риска	Массовая доля		Массовая концентрация	
	этанола %	метилового спирта в пересчете на безводный спирт, %	уксусного альдегида в 1 дм ³ безводного спирта, мг	сивушного масла (изопропиловый спирт) в 1 дм ³ безводного спирта, мг
Спирт «Люкс»				
Средние суточные дозы LADD, мг/(кг*день)	0,057	1,95*10 ⁻⁸	0,0013	1,47*10 ⁻¹⁰
Суммарная суточная доза, мг/(кг*день)	0,0583			
Спирт «Альфа»				
Средние суточные дозы LADD, мг/(кг*день)	0,057	1,30*10 ⁻⁸	0,00076	1,30*10 ⁻¹⁰

¹⁵ ГОСТ 12712-2013 «Водки и водки особые. Общие технические условия»

Суммарная суточная доза, мг/(кг*день)	0,0579			
Спирт «Люкс»				
Коэффициенты опасности развития неканцерогенных эффектов HQ	0,0011	$2,3 \cdot 10^{-9}$	0,028	$3,9 \cdot 10^{-8}$
Индекс опасности HI	0,029			
Спирт «Альфа»				
Коэффициенты опасности развития неканцерогенных эффектов HQ	0,0011	$2,0 \cdot 10^{-9}$	0,019	$2,6 \cdot 10^{-8}$
Индекс опасности HI	0,020			
Критические органы и системы	-	Развитие	Желудочно-кишечный тракт	Центральная нервная система

Суммарная средняя суточная доза (поступление) микропримесей при употреблении 100 мл в день водки из спирта «Люкс» составляет 0,0581 мг/(кг*день), а при употреблении водки из спирта «Альфа» - 0,0579 мг/(кг*день). Зная среднюю суточную дозу поступления можно рассчитать величину неканцерогенного риска. Оценка неканцерогенного риска проводится с использованием величины референтных доз, которые являются индивидуальной характеристикой для каждого химического вещества.

Оценка риска здоровью показала, что неканцерогенный риск не превышает приемлемого значения (приемлемое значение HI=1,0) и вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении данных веществ характеризуется как допустимое. Так как наибольший вклад в индекс опасности вносит ацетальдегид, вероятность развития неблагоприятных эффектов характерна для желудочно-кишечного тракта (HQ=0,028 и HQ=0,019).

Для оценки канцерогенного риска использовали величины канцерогенного потенциала, для уксусного альдегида в расчет был взят ингаляционный потенциал. Полученная величина риска прогнозирует вероятность развития онкологических заболеваний при заданных уровнях дозовых нагрузок [5].

Индивидуальный канцерогенный риск при употреблении водки из спирта «Люкс» составляет $8,7 \cdot 10^{-6}$, водки из спирта «Альфа» - $5,8 \cdot 10^{-6}$ и находится на уровне предельно допустимого риска (диапазон от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-4}$).

Можно предположить, что величины канцерогенных и неканцерогенных эффектов могут возрасти, если учитывать большой объем употребляемой ежедневно водки (больше 100 мл).

Так как часть населения, особенно сельского, употребляет алкогольную продукцию собственного изготовления, был проведен хроматографический анализ 15 образцов самогона. Результаты анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3

Физико-химические показатели проанализированных проб самогона

Физико-химические показатели	Статистические показатели (n=15)			
	Медиана	Среднее значение, ошибка среднего	max	min
Массовая доля, %:				
этанол	39,8	43,3±1,1	54,0	39,5
метилового спирта в пересчете на безводный спирт	0,00038	0,00045±0,00004	0,00077	0,00028
Массовая концентрация в 1 дм³ безводного спирта, мг:				
уксусного альдегида	4,58	4,78±0,59	8,47	1,58
Сивушных масел:				
-изопропиловый спирт	282,05	286,23±20,70	411,40	169,40
-изобутиловый спирт	308,65	302,83±18,86	419,60	174,40
-бутиловый спирт	5,19	5,26±0,54	80,68	2,00
-изоамиловый спирт	465,30	525,25±77,05	1070,10	100,30
Сложных эфиров:				
-ацетат	0,60	0,65±0,09	1,42	<0,5
-этилацетат	16,52	18,35±2,37	36,50	3,87

Сравнительный статистический анализ показал, что проанализированные образцы алкогольной продукции имеют значимые различия по содержанию ацетальдегида ($F=33,520$; $p<0,05$), метанола ($F=5,371$; $p<0,05$) и изопропилового спирта ($F=200,798$; $p<0,05$). Среднее значение ацетальдегида ($4,78\pm 0,59$) в самогоне выше, чем в водке из спирта «Альфа» ($0,93\pm 0,15$), а содержание изопропилового спирта ($286,23\pm 20,70$) в самогоне больше, чем в водке из спирта «Люкс» ($0,53\pm 0,10$) ($p=0,0001$). Среднее значение метанола в водке из спирта «Альфа» ($0,0012\pm 0,0002$) больше, чем в самогоне ($0,0005\pm 0,0002$) ($p=0,0001$). В таблице 4 приведены средние значения компонентов проанализированной алкогольной продукции.

Таблица 4

Средние значения компонентов алкогольной продукции

Алкогольная продукция	Массовая доля		Массовая концентрация		
	этанол, %	метилового спирта в пересчете на безводный спирт, %	уксусного альдегида в 1 дм ³ безводного спирта, мг	сивушного масла в 1 дм ³ безводного спирта, мг	сложных эфиров в 1 дм ³ безводного спирта, мг
водка из спирта «Люкс»	40,0±0,1	0,0012±0,0003	1,39±0,16	0,53±0,10	Менее 0,5
водка из спирта «Альфа»	40,0±0,1	0,0012±0,0002	0,93±0,15	0,70±0,07	Менее 0,5
Самогон	43,3±1,1	0,00045±0,00004	4,78±0,59	1119,6±165,52	19,00±3,52

По результатам анализа самогона был произведен расчет среднесуточной дозы и коэффициентов опасности развития неканцерогенных эффектов, представленных в таблице 5.

Таблица 5

Суточные дозы поступления и коэффициенты опасности развития неканцерогенных эффектов при употреблении самогонной продукции

Характеристика риска	Массовая доля, %		Массовая концентрация в 1 дм ³ безводного спирта, мг				
			уксусного альдегида	сивушного масла		сложных эфиров	
	этанол	метилового спирта в пересчете на безводный спирт		изопропиловый спирт	изобутиловый спирт	метилацетат	этилацетат
Средние суточные дозы LADD,	0,062	6,5*10 ⁻⁷	0,0069	0,409	0,433	0,00093	0,026

мг/(кг*день)							
Суммарная суточная доза, мг/(кг*день)	0,94						
Коэффициенты опасности развития неканцерогенных эффектов HQ	0,0011	$1,29 \cdot 10^{-6}$	0,171	6,39	1,44	0,00093	0,029
Критические органы и системы	-	ЦНС, биохимия	Желудочно-кишечный тракт	Развитие	ЦНС, нервная система	Печень	Системн. (смертность, масса тела)
Индекс опасности HI	8,0						

Рассчитанная на основе полученных данных суммарная нагрузка токсичными микропримесями на организм потребителя составляет 0,94 мг/кг*день.

Как видно из таблицы 5, индекс опасности HI=8,0, что свидетельствует о вероятности возникновения вредных эффектов. Наибольший вклад в суммарную величину неканцерогенного риска вносят сивушные масла: изопропиловый спирт (HQ=6,39) и изобутиловый спирт (HQ=1,44). Наибольшему риску возникновения неблагоприятных эффектов подвержена центральная нервная система и общее развитие человека.

Показатель канцерогенного риска от воздействия уксусного альдегида соответствует предельно допустимой величине ($5,3 \cdot 10^{-5}$).

Таким образом, при употреблении алкогольной продукции собственного производства или при увеличении объемов (более 100 мл, взятых для расчетов) потребления водки возможны нарушения здоровья потребителя. При оценке риска здоровью населения необходимо учитывать действие токсичных примесей, содержащихся в спирте, с учетом продолжительности, объемов и частоты употребления.

Список литературы:

1. Белова Л.В., Киселев А.В., Пилькова Т.Ю., Перстнева Е.А. Оценка риска здоровью потребителя в зависимости от качества отечественной спиртосодержащей продукции. ЗНиСО. 2014;5:40-42.
2. Озерова О.В. Приверженность алкоголю в России: социальные различия и тенденции в 1990-е и 2000-е гг. ЖССА. 2016;1. URL: [https://cyberleninka.ru/article/n/priverzhennost-](https://cyberleninka.ru/article/n/priverzhennost)

alkogolyu-v-rossii-sotsialnye-razlichiya-i-tendentsii-v-1990-e-i-2000-e-gg (дата обращения: 18.02.2021).

3. Проблемы идентификации алкогольсодержащей продукции. Сборник трудов. М.: АСМС, 2001:199.
4. Поляков В.А., Абрамова И.М., Зенина Г.П., Шелехова Т. М., Аристархова Т.Ю. Образование ацетона и других микропримесей в водках в процессе хранения. Пиво и напитки. 2014;6:10-13.
5. Феттер В.В. Оценка риска для здоровья населения химической контаминации продуктов питания и продовольственного сырья. Анализ риска здоровью населения. 2013;4:54-64.

References:

1. L.V. Belova, A.V. Kiselev, T.Yu. Pilkova, E.A. Perstneva. Assessment of consumer health risk depending on the quality of domestic alcohol-containing products. Pop. Health and Envir. 2014;5:40-42.
2. Ozerova O.V. Adherence to alcohol in Russia: social differences and trends between 1990s and 2000s // FSHS. 2016.1. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/priverzhennost-alkogolyu-v-rossii-sotsialnye-razlichiya-i-tendentsii-v-1990-e-i-2000-e-gg>.
3. Problems of identification of alcohol-containing products // Collection of scientific papers. М.: ASMS, 2001:199.
4. V.A. Polyakov, I.M. Abramova, G.P. Zenina, T.M. Shelekhova, T.Yu. Aristarkhova. Formation of acetone and other trace impurities in vodkas during storage. Beer and drinks. 2014;6:10-13.
5. Fetter V.V. Assessment of public health risk of chemical contamination of food and food raw materials. Analysis of public health risk. 2013;4:54-64.

Поступила/Received: 02.03.2021

Принята в печать/Accepted: 10.03.2021