

Седов Алексей Васильевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26), ORCID: 0000-0002-3896-5129, e-mail: sedov7020@yandex.ru

Мартынов Иван Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр-т. Университетский, д. 26), ORCID: 0000-0002-6185-7740, e-mail: ISMartynov@mail.ru

Бердышев Виктор Егорович, доктор технических наук, профессор, руководитель учебно-методического центра обеспечения подготовки кадров АПК, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА им. Тимирязева (Российская Федерация, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 58), e-mail: v.berdishev@rgau-msha.ru

Нехорошев Дмитрий Артёмович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Технические системы в АПК», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (РФ, 400002, г. Волгоград, пр-т, Университетский, д. 26), e-mail: dmitr-nech@yandex.ru

Author's Information

Shaprov Mikhail Nikolaevich, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Life Safety, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26), ORCID: 0000-0002-9929-5042, e-mail: m.shaprov@yandex.ru

Sedov Aleksey Vasilievich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department "Operation and Technical Service of Machines in the Agro-Industrial Complex Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26), ORCID: 0000-0002-3896-5129, e-mail: sedov7020@yandex.ru

Martynov Ivan Sergeevich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26), ORCID: 0000-0002-6185-7740, e-mail: ISMartynov@mail.ru

Berdyshev Viktor Egorovich, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Educational and Methodological Center for Ensuring Personnel Training of the Agro-Industrial Complex of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian State Agrarian University - Timiryazev Moscow State Agricultural Academy (Russian Federation, 127550, Moscow, Timiryazevskaya St., 58, building 325), e-mail: v.berdishev@rgau-msha.ru

Nekhoroshev Dmitry Artemovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of "Technical Systems in Agriculture", Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26.), e-mail: dmitr-nech@yandex.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-47

BIOMEDICAL RESEARCH TO STUDY THE EFFECT ON THE LIPID LEVEL OF VEGETABLE OIL WITH A REDUCED CONTENT OF GLYCIDYL ESTERS

A. B. Sarshaev¹, A. B. Dalabayev², N. E. Alzhaxina²

¹Taraz Regional University named after M. Kh. Dulaty
Taraz, Kazakhstan

²Astana branch of LLP «Kazakh research institute of processing and food industry»
Almaty, Kazakhstan

Corresponding author E-mail: aliya.sarshayeva@bk.ru

Received 30.06.2023

Submitted 10.11.2023

The research was carried out within the framework of the scientific and technical program of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan for 2021-2023 BR10764977 "Development of modern technologies for the production of dietary supplements, enzymes, starter cultures, starch, oils, etc. in order to ensure the development of the food industry"

Summary

According to the results of biomedical studies, it was found that the consumption of vegetable oil with a reduced content of glycidyl esters and standard vegetable oil leads to unidirectional changes in the body of laboratory animals – the relative weight of the liver increases, the phenomena of dystrophy and multifocal necrosis of hepatocytes are observed, the level of triglycerides increases when twin hyperlipidemia is induced.

Abstract

Introduction. The article examines the effect on the lipid level of vegetable oil with a reduced content of glycidyl esters in comparison with standard vegetable oil. These objects were fed to outbred Wistar laboratory rats for 1 month (30 days). A total of 48 outbred male Wistar laboratory rats were used in the experiment. There are 16 animals in each study group. **Materials and methods.** In both study groups that received vegetable oil with a reduced content of glycidyl esters and standard vegetable oil, the absolute figures of the background content of total cholesterol, low-density lipoproteins and the atherogenicity index slightly increased compared to animals that received standard complete feed, however, these differences are statistically unreliable. The background level of triglycerides does not differ in all the studied groups. **Results and conclusions.** The presented results indicate that there is a statistically significant increase in the level of triglycerides in both study groups compared to animals receiving standard full-fledged feed. In all the studied groups, the total cholesterol content remains at the same level. In both groups studied, the absolute figures of the background content of low-density lipoproteins and the atherogenicity index slightly increased compared to animals receiving standard full-fledged feed, however, these differences are statistically unreliable, as evidenced by the significance levels of p. Thus, according to the results of biomedical studies, it was found that the consumption of vegetable oil with a reduced content of glycidyl esters and standard vegetable oil leads to unidirectional changes in the body of laboratory animals – the relative weight of the liver increases, the phenomena of dystrophy and multifocal necrosis of hepatocytes are observed, the level of triglycerides increases when twin hyperlipidemia is induced.

Key words: vegetable oils, lipids, glycidyl esters, triglycerides, atherogenicity index.

Citation. Dalabayev A. B., Alzhaxina N. E., Sarshaeva A. B. Biomedical research to study the effect on the lipid level of vegetable oil with a reduced content of glycidyl esters. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 4(72). 470-479 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-47.

The author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

УДК 665.1.09

**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ВЛИЯНИЯ
НА УРОВЕНЬ ЛИПИДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА СО СНИЖЕННЫМ
СОДЕРЖАНИЕМ ГЛИЦИДИЛОВЫХ ЭФИРОВ**

А. Б. Саршаева¹, PhD-докторант, преподаватель

А. Б. Далабаев², магистр техники и технологии, главный научный сотрудник

Н. Е. Альжаксина², PhD, главный научный сотрудник

¹Таразский региональный университет им. М. Х. Дулати

²Астанинский филиал ТОО "Казахский научно-исследовательский институт
перерабатывающей и пищевой промышленности"

г. Алматы, Казахстан

Исследования проводились в рамках научно-технической программы Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2021-2023 годы BR10764977 «Разработка современных технологий производства БАДов, ферментов, заквасок, крахмала, масел и др. в целях обеспечения развития пищевой промышленности»

Актуальность. В статье изучено влияние на уровень липидов растительного масла со сниженным содержанием глицидиловых эфиров в сравнении со стандартным растительным маслом. Указанные объекты скормливали аутбредным лабораторным крысам Wistar в течение 1 месяца (30 дней). Всего было использовано в эксперименте 48 аутбредных лабораторных крыс самцов Wistar. В каждой исследуемой группе по 16 животных. **Материалы и методы.** В

обеих исследуемых группах, получавших растительное масло со сниженным содержанием глицидиловых эфиров и стандартное растительное масло, несколько увеличиваются абсолютные цифры фонового содержания общего холестерина, липопротеидов низкой плотности и индекса атерогенности по сравнению с животными, получавшими стандартный полнорационный корм, однако эти отличия носят статистически недостоверный характер. Фоновый уровень триглицеридов не отличается во всех исследуемых группах. **Результаты.** Представленные результаты указывают на то, что в обеих исследуемых группах статистически достоверно происходит увеличение уровня триглицеридов по сравнению с животными, получавшими стандартный полнорационный корм. Во всех исследованных группах содержание общего холестерина остается на одинаковом уровне. В обеих исследуемых группах несколько увеличиваются абсолютные цифры фонового содержания липопротеидов низкой плотности и индекса атерогенности по сравнению с животными, получавшими стандартный полнорационный корм, однако эти отличия носят статистически недостоверный характер, о чем свидетельствуют уровни значимости *p*. По результатам медико-биологических исследований установлено, что потребление растительного масла со сниженным содержанием глицидиловых эфиров и стандартного растительного масла приводит к однонаправленным изменениям в организме лабораторных животных – увеличивается относительная масса печени, наблюдаются явления дистрофии и мультифокальных некрозов гепатоцитов, растет уровень триглицеридов при индуцировании твиновой гиперлипидемии.

Ключевые слова: растительные масла, липиды, глицидиловые эфиры, триглицериды, индекс атерогенности.

Цитирование. Далабаев А. Б., Альжаксина Н. Е., Саршаева А. Б. Медико-биологические исследования по изучению влияния на уровень липидов растительного масла со сниженным содержанием глицидиловых эфиров. *Известия НВ АУК*. 2023. 4(72). 470-479. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-47.

Вклад авторов. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Образование потенциально канцерогенных токсичных соединений во время обработки пищевых продуктов признано важной проблемой безопасности пищевых продуктов. Из этих токсичных соединений особое внимание привлекли глицидиловые эфиры, которые могут образовываться при рафинировании растительных масел, особенно пальмового масла и некоторых обработанных пищевых продуктов. Из-за своей токсичности и канцерогенности эти вещества могут представлять опасность для здоровья некоторых групп населения.

Этерифицированные формы глицидола представляют собой группу технологических загрязнителей, которые возникают во время обработки растительного масла, особенно на этапах рафинации с использованием высоких температур. Глицидол — органическое соединение, структура которого характеризуется наличием в молекуле глицерина эпоксидных и спиртовых функциональных групп. Эти вещества привлекли внимание всего мира, потому что их свободные формы оказались токсичными и канцерогенными на животных моделях.

В последние годы большое количество глицидиловых эфиров было обнаружено в обработанных пищевых продуктах и пищевых маслах. Самые высокие концентрации этих загрязняющих веществ наблюдались в пальмовом масле, но и другие растительные масла, такие как пальмоядровое масло, кукурузное масло и кокосовое масло, также присутствовали в значительных количествах. Кроме того, высокие концентрации были обнаружены в продуктах питания, в которых используются рафинированные масла, таких как детские смеси, печенье, крекеры и картофельные чипсы.

Эти соединения не присутствуют в исходном сырье, но могут образовываться в результате химических реакций при высоких температурах, таких как те, которые используются на стадии дезодорации в процессе очистки масла. При температуре выше 140°C в рафинированных маслах можно обнаружить некоторые количества этих загрязняющих веществ. В зависимости от типа масла этап дезодорации требует высоких температур (180-270°C) для удаления свободных жирных кислот и других соединений, важных для образования этих загрязняющих веществ. Было обнаружено, что другие факторы играют важную роль в загрязнении рафинированных масел, такие как присутствие потенциальных прекурсоров, включая хлорированные соединения и неполные ацилглицеролы.

Таким образом, целью данного исследования было изучение влияния растительных масел с пониженным содержанием глицидиловых эфиров по сравнению со стандартными растительными маслами на уровень липидов.

Материалы и методы. Исследования проводились согласно «Правилам проведения доклинических исследований, медико-биологических экспериментов и клинических испытаний в Республике Казахстан», утвержденным приказом Министерства здравоохранения Республики Казахстан от 25 июля 2007 года № 442 в соответствии с Госстандартом Республики Казахстан «Надлежащая лабораторная практика. Основные положения», утвержденным приказами министра индустрии и торговли РК от 29 декабря 2006 года №575 и №557 [3-5]. В исследовании учитываются рекомендации, изложенные в «Руководстве по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ» [1, 2].

Объекты исследований:

Исследуемая группа 1 – скормливание растительного масла со сниженным содержанием глицидиловых эфиров, смешанного со стандартным полнорационным кормом. Содержание растительного масла со сниженным содержанием глицидиловых эфиров в корме составило 20%.

Исследуемая группа 2 – скормливание стандартного растительного масла, смешанного со стандартным полнорационным кормом. Содержание стандартного растительного масла в корме составило 20%.

Исследуемая группа 3 – интактная группа, потребляющая стандартный полнорационный корм.

После 30-дневного скормливания исследуемых объектов у половины лабораторных животных (24 особи, по 8 животных в группе) был осуществлен забор крови для определения фонового содержания липидов (общий холестерин, липопротеиды высокой и низкой плотности, триглицериды). Забор крови был осуществлен после эвтаназии лабораторных животных путем передозировки CO₂, с помощью вакутейнера с ЭДТА из задней полый вены крысы. Кроме того, у данных лабораторных животных извлекали печень и определяли абсолютную и относительную массу печени. Доли печени от трех лабораторных животных из каждой исследуемой группы фиксировали в 10% формалине, после чего проводили патоморфологическое исследование. Патоморфологическое исследование осуществлялось при помощи микроскопа Axioskop 40, Carl Zeiss, Germany, при общем увеличении ×100 и ×200. Гистологические препараты окрашивались гематоксилином и эозином.

Второй половине животных (24 особи, по 8 животных в группе) воспроизводили твиновую гиперлипидемию, в результате чего быстро увеличивается уровень липидов в крови, особенно триглицеридов. Твиновую гиперлипидемию воспроизводили путем внутривентрального введения Твина-80 в дозе 200 мг/100 г массы тела лабораторных

крыс [1, 2]. После воспроизведения твиновой гиперлипидемии через 10 часов у лабораторных животных был осуществлен забор крови для определения содержания липидов (общий холестерин, липопротеиды высокой и низкой плотности, триглицериды). Забор крови будет осуществлен после эвтаназии лабораторных животных путем передозировки CO₂, с помощью вакутейнера с ЭДТА из задней полый вены крысы.

Измеряемые в ходе исследования параметры: еженедельная оценка прироста массы тела лабораторных животных, биохимический анализ крови (общий холестерин, липопротеиды высокой и низкой плотности, триглицериды), абсолютная и относительная масса печени лабораторных животных.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы Microsoft Excel 2010. Распределения описывались средним и ошибкой среднего значения. Межгрупповые отличия оценивали непараметрическим критерием Mann-Whitney U-test [6-8].

Результаты и обсуждение. Результаты влияния исследуемых объектов на динамику массы тела лабораторных крыс представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1 – Влияние растительного масла со сниженным содержанием глицидиловых эфиров в сравнении со стандартным растительным маслом на массу тела лабораторных крыс при скормливаниях исследуемых объектов в течение месяца
Table 1 – The effect of vegetable oil with a reduced content of glycidyl esters in comparison with standard vegetable oil on the body weight of laboratory rats when feeding the studied objects for a month

Время измерения исследуемого параметра	Масса тела крыс, г		
	Растительное масло со сниженным глицидиловых эфиров, n=16	Стандартное растительное масло, n=16	Стандартный полнорационный корм, n=16
Исходно	170,6±7,2 p1=0,6630 p2=0,8075	173,0±6,8 p1=0,8750	174,3±4,4
Через 1 неделю	189,0±7,6 p1=0,0136 p2=0,8467	191,2±8,0 p1=0,0282	213,5±5,4
Через 2 недели	208,1±8,2 p1=0,0034 p2=0,7467	212,0±9,0 p1=0,0121	243,2±7,4
Через 3 недели	224,1±8,7 p1=0,0008 p2=0,6456	229,7±8,2 p1=0,0021	269,6±8,5
Через 4 недели	233,0±7,9 p1=0,0003 p2=0,4942	241,0±8,3 p1=0,0021	279,2±7,8

Представленные в таблице 1 и на рисунке 1 результаты указывают на то, что прирост массы тела в обеих исследуемых группах отстает от прироста массы тела животных на стандартном полнорационном корме. Динамика массы тела в группе животных, потреблявшей растительное масло со сниженным содержанием глицидиловых эфиров, не отличается от прироста массы тела в группе животных, получавших стандартное растительное масло. Отставание в приросте массы тела от группы животных, получавших стандартный полнорационный корм, может быть связано с худшей потребностью корма, содержащего высокие концентрации растительного масла.

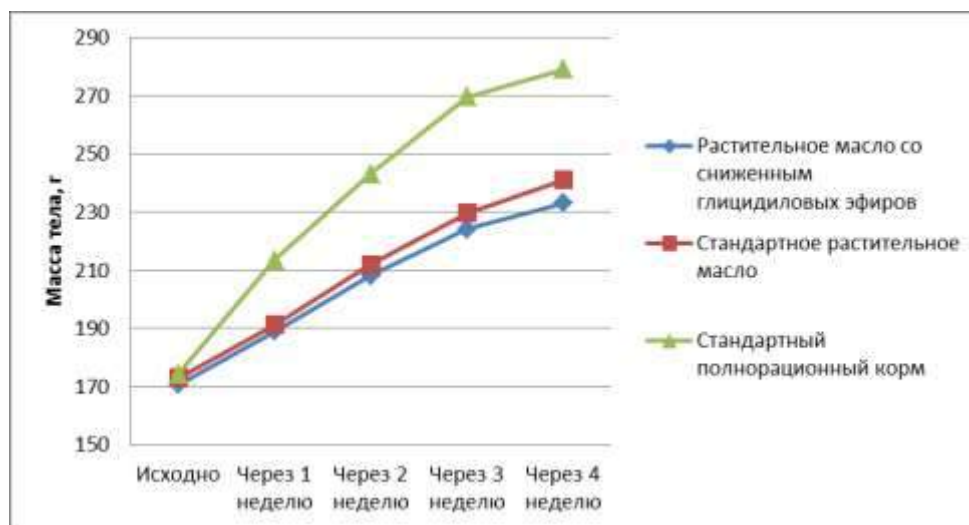


Рисунок 1 – Динамика массы тела лабораторных крыс при различных рационах питания

Figure 1 – Body weight dynamics of laboratory rats across diets

Результаты влияния исследуемых объектов на абсолютную и относительную массу печени лабораторных крыс представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние растительного масла со сниженным содержанием глицидиловых эфиров в сравнении со стандартным растительным маслом на абсолютную и относительную массу печени лабораторных крыс

Table 2 – The effect of vegetable oil with a reduced content of glycidyl esters in comparison with standard vegetable oil on the absolute and relative liver weight of laboratory rats

Исследуемый параметр	Растительное масло со сниженным содержанием глицидиловых эфиров, n=8	Стандартное растительное масло, n=8	Стандартный полнораціонный корм, n=8
Абсолютная масса печени, г	11,2±0,47 p1=0,9028 p2=0,6776	10,9±0,37 p1=0,6073	11,3±0,54
Относительная масса печени, %	4,77±0,03 p1=0,00000016 p2=0,052	4,53±0,11 p1=0,00015	3,78±0,10

Представленные в таблице 2 результаты указывают на то, что в обеих исследуемых группах увеличивается относительная масса печени лабораторных животных по сравнению с группой животных, потреблявших стандартный полнораціонный корм, уровень значимости $p < 0,05$ в обеих группах. При этом относительная масса печени животных, потреблявших растительное масло со сниженным содержанием глицидиловых эфиров, статистически достоверно не отличается от относительной массы печени животных, потреблявших стандартное растительное масло ($p = 0,052$).

Результаты влияния исследуемых объектов на фоновое содержание липидов (общий холестерин, липопротеиды высокой и низкой плотности, триглицериды, индекс атерогенности) в плазме крови лабораторных крыс представлены в таблице 3.

Представленные в таблице 3 результаты указывают на то, что в обеих исследуемых группах несколько увеличиваются абсолютные цифры фоновое содержание общего холестерина, липопротеидов низкой плотности и индекса атерогенности по сравнению с животными, получавшими стандартный полнораціонный корм, однако эти отличия носят статистически недостоверный характер, о чем свидетельствуют уровни значимости p . Фоновый уровень триглицеридов не отличается во всех исследуемых группах.

Таблица 3 – Влияние растительного масла со сниженным содержанием глицидиловых эфиров в сравнении со стандартным растительным маслом на фоновое содержание липидов
Table 3 – Effect of vegetable oil with a reduced content of glycidyl esters in comparison with standard vegetable oil on the background lipid content

Исследуемый параметр	Растительное масло со сниженным содержанием глицидиловых эфиров, n=8	Стандартное растительное масло, n=8	Стандартный полнорационный корм, n=8
Триглицериды, ммоль/л	0,33±0,08 p1=0,9445 p2=0,9673	0,33±0,04 p1=0,8629	0,34±0,04
Общий холестерин, ммоль/л	1,56±0,07 p1=0,3763 p2=0,9560	1,57±0,13 p1=0,4301	1,41±0,15
ЛПВП, ммоль/л	1,18±0,06 p1=0,2462 p2=0,4602	1,12±0,06 p1=0,7927	1,10±0,04
ЛПНП, ммоль/л	0,38±0,09 p1=0,7014 p2=0,6624	0,45±0,13 p1=0,4918	0,31±0,15
Индекс атерогенности	0,34±0,10 p1=0,7605 p2=0,6735	0,41±0,12 p1=0,5223	0,29±0,14

Результаты влияния исследуемых объектов на содержание липидов (общий холестерин, липопротеиды высокой и низкой плотности, триглицериды, индекс атерогенности) при стимулированной твином гиперлипидемии в плазме крови лабораторных крыс представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Влияние растительного масла со сниженным содержанием глицидиловых эфиров в сравнении со стандартным растительным маслом на содержание липидов
Table 4 – Effect of vegetable oil with a reduced content of glycidyl esters in comparison with standard vegetable oil on the lipid content

Исследуемый параметр	Масложировой продукт со сниженным содержанием трансизомеров жирных кислот, n=8	Стандартный масложировой продукт, n=8	Стандартный полнорационный корм, n=8
Триглицериды, ммоль/л	1,08±0,09 p1=0,0174 p2=0,7975	1,04±0,12 p1=0,0467	0,65±0,13
Общий холестерин, ммоль/л	1,97±0,12 p1=0,9271 p2=0,5307	1,88±0,09 p1=0,7094	1,95±0,18
ЛПВП, ммоль/л	0,66±0,04 p1=0,0874 p2=0,7684	0,63±0,09 p1=0,1843	0,77±0,05
ЛПНП, ммоль/л	1,32±0,11 p1=0,4885 p2=0,6829	1,25±0,11 p1=0,7296	1,18±0,15
Индекс атерогенности	2,06±0,20 p1=0,0867 p2=0,4333	2,69±0,76 p1=0,1668	1,55±0,19

Из таблицы 4 видно, что при индуцировании твиновой гиперлипидемии наблюдаем у животных на стандартном полнорационном корме в сравнении с фоновым содержанием липидов почти двукратное увеличение уровня триглицеридов, на 38% растет содержание общего холестерина, в 3,8 раза увеличивается содержание в плазме

крови липопротеидов низкой плотности, в 5 раз увеличивается индекс атерогенности, содержание липопротеидов высокой плотности, напротив, уменьшается на 30% по сравнению с фоновыми цифрами. Таким образом, модель твиновой гиперлипидемии нами воспроизведена адекватно.

Заключение. Таким образом, по результатам медико-биологических исследований установлено, что потребление растительного масла со сниженным содержанием глицидиловых эфиров и стандартного растительного масла приводит к однонаправленным изменениям в организме лабораторных животных – увеличивается относительная масса печени, наблюдаются явления дистрофии и мультифокальных некрозов гепатоцитов, растёт уровень триглицеридов при индуцировании твиновой гиперлипидемии.

Conclusions. Thus, according to the results of biomedical studies, it was found that the consumption of vegetable oil with a reduced content of glycidyl esters and standard vegetable oil leads to unidirectional changes in the body of laboratory animals – the relative weight of the liver increases, the phenomena of dystrophy and multifocal necrosis of hepatocytes are observed, the level of triglycerides increases when inducing tween hyperlipidemia.

Библиографический список

1. Адашев Б. Ш., Абдурахимов С. А., Ходжаев С. Ф. Анализ состава и свойств, осветленных светлых растительных масел с использованием местных глин. *Universum: Технические науки*. 2021. № 6 (87).
2. Салиханова Д. С., Исмоилова М. А., Сагдуллаева Д. С., Адашев Б. Ш., Кадилова Н. Б. Факторы, влияющие на процесс эмульгирования водно-жировых эмульсий. *ФарПИ илимий-техника журнали*. 2022. № 14. С. 64-68.
3. Смоленский И. В., Притворова А. В., Ордян Н. Э. Влияние пренатального стресса на окислительные модификации белков и активность супероксиддисмутазы в мозге и плазме крови самцов крыс в модели посттравматического стрессового расстройства. *Российский физиол. журнал им. И. М. Сеченова*. 2018. Т. 104. № 11. С. 1356-1367.
4. Сачивко Т. В. и др. Генетические ресурсы растений. Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. 22 с.
5. Нилова Л. П., Пилипенко Т. В., Потороко И. Ю. Токоферолы и токотриенолы: свойства, функции, природные источники. Аналитический обзор. *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии»*. 2021. Т. 9. № 1. С. 68-81.
6. Школьников М. Н., Аверьянова Е. В., Рожнов Е. Д. и др. Исследование антибактериальной активности флавоноидов облепихового шрота. *Индустрия питания|Food Industry*. 2020. Т. 5. № 3. С. 61-69.
7. Самойлова Ю. Г., Олейник О. А., Саган Е. В., Денисов Н. С., Филиппова Т. А., Подчиненова Д. В. Роль полиненасыщенных жирных кислот в протекции сердечно-сосудистых заболеваний у детей, страдающих ожирением. *Современные проблемы науки и образования*. 2019. N 6. С. 189.
8. Титов В. Н., Иванов Г. А., Антонов А. М. Лауриновая жирная кислота, среднецепочечные триглицериды, позитивное действие при синдроме резистентности к инсулину, дегенеративной патологии нейронов, атеросклерозе и атероматозе. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2019. Т. 64 (2). С. 68-77.
9. Орлова С. Ю., Юшев А. А., Шеленга Т. В. Химический состав плодов черемухи в условиях Северо-Западного региона России. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020. Т. 181. №2. С. 65-72.
10. Вострикова Н. Л., Кузнецова О. А., Куликовский А. В. Методические аспекты извлечения липидов из биологических матриц. Теория и практика переработки мяса. 2018. № 3 (2). С. 4-21.
11. Ивахнов А. Д., Садкова К. С., Собашникова А. С., Скребец Т. Э., Богданов М. В. Получение масла из ягод морошки экстракцией сверхкритическим диоксидом углерода. *Химия растительного сырья*. 2019. № 2. С. 91-97.

12. Ishak I., Hussain N., Coorey R., Ghani M.A. Optimization and characterization of chia seed (*Salvia hispanica* L.) oil extraction using supercritical carbon dioxide. *Journal of CO2 Utilization*. 2021. Vol. 45. 101430.

13. Хвиюзова К. А., Богданович Н. И., Воропаева Н. Л., Карпачев В. В. Активные угли, полученные методом термохимической активации соломы рапса. *Химия растительного сырья*. 2020. № 1. С. 337-346.

14. Скребец Т. Э., Ивахнов А. Д., Маматмуродов Х. Б. Оптимизация извлечения масла черемухи методом сверхкритической флюидной экстракции. *Химия растительного сырья*. 2022. № 2. С. 279-285.

15. Babatunde O. O., Park C. S., Adeola O. Nutritional potentials of atypical feed ingredients for broiler chickens and pigs. *Animals (Basel)*. 2021. V. 11 (5). 1196.

References

1. Adashev B. Sh., Abdurakhimov S. A., Khojaev S. F. Analysis of the composition and properties of clarified light vegetable oils using local clays. *Universum: Technical sciences*. 2021. № 6 (87).

2. Salikhanova D. S., Ismoilova M. A., Sagdullaeva D. S., Adashev B. S., Kadirova N. B. Factors affecting the process of emulsification of water-fat emulsions. *FarPI ilmium-technique magazines*. 2022. № 14. Pp. 64-68.

3. Smolensky I. V., Shymanova A. V., Ordyan N. E. Effects of prenatal stress on oxidative protein modifications and superoxide dismutase activity in the brain and plasma of male rats in a PTSD model. *Russian Physiol. journal named after I.M. Sechenov*. 2018. V. 104. № 11. Pp. 1356-1367.

4. Sachivko T. V. et al. Plant genetic resources. Spicy aromatic and essential oilseeds. Gorki: Belarusian State Agricultural Academy, 2021. 22 p.

5. Nilova L. P., Pilipenko T. V., Potoroko I. Yu. Tocopherols and tocotrienols: properties, functions, natural sources. Analytical review. *Bulletin of SUSU. Food and Biotechnology Series*. 2021. V. 9. № 1. Pp. 68-81.

6. Shkolnikova M. N., Averyanova E. V., Rozhnov E. D., etc. Investigation of antibacterial activity of sea buckthorn meal flavonoids. *Food Industry*. 2020. V. 5. № 3. Pp. 61-69.

7. Samoilova Yu. G., Oleinik O. A., Sagan E.V., Denisov N. S., Filippova T. A., Podvenova D.V. Role of polyunsaturated fatty acids in the protection of cardiovascular diseases in obese children. *Modern problems of science and education*. 2019. N 6. P. 189.

8. Titov V. N., Ivanov G. A., Antonov A. M. Lauric fatty acid, medium-chain triglycerides, positive effect in insulin resistance syndrome, degenerative neuronal pathology, atherosclerosis and atheromatosis. *Clinical laboratory diagnostics*. 2019. V. 64 (2). Pp. 68-77.

9. Orlova S. Yu., Yushev A. A., Shelenga T. V. Chemical composition of bird cherry fruits in the North-West region of Russia. *Works on applied botany, genetics and selection*. 2020. V. 181. № 2. Pp. 65-72.

10. Vostrikova N. L., Kuznetsova O. A., Kulikovskiy A. V. Methodical aspects of lipid extraction from biological matrices. *Meat processing theory and practice*. 2018. № 3 (2). Pp. 4-21.

11. Ivakhnov A. D., Sadkova K. S., Sobashnikova A. S., Skrebets T. E., Bogdanov M. V. Obtaining oil from cloudberry berries by extraction with supercritical carbon dioxide. *Chemistry of plant raw materials*. 2019. № 2. Pp. 91-97.

12. Ishak I., Hussain N., Coorey R., Ghani M.A. Optimization and characterization of chia seed (*Salvia hispanica* L.) oil extraction using supercritical carbon dioxide. *Journal of CO2 Utilization*. 2021. Vol. 45. 101430.

13. Khviyuzova K. A., Bogdanovich N. I., Voropaeva N. L., Karpachev V. V. Active coals obtained by thermochemical activation of rapeseed straw. *Chemistry of plant raw materials*. 2020. № 1. Pp. 337-346.

14. Skrebets T. E., Ivakhnov A. D., Mamatmurodov H. B. Optimization of bird cherry oil extraction by supercritical fluid extraction. *Chemistry of plant raw materials*. 2022. № 2. Pp. 279-285.

15. Babatunde O. O., Park C. S., Adeola O. Nutritional potentials of atypical feed ingredients for broiler chickens and pigs. *Animals (Basel)*. 2021. V. 11 (5). 1196.

Информация об авторах

Саршаева Алия Батырбековна, PhD-докторант, преподаватель Таразского регионального университета им. М. Х. Дулати (Казахстан, 080000, г. Тараз, ул. Сулейменова, д. 7), e-mail: aliya.sarshayeva@bk.ru

Далабаев Асхат Болатулы, магистр техники и технологии, главный научный сотрудник, Астанинский филиал ТОО "Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности" (Казахстан, 050060, г. Алматы, пр. Гагарина, д. 238 Г), e-mail: dalabaev_askhat@mail.ru

Альжаксина Назым Ерболовна, PhD, главный научный сотрудник, Астанинский филиал ТОО "Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности" (Казахстан, 050060, г. Алматы, пр. Гагарина, д. 238 Г), e-mail: nazjomka@mail.ru

Author's Information

Sarshaeva Aliya Batyrbekovna, PhD doctoral student, lecturer at Taraz Regional University named after M. Kh. Dulati (Kazakhstan, 080000, Taraz, Suleimenova St., 7), e-mail: aliya.sarshayeva@bk.ru

Dalabayev Askhat Bolatuly, Master of Engineering and Technology, Chief Researcher, Astana Branch of Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry LLP (Kazakhstan, 050060, Almaty, pr. Gagarina, 238 G), e-mail: dalabaev_askhat@mail.ru

Alzhaksina Nazym Yerbolovna, PhD, Chief Researcher, Astana Branch of Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry LLP (Kazakhstan, 050060, Almaty, pr. Gagarina, 238 G), e-mail: nazjomka@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-48

**INCREASING THE FISH PRODUCTIVITY OF THE DON RIVER AND RATIONAL
USE OF WATER RESOURCES**

A. M. Anokhin, A. A. Tkachev, A. V. Stepkin

*Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A. K. Kortunov – branch of Don
State Agrarian University
Novocherkassk, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: anocxin2014@yandex.ru

Received 17.08.2023

Submitted 08.11.2023

Summary

The article presents the signs of degradation of the river and fish stocks of the Don River on the example of the Kochetovsky hydroelectric complex and the consequences of irrational use of water resources on the work of reclamation systems of the Rostov region. The objective of this study of signs of degradation of the Don River is to focus attention on the growing problem of reducing water resources in the South of Russia.

Abstract

Introduction. Global climate change is currently beyond doubt and is an objective reality. On climate change and its consequences, it is necessary to take actions to assess risks and take measures in advance to reduce or prevent negative consequences. The signs of degradation of the river and fish stocks of the Don River are given on the example of the Kochetovsky hydroelectric complex and the consequences of irrational use of water resources on the work of reclamation systems of the Rostov region. The objective of this study of signs of degradation of the Don River is to focus attention on the growing problem of reducing water resources in the South of Russia. **Materials and methods.** In the course of the work, a comparative analysis of water levels and flows of the Don River in the lower reaches of the Kochetovsky hydroelectric complex over the past 50 years was carried out. Data from hydrological yearbooks on water levels in the Don River and on expenditures indicate significant changes in indicators for the worse. **Results and conclusions.** Proposals are formulated on the need to control such areas for the protection of water bodies as ensuring the reduction of anthropogenic load on water bodies, recommendations are given on the unhindered passage of all fish species to spawning sites and practical provision of rational use of water resources of the Tsimlyansk reservoir.