

© С.Л. ГАЛЯН¹, Т.Ю. ИЛЬИНЫХ², Д.Ю. КАДОЧНИКОВ³, В.Г. ПОПОВ⁴

^{1,2}Тюменская государственная медицинская академия

^{2,3}Тюменского государственного нефтегазового университета
itatyna.87.72@gmail.com

УДК 616.15 + 612.12-089

**ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ АНЕСТЕЗИИ НА ОСНОВЕ ИЗОФЛУРАНА
НА ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ МЕТАБОЛИЗМ ЛИПИДОВ ЭРИТРОЦИТОВ
И ПЛАЗМЫ КРОВИ ПРИ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ**

**THE INFLUENCE OF THE ISOFLURANE-BASED ANESTHESIA
COMPONENTS ON OXIDATIVE METABOLISM OF LIPIDS,
ERYTHROCYTES AND BLOOD PLASMA IN CARDIAC SURGERY**

АННОТАЦИЯ. В исследование, по оценке влияния изофлурана на систему ПОЛ-АОЗ (пероксидное окисление липидов — антиоксидантная защита), включено 36 больных с ИБС (ишемическая болезнь сердца), которым выполнена операция АКШ (аортокоронарное шунтирование). Пациенты не отличались по функциональному классу сердечной недостаточности и стенокардии, сопутствующим заболеваниям. Анестезиологическое обеспечение операции выполняли по одному протоколу на основе изофлурана, длительность предперфузионного периода и перфузии у пациентов были сопоставимы. Операции АКШ сопровождалась нарушением в системе ПОЛ-АОЗ эритроцитов и плазмы крови, что подтверждалось разнонаправленным (увеличение или уменьшение) изменением показателей ДК (диеновые конъюгаты), скорости окисления, АОЗ, содержания ОЛ (общие липиды), ФЛ (фосфолипиды) и ХС (холестерол) на этапах исследования. Наибольшая выраженность процесса ПОЛ установлена на предперфузионном этапе. Мембранотропный и прекодиционирующий эффект изофлурана повышает устойчивость липидов крови к пероксидации на этапе ИК (искусственное кровообращение) и в раннем послеоперационном периоде. Торможение процесса ПОЛ и улучшение холестеролсинтезирующей функции печени на этапе ИК свидетельствует об адекватной анестезиологической защите.

SUMMARY. The study on the effect of isoflurane on the POL-AOP system (lipid peroxidation — antioxidant protection) encompasses 36 patients with CHD (coronary heart disease) who underwent CABG (coronary artery bypass grafting) surgery. The patients did not differ in the functional class of heart failure, angina, and comorbidities. The anesthetic management of the operation was performed by one protocol based on isoflurane; duration periods of the pre-perfusion and perfusion in the patients were comparable. The CABG surgery has been accompanied by disturbances in the LPO-AOD erythrocytes and plasma, which was confirmed by the oppositely directed changes (increase or decrease) in DC performance, oxidation rate, AOP, AL, PL and cholesterol levels during the stages of the study. The highest intensity of the process of lipid peroxidation is registered at the pre-perfusion stage. The membrane-

trophic and preconditioning effect of isoflurane increases the blood lipids resistance to peroxidation during assisted circulation and the early postoperative period. Inhibition of lipid peroxidation process and improvement of the cholesterol-synthesizing liver function during assisted circulation indicates adequate anesthetic protection.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Анестезия, изофлуран, липидпероксидация, кровь.
KEY WORDS. Anesthesia, isoflurane, lipid peroxidation, blood.

Введение. Сердечно-сосудистые заболевания характеризуются развитием хронической гипоксии, лактоацидоза, часто это сочетается с гипергликемией и гиперхолестеринемией [1; 21-23], [2;59]. В ряде работ авторами установлена прямая зависимость выраженности гипоксии и интенсивности пероксидного окисления липидов (ПОЛ), снижение антиоксидантной защиты (АОЗ) [3; 71-75], [4; 37-39], [5; 22]. Возможны еще большие нарушения в системе ПОЛ-АОЗ под влиянием факторов хирургической агрессии, к которым относят периоперационные нарушения гемостаза, искусственное кровообращение, а также использование анестезиологических средств, вазопрессоров и кардиотоников и др. за относительно короткий промежуток времени [3; 71-75], [1; 21-23], [6; 210-220]. В связи с этим в комплексной терапии кардиохирургических пациентов предпринимаются попытки использования органопротекторных средств защиты от гипоксии, например, антиоксидантного механизма действия, таких как мексидол [1; 21-23], фентанил [3; 71-75], натрия оксибутират [3; 71-75], [5; 22], пропофол [7; 446-450], [5; 22], широко обсуждается эффект preconditionирования ингаляционных анестетиков (изофлуран, севофлуран), полученный в экспериментальных и клинических исследованиях [3; 71-75], [8; 44-51], [9; 67-70], [5; 22]. Между тем клиническая значимость ингаляционных анестетиков в защите миокарда от ишемии и реперфузионных повреждений имеет неоднозначные результаты, в то же время экспериментальные исследования свидетельствуют об усилении защитных эффектов и в других органах, таких как головной мозг, кишечнике, почках [8; 44-51], [9; 67-70]. Вместе с тем данная проблема требует дальнейшего изучения и актуальным направлением, на наш взгляд, является изучение характера изменений состояния системы ПОЛ-АОЗ липидов крови под влиянием компонентов анестезии на основе ингаляционного анестетика изофлурана. Характер влияния компонентов анестезии на систему ПОЛ-АОЗ может являться одним из факторов, который определяет выбор компонентов для анестезиологической защиты пациента от кардиохирургического стресса.

Экспериментальная часть. Исследование проводили у 36 пациентов (мужчины, средний возраст $54,1 \pm 4,8$ года), которым выполнена операция аортокоронарного шунтирования с ИК в режиме ламинарного потока (2010-2013 гг., ГБУЗ ТО ОКБ № 1). Пациенты не отличались по функциональному классу сердечной недостаточности и стенокардии, сопутствующим заболеваниям. Анестезиологическое обеспечение: на этапе индукции интентал натрия (3-5 мг/кг), поддержание анестезии изофлураном с потоком свежих газов 1 л/мин, концентрация изофлурана — 0,8-1,2 об%; анальгезия — фентанил (5-10 мкг/кг в час), миоплегия — ардуан (0,1-0,05 мг/кг в час). ИК проводилось в режиме нормотермии, продолжительность $98,6 \pm 9,8$ мин.

Кровь для исследований брали из периферической вены на этапах операции, с учетом факторов, влияющих на ПОЛ-АОЗ: 1-й — до операции; 2-й — до ИК;

3-й — за 10 мин до окончания ИК; 4-й — по окончании операции; 5-й — на первые сутки после операции; 6-й — на третьи сутки после операции. Для анализа показателей окислительного метаболизма липидов использовали субстрат одной липидной природы, полученный экстракцией липидов эритроцитов и плазмы крови смесью гептан/изопропиловый спирт, исследование проводили в гептановой фазе. Оценивали показатели: диеновые конъюгаты (ДК, мкМ/мл); скорость окисления (СО, мм³/мин), характеризующую устойчивость липидов к перекисидации; период индукции (ПИ, мин/мл), отражающий общую антиоксидантную активность липидов [10; 600]. Определяли содержание общих фосфолипидов (ОФЛ) и его фракций (мкМ/мл): сфингомиелин (СФМ), фосфатидилхолин (ФХ), фосфатидилэтаноламин (ФЭА), фосфатидилсерин (ФС), лизофосфатидилхолин (ЛФХ), холестерол (СХС) и его эфиры (ЭХС) [7; 446-450]. Статистическая обработка результатов исследований осуществлялась вычислением параметров вариационной статистики и корреляционного анализа с применением компьютерного пакета программ: Statistica v.6.0, Microsoft Excel, 2002. Различия между сравниваемыми группами рассматривали как достоверные при $p < 0,05$, результаты выражали как $M \pm m$.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенного исследования установлено (табл. 1), что в липидах эритроцитов и плазмы крови в процессе АКШ регистрируются более значительные разнонаправленные (увеличение или уменьшение) изменения показателей ПОЛ-АОЗ на предперфузионном этапе (2 этап) по сравнению с предоперационным состоянием.

Таблица 1

Динамика показателей ПОЛ-АОЗ эритроцитов и плазмы крови ($M \pm m$)

Показатели	Предоперационный период (1 этап)	Интраоперационный период			Послеоперационный период	
		за 10 мин до ИК (2 этап)	окончание ИК (3 этап)	окончание операции (4 этап)	1-е сутки (5 этап)	3-е сутки (6 этап)
Эритроциты						
ДК, мкМ/мл	2,43±0,12	2,78±0,13*	3,04±0,11*	2,53±0,14*	2,38±0,12	2,42±0,13
СО, мм ³ /мин	0,65±0,02	0,78±0,01*	0,61±0,02*	0,52±0,02*	0,56±0,03	0,68±0,03**
ПИ, мин/мл	50,13±1,19	37,42±1,12**	52,14±1,15**	58,37±1,13*	54,43±1,14	48,35±1,12*
ОЛ, мг/мл	4,67±0,12	4,03±0,13*	3,89±0,12	3,82±0,14	3,76±0,12	3,73±0,13
Плазма крови						
ДК, мкМ/мл	2,97±0,11	3,25±0,12*	3,28±0,12	3,07±0,13	2,83±0,11	2,92±0,12
СО, мм ³ /мин	0,55±0,01	0,64±0,02*	0,53±0,02**	0,49±0,03*	0,47±0,03	0,58±0,01**
ПИ, мин/мл	46,83±1,15	49,12±1,13	46,85±1,14**	45,61±1,10	45,89±1,18	46,35±1,16
ОЛ, мг/мл	4,19±0,11	3,92±0,12*	3,75±0,15	3,61±0,14	3,47±0,12	3,23±0,13

Примечание: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$ в сравнении с предыдущим этапом.

Подтверждением этому является повышение содержания ДК (на 14,52% и 11,67%; $p < 0,05$), при сопряженном снижении содержания ОЛ (на 13,71% и 12,11%; $p < 0,05$) в сравнении с предоперационным состоянием, соответственно в эритроцитах и плазме. Выявленные изменения в системе «липолиз-липогенез» на 2-м этапе свидетельствуют о развитии тканевой гипоксии, интенсификации процессов свободнорадикального окисления липидов и активации фосфолипаз. Результатом протекания указанных процессов является изменение жирнокислотного состава липидов, что подтверждается разнонаправленной динамикой показателей СО (увеличение на 20,01% и 17,24%; $p < 0,05$) и ПИ (уменьшение на 25,37% и 10,97%; $p < 0,05$) соответственно в эритроцитах и плазме. Получена положительная корреляционная связь СО с содержанием ДК ($r = 0,78-0,84$; $p < 0,01$) и отрицательный вектор корреляции с ПИ ($r = -0,82-0,98$; $p < 0,001$) в эритроцитах. Полученные результаты показывают, что компоненты анестезии с изофлураном проявляют мембранотропный эффект, отражающий изменения в спектре липидов эритроцитов в направлении повышения содержания более ненасыщенных компонентов. Это облегчает процесс самообновления мембранных структур и за счет изменения гидрофобности слоя влияет на проницаемость мембран, на активность мембраносвязанных ферментов и ионный транспорт.

Закономерности ПОЛ, выявленные на предперфузионном этапе, подтверждаются повышением содержания легкоокисляемых компонентов липидов ФС+ФЭА (в 1,58 раз; $p < 0,05$) и трудноокисляемой фракции ФХ+СФМ (на 15-17%; $p < 0,05$), при сопряженном увеличении ЛФХ (в 1,81 раз; $p < 0,001$ и на 23,41%; $p < 0,05$), ОФЛ (на 31,53%; $p < 0,05$ и недостоверное изменение) соответственно в эритроцитах и плазме (табл. 2 и 3). Высокое содержание в эритроцитах ЛФХ свидетельствует о высокой активности фосфолипазы А2 и глубоких изменениях в системе «липолиз-липогенез». В целом окислительный метаболизм липидов имеет одинаковую позитивную динамику показателей в эритроцитах и плазме, что обеспечивает снижение показателя ОХС/ОФЛ соответственно на 20,30% ($p < 0,05$) и 10,07% ($p < 0,05$) на 2-м этапе в сравнении с предоперационным. Установленная динамика показателей ПОЛ-АОЗ (2-й этап) в условиях анестезии с изофлураном не имеет различий с действием компонентов внутривенной анестезии на основе кетамина или пропофола, установленная ранее при операциях АКШ [5; 22]. Полученные результаты, по всей видимости, отражают однотипные сдвиги адаптационно-компенсаторных реакций организма к действию таких факторов, как хирургический стресс и влияние компонентов анестезии. Однако выраженность указанных изменений более значительна в условиях внутривенной анестезии и отражает более деструктивные изменения морфофункциональной организации мембран эритроцитов.

Таблица 2

Динамика спектра липидов эритроцитов ($M \pm m$)

Показатели	Предоперационный период (1 этап)	Интраоперационный период			Послеоперационный период	
		за 10 мин до ИК (2 этап)	окончание ИК (3 этап)	окончание операции (4 этап)	1-е сутки (5 этап)	3-е сутки (6 этап)
ФС+ФЭА	0,156± 0,002	0,236± 0,001***	0,229± 0,002	0,235± 0,002	0,225± 0,001	0,224± 0,003

Окончание табл. 2

ФХ+СФМ	0,418± 0,003	0,481± 0,0021*	0,505± 0,002	0,501± 0,002	0,442± 0,001*	0,447± 0,001
ЛФХ	0,021± 0,001	0,038± 0,001***	0,052± 0,001**	0,029± 0,001**	0,023± 0,001	0,018± 0,001
ОФЛ	0,574± 0,002	0,755± 0,001*	0,786± 0,001	0,765± 0,002	0,690± 0,002	0,689± 0,003
СХС	2,39± 0,02	2,94± 0,03*	2,75± 0,02	2,30± 0,02*	2,52± 0,03	2,73± 0,04
ЭХС	0,914± 0,003	1,121± 0,002*	0,875± 0,004*	1,051± 0,003*	1,182± 0,001	1,343± 0,005
ОХС/ОФЛ	6,75± 0,02	5,38± 0,03*	4,61± 0,01*	5,38± 0,01*	5,36± 0,02	5,91± 0,03

Примечание: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$ в сравнении с предыдущим этапом, концентрация ОФЛ и ХС (мкМ/мл).

На этапе ИК в условиях внутривенной анестезии установлена активация-ПОЛ, что обусловлено особенностью работы перфузионных систем [1; 21-23], [5; 22]. Изофлуран, обладая прямым кардиопротективным свойством, защищает миоциты, эндотелиальные клетки сосудов от обратимого или необратимого ишемического повреждения в периоперационный период в процессе АКШ [8; 44-51], [9; 67-70]. Однако до сих пор основные клинические проявления защиты оценивают по снижению выброса биохимических маркеров миокардиального повреждения (например, плазменного уровня тропонина I).

Таблица 3

Динамика спектра липидов плазмы крови (M±m)

Показатели	Предоперационный период (1 этап)	Интраоперационный период			Послеоперационный период	
		за 10 мин до ИК (2 этап)	окончание ИК (3 этап)	окончание операции (4 этап)	1-е сутки (5 этап)	3-е сутки (6 этап)
ФС+ФЭА	0,117± 0,001	0,186± 0,002***	0,109± 0,001**	0,105± 0,002	0,095± 0,003	0,105± 0,002
ФХ+СФМ	0,410± 0,003	0,341± 0,002*	0,426± 0,001**	0,401± 0,003	0,348± 0,001*	0,350± 0,002**
ЛФХ	0,047± 0,001	0,058± 0,001**	0,090± 0,002**	0,057± 0,001	0,043± 0,002*	0,026± 0,001
ОФЛ	0,574± 0,001	0,585± 0,002	0,625± 0,002	0,563± 0,001	0,486± 0,003*	0,481± 0,002
СХС	1,59± 0,02	2,04± 0,03*	1,95± 0,02	1,80± 0,04	1,62± 0,02	1,33± 0,01*
ЭХС	3,50± 0,02	2,63± 0,03**	2,67± 0,02	2,01± 0,01**	2,24± 0,01*	2,38± 0,02
ОХС/ОФЛ	8,86± 0,02	7,98± 0,02	7,39± 0,03	6,77± 0,03	7,94± 0,03	7,71± 0,02

Примечание: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$ в сравнении с предыдущим этапом, концентрация ОФЛ и ХС (мкМ/мл).

Возможно, снижение гипоксических проявлений в эритроцитах связано не только с фармакологическим эффектом прекондиционирования изофлурана, но и антиоксидантным действием фентанила, выявленных в экспериментальных

исследованиях [3; 71-75]. Анестезия на основе изофлурана запускает каскад биохимических реакций, обеспечивающих снижение свободных кислородных радикалов и торможение процесса ПОЛ на этапе перфузии (3-й этап), особенно это характерно для эритроцитов. О торможении липидпероксидации в эритроцитах и плазме свидетельствует снижение СО (на 21,75% и 25,0%; $p < 0,05$), при сопряженном повышении ПИ (на 38,94% и 12,15%; $p < 0,05$) и недостоверном изменении ДК, ОЛ и ОФЛ соответственно, в сравнении с предыдущим этапом. Установленные закономерности сохраняются после операции и в ранний послеоперационный период.

На более значительные изменения в системе «липолиз-липогенез» плазмы крови в сравнении с эритроцитами указывает повышение содержания ЛФХ (на 55,17% и 36,84%; $p < 0,01$) в сравнении со 2-м этапом, а также фракции ФХ+СФМ (на 24,93%; $p < 0,05$) и снижение ФС+ФЭА (на 41,69%; $p < 0,01$), где не получено различий в эритроцитах. По окончании операции и в ранний послеоперационный период не получено существенных различий в динамике показателей. На 3-и сутки окислительный метаболизм липидов характеризуется повышением в эритроцитах всех фракций липидов, при сопряженном их снижении в плазме в одном диапазоне значений от 15 до 44%, в сравнении с предоперационным состоянием. В пользу адекватной анестезиологической защиты пациента от хирургической агрессии указывает положительная динамика холестеролсинтезирующей функции гепатоцитов по окончании операции: повышение на 19-45% ($p < 0,05$) коэффициентов отношения ФХ/СХС, ФЭА/СХС, ЭХ/СХС в эритроцитах в сравнении с этапом ИК.

Выводы.

Операция АКШ сопровождается нарушениями в системе ПОЛ-АОЗ липидов крови, что проявляется разнонаправленной (увеличение или уменьшение) динамикой показателей в зависимости от этапа операции и имеют наиболее выраженный характер на предперфузионном этапе.

Анестезия на основе изофлурана повышает устойчивость липидов крови к липидпероксидации на этапе ИК и в ранний послеоперационный период, за счет мембранотропного и прекодиционирующего эффекта изофлурана, что свидетельствует об адекватной анестезиологической защите.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Короткина Р.Н., Корестелев А.Н., Ситников А.В. и др. Метаболические эффекты мексидола при кардиохирургических операциях с искусственным кровообращением // *Анестезиология и реаниматология*. 2005. № 3. С. 21-23.
2. Ланкин В.З., Тихазе А.К., Беленков Ю.Н. Свободнорадикальные процессы в норме и при патологических состояниях. М., 2001. 59 с.
3. Долина О.А., Галеев Ф.С., Фархутдинов Р.Р. Влияние общей анестезии и ее компонентов на свободнорадикальные процессы // *Анестезиология и реаниматология*. 1987. № 5. С.71-75
4. Ильиных Т.Ю., Галян С.Л., Кадочникова ГД и др. Возможности коррекции оксидативного стресса у больных в критическом состоянии // *Эфферентная терапия*. 2011. Т. 17. № 3. С. 37-39.
5. Фатеев А.В. Влияние комбинации анестетиков на состояние липидпероксидации крови у больных ИБС при оперативном лечении: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Тюмень, 2006. 22 с.

6. Трекова Н.А., Яворский А.Г. Системный воспалительный ответ организма при операциях с ИК и пути снижения его активности / Руководство по кардиоанестезиологии / под ред. Бунятан А.А. М., 2005. С. 210-220.
7. Ушкалова В.Н., Иоанидис Н.В., Кадочникова Г.Д. Комплексный анализ липидов крови спектрофотометрическим, флуорометрическим и кинетическим методами // Лабораторное дело. 1987. № 6. С.446-450.
8. Лихванцев В.В., Скрипкин Ю.Е., Гребенчиков О.А. и др. Механизмы действия и основные эффекты галогеносодержащих анестетиков // Вестник интенсивной терапии. 2013. № 3. С. 44-51.
9. Пашеев А.В., Баялиева А.Ж., Шпанер Р.Я. Влияние современных ингаляционных анестетиков на прекондиционирование и защиту миокарда // Вестник интенсивной терапии. 2007. № 4. С. 67-70.
10. Карпищенко В.С. Медицинские лабораторные технологии: справочник. СПб., 2002. 600 с.

REFERENCES

1. Korotkina, R.N., Korestelev, A.N., Sitnikov, A.V. et al. Metabolic effects of Mexidol in cardiopulmonary operations with artificial circulation. *Anesteziologiya i reanimatologiya — Anesthesiology and reanimatology*. 2005. № 3. Pp. 21-23. (in Russian).
2. Lankin, V.Z., Tikhaze, A.K., Belenkov, Iu.N. *Svobodnoradikal'nye protsessy v norme i pri patologicheskikh sostoianiiakh* [Free-radical processes in normal and pathological conditions]. Moscow, 2001. 59 p. (in Russian).
3. Dolina, O.A., Galeev, F.S, Farkhutdinov, R.R. Impact of General anesthesia and its components on free radical processes. *Anesteziologiya i reanimatologiya — Anesthesiology and reanimatology*. 1987. № 5. Pp. 71-75. (in Russian).
4. Il'nykh, T.Iu., Galian, S.L., Kadochnikova, G.D. et al. Possibilities of correction of oxidative stress in patients in critical condition. *Efferentnaya terapiya — Efferent therapy*. 2011. Vol. 17. № 3. Pp. 37-39. (in Russian).
5. Fateev, A.V. *Vliyanie kombinatsii anestetikov na sostoianie lipidperoksidatsii krovi u bol'nykh IBS pri operativnom lechenii* (Avtoref. diss. kand.) Influence of a combination of anesthetics on the state lipiderm-sidali blood in CHD patients in surgical treatment (Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Diss.). Tyumen, 2006. 22 p. (in Russian).
6. Trekova, N.A., Iavorskii, A.G. Systemic inflammatory response of the body in operations with IR and ways of reduction of its activity / *Rukovodstvo po kardioanesteziologii* [Kardioanesthesiology handbook]. / Ed. by A.A. Buniatan. Moscow, 2005. Pp. 210-220. (in Russian).
7. Ushkalova, V.N., Ioanidis, N.V., Kadochnikova, G.D. A comprehensive analysis of blood lipids spectrophotometric, spectral and kinetic methods. *Laboratornoe delo — Laboratory work*. 1987. № 6. Pp. 446-450. (in Russian).
8. Likhvantsev, V.V. Sкрипкин, Iu.E., Grebenchikov, O.A. et al. Mechanisms of action and main effects of galogen anesthetics. *Vestnik intensivnoi terapii — Herald of intensive care*. 2013. № 3. Pp. 44-51. (in Russian).
9. Pasheev, A.V., Baialieva, A.Zh., Shpaner, R.Ia. Influence of modern inhale-zynch anesthetics on preconditioning and protection of myocardial. *Vestnik intensivnoi terapii — Herald of intensive care*. 2007. № 4. Pp. 67-70. (in Russian).
10. Karpishchenko, V.S. *Meditainskie laboratornye tekhnologii: spravochnik* [Medical laboratory technologies: a Handbook]. St-Petersburg, 2002. 600 p. (in Russian).

Авторы публикации

Галян Сергей Леонидович — заведующий кафедрой биохимии Тюменской государственной медицинской академии, доктор медицинских наук, профессор

Ильиных Татьяна Юрьевна — ассистент кафедры биохимии Тюменской государственной медицинской академии, кандидат биологических наук

Кадочников Данил Юрьевич — аспирант кафедры кибернетических технологий Тюменского государственного нефтегазового университета

Попов Владимир Григорьевич — заведующий кафедрой товароведения и технологии продуктов питания Тюменского государственного нефтегазового университета, кандидат социологических наук

Authors of the publication

Sergey L. Galyan — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Biochemistry, Tyumen State Medical Academy

Tatiana Yu. Il'inykh — Cand. Sci. (Biol.), Assistant, Department of Biochemistry, Tyumen State Medical Academy

Danil Yu. Kadochnikov — Post-graduate Student, Department of Cybernetic Technologies, Tyumen State Oil and Gas University

Vladimir G. Popov — Cand. Sci. (Sociol.), Head of the Department of Commodity and Food Technology, Tyumen State Oil and Gas University