

**ВЛИЯНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЖИРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ  
ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ К ХОЛОДОВОМУ СТРЕССУ**

Р.А. КОЧКИН\*, А.А. ЛОБАНОВ\*, С.В. АНДРОНОВ\*, И.В. КОБЕЛЬКОВА\*\*, Д.Б. НИКИТЮК\*\*,  
Е.Н. БОГДАНОВА\*\*\*, А.И. ПОПОВ\*, В.В. КОСТРИЦЫН\*, И.В. ПРОТАСОВА\*, Л.П. ЛОБАНОВА\*,  
А.Н. МАРТИНЧИК\*\*

\*ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», ул. Республики, д. 20, г. Салехард,  
Тюменская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, 629008, Россия,  
e-mail: Kochkin25011983@mail.ru, info@arctic89.ru

\*\*ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Устьинский проезд, д. 2/14, г. Москва, 109240, Россия,  
e-mail: mailbox@ion.ru

\*\*\*ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»  
в г. Северодвинске, набережная Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, 163002, Россия,  
e-mail: public@narfu.ru

**Аннотация.** Повышение устойчивости к холодовому стрессу является важной задачей адаптации к экстремальным условиям и обеспечения безопасности лиц, проживающих и работающих в Арктическом регионе (военных, моряков, рыбаков, водителей, строителей, вахтовых рабочих). Несмотря на современные жилищные условия, одежду и транспорт в условиях экстремальных ситуаций, аварий, боевых действий, от устойчивости к холоду при выполнении сложных заданий может зависеть жизнь человека. Защита от холодового стресса во многом лимитирована функциональным состоянием центральной нервной системы, регулирующей не только термогенез, но и согласованную работу мозга и мышц, что обеспечивает выживаемость в условиях общего охлаждения. Оптимальный жирнокислотный состав потребляемых с рационом жиров оказывает нейропротекторное влияние во время низкотемпературной экспозиции, поскольку липиды модулируют работу мембраны нейрона. Было проведено экспериментальное исследование с участием 105 половозрелых крыс-самцов (линии Вистар) разделенных на 7 равных групп. Животные получали в качестве базового корма пшеницу мягких сортов (20 грамм на животное), обогащенную изокалорийной дозой соответствующего жира: льняного масла – 5 г, жира оленя – 5 г, жира щуки (*Coregonus nasus Pallas*) – 5 г, оливкового масла – 5,4 г, свиного жира – 5,3 г, сливочного масла – 5,8 г. Кормление осуществлялось на протяжении 15 дней. На 16 день проведен тест Морриса с использованием холодной воды ( $t=+4^{\circ}\text{C}$ ). На 17 день оценивалась устойчивость лабораторных животных к длительной гипотермии в холодной воде ( $t=+4^{\circ}\text{C}$ ). Регистрация показателей (пройденное расстояние и время достижения подводной опоры) осуществлялась автоматически с помощью видеотрекингового оборудования (*EtchoVisionXT9*). Выявлено, что наиболее эффективное действие на когнитивную функцию оказал свиной жир, позволив сформировать более крепкую ассоциативную связь между отметкой на стенке бассейна и положением подводной опоры, за счет чего пройденное животными расстояние и время достижения целевого объекта было наименьшим, чем в группе контроля ( $p=0,04$ ,  $U=85,0$ ;  $p=0,02$ ,  $U=176,0$ ). В условиях длительной тотальной гипотермии в холодной воде животные получавшие рационы, обогащенные свиным жиром и жиром северного оленя, оказались достоверно более устойчивы к низкотемпературному воздействию по сравнению с группой контроля ( $p=0,001$ ,  $U=82,0$ ;  $p=0,02$ ,  $U=88,0$ ). Полученные данные, могут быть использованы при разработке рационов питания, позволяющих повысить устойчивость центральной нервной системы к холодовому стрессу.

**Ключевые слова:** холодовой стресс, центральная нервная система, питание, жиры, водный тест Морриса.

**EFFECTS OF THE CONSUMPTION OF DIFFERENT TYPES OF FATS ON THE STABILITY OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM TO COLD STRESS**

R.A. KOCHKIN\*, A.A. LOBANOV\*, S.V. ANDRONOV\*, I.V. KOBELKOVA\*\*, D.B. NIKITYUK\*\*, E.N. BOGDANOVA\*\*\*, A.I. POPOV\*, V.V. KOSTRITSYN\*, I.V. PROTASOVA\*, L.P. LOBANOVA\*, A.N. MARTINCHIK\*\*

\*Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District,  
Republic Str., 20, Salekhard, Tyumen region, Yamal-Nenets Autonomous District, 629008, Russia,  
e-mail: Kochkin25011983@mail.ru, info@arctic89.ru

\*\* Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety,  
Ustyinsky Proezd 2/14, Moscow, 109240, Russia, e-mail: mailbox@ion.ru

\*\*\* Federal Center for Integrated Arctic Research,  
embankment of the Northern Dvina, 17, Arkhangelsk, 163002, Russia, e-mail: public@narfu.ru

**Abstract.** Increasing resistance to cold stress is an important task of adapting to extreme conditions and ensuring the safety of people living and working in the Arctic region (military, seamen, fishermen, drivers, builders, shift workers). Despite modern living conditions, clothing and transportation in conditions of extreme situations, accidents, military operations, when performing complex tasks, a person's life may depend on resistance to cold. Protection against cold stress is largely limited by the functional state of the central nervous system, which regulates not only thermogenesis, but also the coordinated work of the brain and muscles, ensures survival under conditions of general cooling. The consumed optimal fatty acid composition with a diet of fats has a neuro-protective effect during low-temperature exposure, since lipids modulate the functioning of the neuron's membrane. An experimental study was conducted involving 105 adult male rats (Wistar strain) divided into 7 equal groups. Animals received soft varieties of wheat (20 grams per animal), enriched with an isocaloric dose of the corresponding fat: flaxseed oil - 5g, deer fat - 5g, and cheek fat (*Coregonus nasus* Pallas) - 5g, olive oil - 5.4g, and pig fat - 5.3 g, butter - 5.8 g. Feeding was carried out for 15 days. On day 16, a Morris test was conducted using cold water ( $t + 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). On day 17, the resistance of laboratory animals to prolonged hypothermia in cold water ( $t + 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) was assessed. The registration of indicators (distance and time to reach the underwater support) was carried out automatically using video tracking equipment (EtchoVision XT9). It was revealed that pork fat had the most effective effect on cognitive function and allowed to form a stronger associative connection between the mark on the pool wall and the position of the underwater support, which led to the shortest distance and time to reach the target object than in the control group ( $p=0,04$ ,  $U=85.0$ ;  $p=0.02$ ,  $U=176.0$ ). Under conditions of long-term total hypothermia in cold water, animals fed rations enriched in pork fat and reindeer fat turned out to be significantly more resistant to low-temperature exposure compared with the control group. ( $p=0.001$ ,  $U=82.0$ ;  $p=0.02$ ,  $U=88.0$ ). The obtained data can be used to develop diets that increase the resistance of the central nervous system to cold stress.

**Keywords:** cold stress, central nervous system, nutrition, fats, Morris water test.

Повышение устойчивости к холодовому стрессу является важной задачей обеспечения безопасности лиц, проживающих и работающих в Арктическом регионе (военных, моряков, рыбаков, водителей, строителей, вахтовых рабочих). Несмотря на современные жилища, одежду и транспорт в условиях экстремальных ситуаций, аварий, боевых действий, от устойчивости к холоду при выполнении сложных заданий может зависеть жизнь человека.

Холод является мощным полимодальным стрессом, реализующим свое действие преимущественно рефлекторным путём. Во время охлаждения избыточный сигнал, поступающий от кожных рецепторов в центральную нервную систему, нарушает работу центров, отвечающих за кровоснабжение сердца, почек, надпочечников, а также дискоординирует работу коры головного мозга [3, 5, 10]. Оптимальное функционирование нейронов головного мозга во многом зависит от качества липидных молекул, являющихся основой каркаса мембраны нервных клеток. В отличие от аминокислот, некоторые жировые компоненты пищи, не подвергаясь биохимической трансформации, могут в небольших количествах поступать в головной мозг [4]. Там они встраиваются в мембраны нервных клеток, что позволяет рассматривать их как важнейший пищевой фактор, регулирующий работу нервной системы [4]. *Насыщенные жирные кислоты* (НЖК) усиливают резистентность мембраны к перекисному окислению. Напротив, ненасыщенные – обеспечивают её функциональную активность, но снижают устойчивость к свободнорадикальному повреждению [8]. Таким образом, жирнокислотный состав поступающих с пищей жиров определяет баланс между резистентностью к оксидативному стрессу и функциональной активностью мембраны нервных клеток [12]. Животные и растительные жиры имеют в своем составе разное соотношение основных групп жирных кислот. Например, в льняном масле на 100 г липидов приходится 9,6 (8,5-10,5)% НЖК, 20,2% *мононенасыщенных жирных кислот* (МНЖК), остальные 67,7 (38,3-97)% представ-

лены полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК) с высоким содержанием (от 40% до 97%) омега-3 жирных кислот [14]. В оливковом масле, напротив, на единицу массы жира приходится: МНЖК 66,9% [9], а на НЖК и ПНЖК 16,8 (11,8-21,8)% и 13,2 (3,6-22,8)% соответственно [14]. В сливочном масле более половины состава 53,6 (49,5-57,8)% – это насыщенные жирные кислоты, примерно 26-28% – МНЖК и около 2,5 (1,7-3,3)% – ПНЖК [11]. В животных жирах, а именно в свином жире соотношение несколько иное. Соотношение НЖК: МНЖК:ПНЖК составляет соответственно 31,1:39,8:29,1 [2]. На 100 г липидов северного оленя приходится: 34,6% НЖК, 29,2% МНЖК и 33,6% ПНЖК и в отличие от жиров других животных и молочных продуктов характеризуется высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот [6]. Жир Щекура (*Coregonus nasus Pallas*, род сига) содержит широкую гамму важнейших ПНЖК [1]. Насыщенные жирные кислоты составляют всего 25,7%, остальные 74,3% представлены ненасыщенными жирными кислотами, из которых полиненасыщенные жирные кислоты омега-3 образуют 12,4%, а омега-6 ПНЖК – 2,3% [1].

Можно предположить, что главную роль в поддержании эффективной работы центральной нервной системы в условиях холодового стресса сыграют не столько отдельные жирные кислоты, сколько их сбалансированное содержание в конкретном жире. Создание и апробация рационов питания в экспериментальных исследованиях позволяет в дальнейшем экстраполировать полученные данные на питание широких контингентов, пребывающих в Арктике (вахтовые рабочие, военные, спасатели, моряки, строители).

**Цель исследования** – изучить воздействие различных видов жиров на центральную нервную систему лабораторных животных в условиях холодового стресса.

**Материалы и методы исследования.** Было проведено экспериментальное проспективное рандомизированное исследование. В исследовании участвовали 105 половозрелых крыс-самцов (линии Вистар) со средней начальной массой тела 243±13,1 г. Средняя масса тела в группах не различалась ( $p > 0,05$ , ANOVA). Работа выполнена в соответствии с [15] и приказом Минздравсоцразвития России №708н от 23.08.2010 г. «Об утверждении Правил лабораторной практики». Животные были разделены на 7 групп по 15 особей в каждой. Группа контроля получала в качестве корма зерно пшеницы мягких сортов (ООО ВосходАгро, Россия) в количестве 32 г на одно животное в сутки (117 ккал/сутки). Пищевая и энергетическая ценность зерна пшеницы мягких сортов на 100 г массы: белки – 10,7 г; углеводы – 75,4 г; жиры – 2 г; энергетическая ценность – 362 ккал. Группы воздействия получали в качестве основы пшеницу мягких сортов, обогащенную одним из жиров: оливковым, льняным, сливочным маслом, жиром щекура, свиным и оленьим жиром (табл. 1).

Таблица 1

**Энергетическая ценность используемых жиров**

Вид жира	Калорийность (ккал)	Производитель
Льняное масло «Аспера»	898	ООО «Лен», Россия
Оливковое масло «Maestro de Oliva Extra Virgin»	824	«OliveLine», Испания
Сливочное масло «Сливочное» 82,5%	748	ЗАО «Озерецкий молочный комбинат», Россия
Свиной жир (шпик)	841	ООО СПХ «Югроспром», Россия
Олений жир	896	ООО ПФ "Ныда-Ресурс", Россия
Жир щекура	898	ООО ПФ "Ныда-Ресурс", Россия

Ежедневный рацион в группах воздействия составлял 20 г пшеницы, обогащенной определенной долей соответствующего жира: льняного масла – 5 г, жира оленя – 5 г, жира щекура – 5 г, оливкового масла – 5,4 г, свиного жира – 5,3 г, сливочного масла – 5,8 г, что соответствовало суточной изокалорийности рациона питания группы контроля.

Масса тела животных в группах до начала потребления рационов, обогащенных жирами  
и в последний день кормления

Группа	До	После	Прирост в % (от исходного)
Контроль	246,4±12,6	251,2±16,8	2
Свиной жир	241,8±13,8	350,0±13,2	7
Оливковое масло	258,2±12,4	249,2±14,7	-2
Льняное масло	256,3±14,7	239,7±12,1	-4
Сливочное масло	248,0±11,7	263,5±16,0	4
Олений жир	221,8±14,9	230,2±11,7	2
Жир щекура	231,2±10,2	229,5±13,9	-0,4

В экспериментальном исследовании были изучены рационы питания, обогащенные соответствующими жирами, и их способность повышать устойчивость центральной нервной системы животных к холодовому стрессу.

Исследование состояло из 3-х этапов. На первом этапе осуществлялось кормление животных в указанных дозах на протяжении 15 дней. На втором этапе (16 день исследования) был проведен модифицированный тест Морриса с холодной водой [16]. На третьем этапе (17 день) оценивалась максимальная устойчивость животных к тотальной гипотермии в холодной воде.

В водном стресс-тесте Морриса [14, 16] было изучено влияние рационов питания на выработку животными оптимальной поведенческой стратегии в условиях холодового стресса. Животное помещалось в центр черного бассейна диаметром 165 см, высотой 60 см, заполненного водой. У борта емкости ниже уровня воды располагалась круглая черная площадка диаметром 12 см, опираясь на которую животное могло выбраться из воды. Над скрытой под водой площадкой на стенке бассейна была нанесена белая метка 10×10 см, на которую ориентировалось животное, чтобы найти скрытую подводную опору. Для повышения контрастности между меткой и бортами бассейна, а также сокрытия подводной опоры создавалось сумеречное фоновое освещение. Животное, вставшее на площадку всеми четырьмя лапками, засчитывалось как достигшее целевого объекта и извлекалось из емкости. Регистрация времени плавания, локомоторной активности животного и анализ трека проводились с помощью системы видеотрекинга *Etcho Vision XT9* (программное обеспечение *Noldus*, Нидерланды). Видео камера установки была расположена над центром резервуара. Высота и угол наклона были подобраны таким образом, что вся площадь поверхности воды в бассейне попадала в зону видимости объектива камеры. Влияние присутствия исследователя на лабораторных животных было исключено, поскольку после помещения крысы в резервуар исследователь удалялся для наблюдения за плавательной активностью через цифровой монитор. Анализировались показатели локомоторного поведения животного: *distance to zone* (пройденное расстояние) – показатель, отражающий общее расстояние (см), пройденное до подводной опоры (целевого объекта); и *recording time* (время записи) – время (сек), затраченное для достижения целевого объекта в воде.

Предварительно, у животного вырабатывался условный рефлекс нахождения подводной опоры по метке, нанесенной на край бассейна. Обучение животного проводилось на протяжении 3-х дней (начиная с 13 дня исследования) в теплой воде (+28°C). После обучения проводился эксперимент в условиях холодового стресса при температуре воды +4°C.

Об эффективности работы центральной нервной системы, направленной на спасение из холодной воды, судили по скорости нахождения скрытой платформы по видимой животному метке-указателю (рис. 1).



Поиск животным подводной опоры в холодной воде

Трек перемещений животного, зафиксированный с помощью аппарата *Etcho Vision XT9*

Рис. 1. Проведение теста Морриса в холодной воде

В последний день исследования оценивалась устойчивость животных к длительному общему охлаждению. Животные погружались в холодную воду ( $+4^{\circ}\text{C}$ ). Фиксировалось время нахождения животного на плаву (до погружения с головой под воду). При первом полном погружении животное сразу извлекалось и согревалось.

Обработку результатов осуществляли с помощью пакета программ *Statistica for Windows, v.8.0* (*StatSoft Inc.*, США). После проверки полученных данных на закон нормального распределения, оценку достоверности наблюдаемых изменений проводили с помощью *U*-критерия *Mann-Whitney*. Полученные данные представлены в виде средней арифметической величины и стандартного отклонения ( $M \pm SD$ ). Уровень статистической значимости принят при  $p < 0,05$  [7].

**Результаты и их обсуждение.** Наилучшее время достижения подводной опоры в холодной воде выявлено в группе животных, получавших рацион, обогащенный свиным жиром, что достоверно отличается от группы контроля (рис. 2). Вероятно, сбалансированное сочетание насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот в составе свиного жира обеспечивает высокую устойчивость к холодовому стрессу. В условиях холодового стресса активируется перекисное окисление липидов, приводящее к интенсивной деградации ПНЖК в нервной ткани с последующим ухудшением работы головного мозга [8].

Насыщенные жирные кислоты повышают устойчивость мембраны нейрона к повреждающему действию продуктов перекисного окисления, повышая стабильность работы нервной системы в условиях холодового стресса. Полиненасыщенные жирные кислоты способствуют высокой функциональной активности мембраны нейрона, что может влиять на скорость выработки поведенческой стратегии в стрессовой ситуации.

Наименьшее пройденное до подводной опоры расстояние в холодной воде выявлено в группе животных, получавших рацион, обогащенный свиным жиром, что достоверно отличается от группы контроля (рис. 3).

Наибольшую устойчивость к тотальной гипотермии показали животные, получавшие рационы, обогащенные свиным и оленьим жирами, что достоверно отличается от группы контроля (рис. 4). Эти жиры имеют примерно одинаковое соотношение основных групп жирных кислот (в свином жире доля НЖК составляет 31,1%: МНЖК 39,8%: ПНЖК 29,1%, а в жире северного оленя – 34,6%, 29,2% и 33,6% соответственно). Вероятно, такая пропорция основных фракций жирных кислот в указанных животных жирах обеспечивает оптимальную нейропротекцию в условиях холодового стресса.

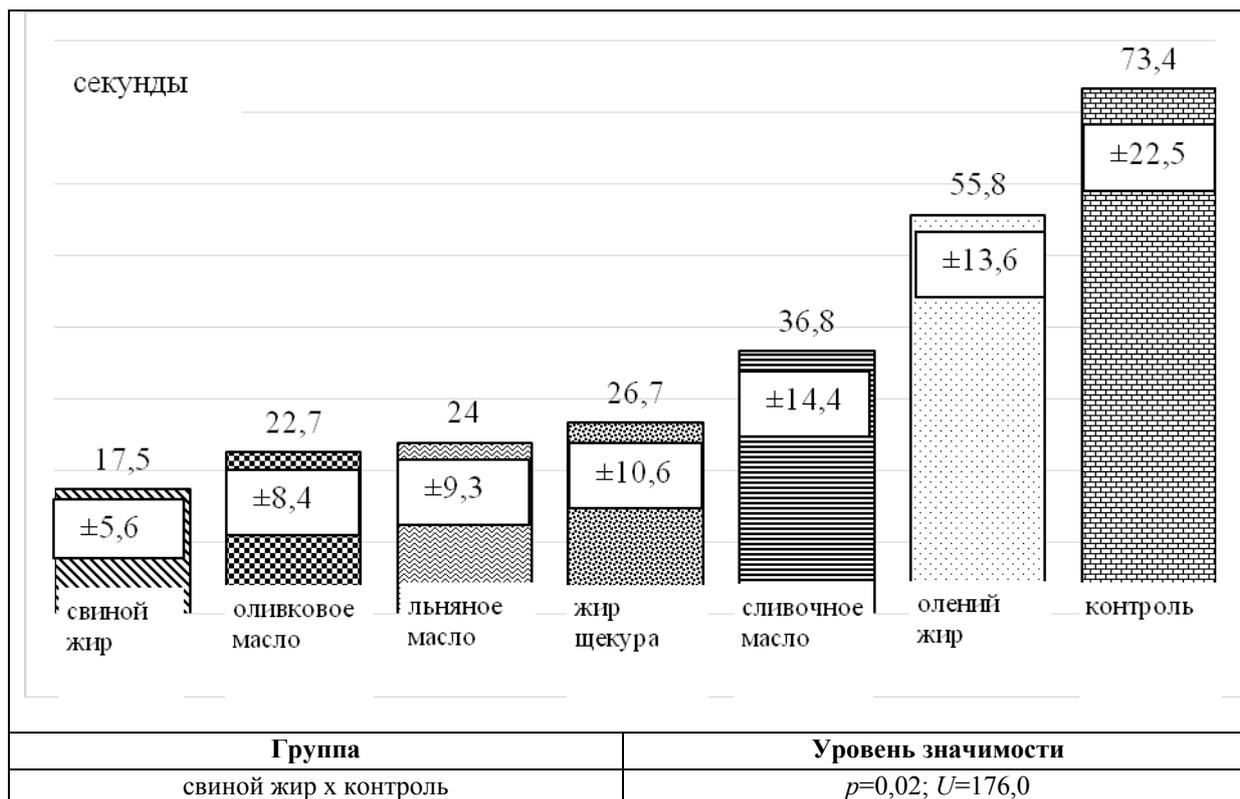


Рис. 2. Время ( $M \pm SD$ , сек) достижения подводной опоры лабораторными животными, принимавших различные жиры в условиях общего охлаждения (тест Морриса)

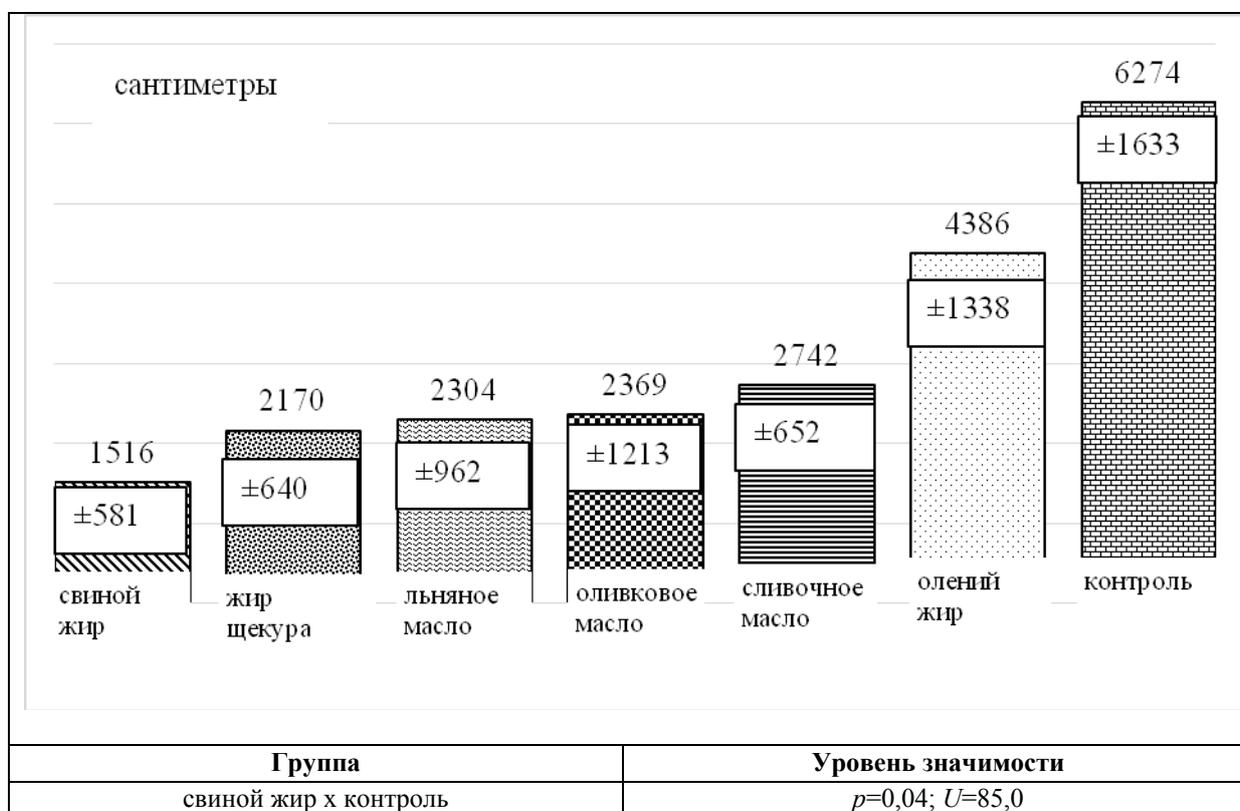


Рис. 3. Пройденное расстояние ( $M \pm SD$ , см) до подводной опоры животными, принимавших различные жиры в условиях общего охлаждения (тест Морриса)

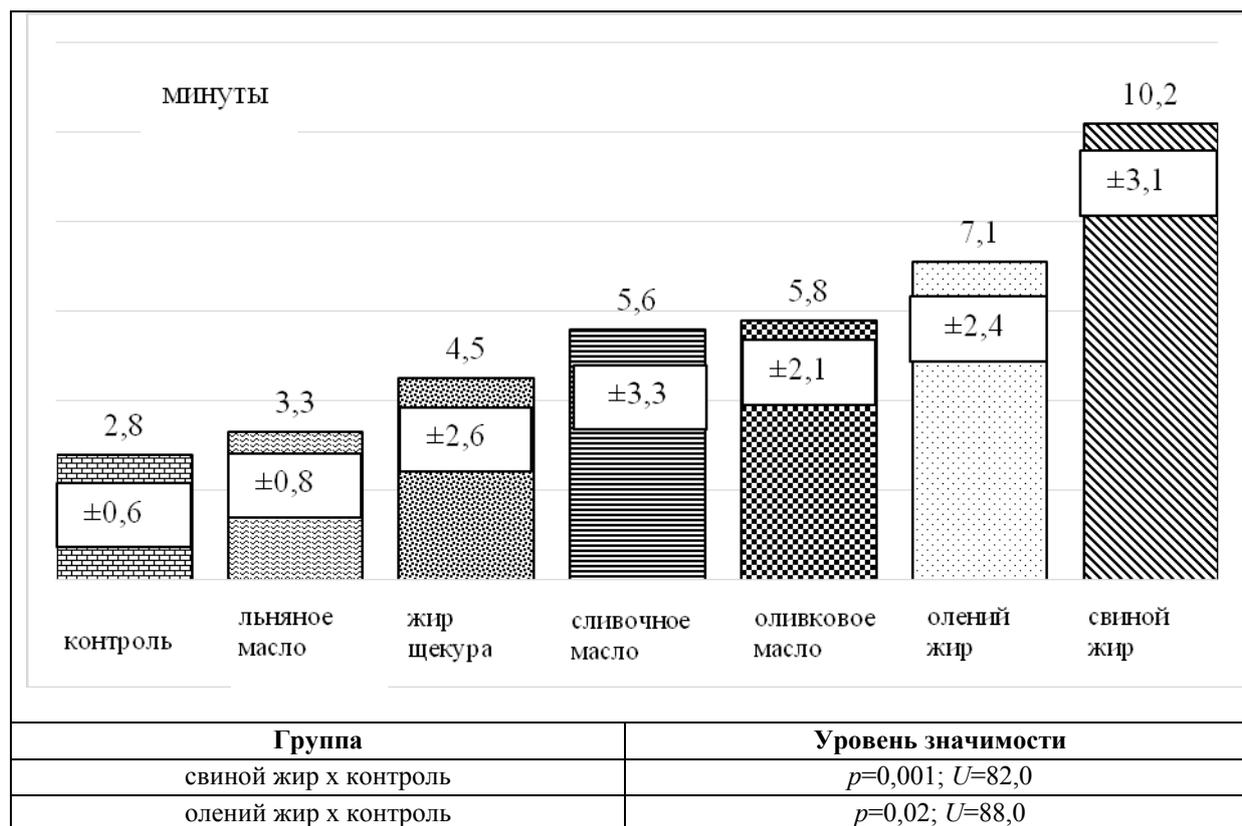


Рис. 4. Длительность ( $M \pm SD$ , минуты) устойчивости к общему охлаждению лабораторных животных, принимавших различные жиры

**Заключение.** Таким образом, свиной, олений и жир щекура являются важными компонентами питания, повышающими устойчивость к холодовому стрессу, что необходимо учитывать при разработке рационов для лиц, работающих в условиях Арктики (военных, вахтовых рабочих, моряков, спасателей) и при обеспечении населения питанием в случае чрезвычайных ситуаций в холодное время года.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-010-00875/18

#### Литература

1. Абрамов А.Ф., Слепцова Т.В., Ефимова А.А. Пищевая и биологическая ценность чира *Coregonus nasus* (Pallas) индигирской популяции в Республике Саха (Якутия) // Наука и образование. 2016. №1. С. 91–95.
2. Гуринович Г.В., Малютин К.В., Субботина М.А. Исследование состава и свойств жировой ткани свинины в зависимости от категории упитанности с целью обоснования направлений её рационального использования // Техника и технология пищевых производств. 2015. Т. 39, № 4. С. 20–25.
3. Козырева Т.В., Ткаченко Е.Я., Елисева Л.С., Симонова Т.Г., Козарук В.П., Гонсалес Е.В., Ломакина С.В. Роль терморцепции в функциональных изменениях эффекторных систем при термических воздействиях на организм // Бюллетень СО РАМН. 2004. № 2 (112). С. 123–129.
4. Крумс Л.М. Дефицит полиненасыщенных жирных кислот у больных целиакией // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2011. № 03. С. 31–33.
5. Майстрах Е.В. Гипотермия и анабиоз. Москва – Ленинград: «Наука», 1964. С. 24–32.
6. Марцеха Е.В., Батырев О.Н., Шепелев В.Г. Характеристика жирнокислотного состава мяса диких северных оленей // Достижения науки и техники АПК. 2010. №07. С. 72–74.
7. Орлова И.В. Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSS: Учеб. пособие. М.: Вузский учебник, 2014. 310 с.
8. Терешина Е.В. Роль жирных кислот в развитии возрастного окислительного стресса. Гипотеза // Успехи геронтологии. 2007. Т. 20, № 1. С. 59–65.
9. Тутельян В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания. Справочник. М.: ДеЛи плюс, 2012. 284 с.

10. Хадарцев А.А., Лучаков Ю.И., Шабанов П.Д., Несмеянов А.А. Влияние соотношения размеров ядра и оболочки на тепловой гомеостазис некоторых животных // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 2-20. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4785.pdf> (дата обращения: 30.04.2014). DOI: 10.12737/3862.
11. Щербакова Е.И. Влияние растительных масел на качество песочного полуфабриката // Вестник ЮУрГУ. Экономика и менеджмент. 2013. Т. 7, № 3. С. 163–167.
12. De Vriese S.R. Lowered serum n-3 polyunsaturated fatty acid (PUFA) levels predict the occurrence of postpartum depression: further evidence that lowered n-PUFAs are related to major depression // Life sciences. 2003. Vol. 73, №. 25. P. 3181–3187.
13. D'Hooge R., De Deyn P.P. Applications of the Morris water maze in the study of learning and memory // Brain Research Reviews. 2001. № 36 (1). P. 60–90.
14. Foster R. Culinary oils and their health effects // Journal compilation. British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin. 2009. № 34. P. 4–47.
15. Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. 8th ed. Committee for the Update of the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals; Institute for Laboratory Animal Research (ILAR); Division on Earth and Life Studies (DELS); National Research Council of the national academies. Washington: The National Academies Press, 2011. 248 p.
16. Morris R.G.M. Development of a water-maze procedure for studying spatial learning in the rat // J. Neurosci. Methods. 1984. №11. P. 47–60.

### References

1. Abramov AF, Slepova TV, Efimova AA. Pishhevaja i biologicheskaja cennost' chira Coregonus nasus (Pallas) indigirskoj populjacji v Respublike Saha (Jakutija) [Nutritional and biological value of chira Coregonus nasus (Pallas) indigir population in the Republic of Sakha (Yakutia)]. Nauka i obrazovanie. 2016;1:91-5. Russian.
2. Gurinovich GV, Maljutina KV, Subbotina MA. Issledovanie sostava i svojstv zhirovoj tkani svininy v zavisimosti ot kategorii upitannosti s cel'ju obosnovanija napravlenij ejo racio-nal'nogo ispol'zovanija [Study of the composition and properties of pork fat tissue depending on the category of fatness in order to justify the directions of its dietary use]. Tehnika i tehnologija pishhevych proizvodstv. 2015;39(4):20-5. Russian.
3. Kozyreva TV, Tkachenko EJ, Eliseeva LS, Simonova TG, Kozaruk VP, Gonsales EV, Lomakina SV. Rol' termoreceptii v funkcional'nyh izmenenijah jeffekturnyh sistem pri termicheskikh vozdeystvijah na organism [The role of thermoreception in the functional changes of effector systems under thermal effects on the body]. Bjulleten' SO RAMN. 2004;2(112):123-9. Russian.
4. Krums LM. Deficit polinenasyshennyh zhirnyh kislot u bol'nyh celiakiej [Deficiency of polyunsaturated fatty acids in celiac patients]. Jeksperimental'naja i klinicheskaja gastrojenterologija. 2011;3:31-3. Russian.
5. Majstrah EV. Gipotermija i anabioz [Hypothermia and suspended animation]. Moscow – Leningrad: «Nauka»; 1964. Russian.
6. Marceha EV, Batyrev ON, Shepelev VG. Harakteristika zhirnokislotnogo sostava mjasa dikih severnyh oleney [Characteristics of fatty acid composition of wild reindeer meat]. Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2010;7:72-4. Russian.
7. Orlova IV. Mnogomernyj statisticheskij analiz v jekonomicheskikh zadachah: komp'juternoe modelirovanie v SPSS: Ucheb. Posobie [Multivariate statistical analysis in economic problems: computer modeling in SPSS]. Moscow: Vuzovskij uchebnik; 2014. Russian.
8. Tereshina EV. Rol' zhirnyh kislot v razvitii vozrastnogo okislitel'nogo stressa [the Role of fatty acids in the development of age-related oxidative stress. Hypothesis]. Gipoteza. Uspehi gerontologii. 2007;20(1):59-65. Russian.
9. Tutel'jan VA. Himicheskij sostav i kalorijnost' rossijskikh produktov pitaniija [Chemical composition and caloric content of Russian food. Handbook] Spravochnik. Moscow: DeLi pljus; 2012. Russian.
10. Hadarcev AA, Luchakov JuI, Shabanov PD, Nesmejanov AA. Vlijanie sootnoshenija razmerov jadra i obolochki na teplovoj gomeostazis некотoryх zhivotnyh [Influence of the ratio of core and shell size on the thermal homeostasis of some animals]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. Jelektronnoe izdanie. 2014 [cited 2014 Apr 30];1 [about 7 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4785.pdf>. DOI: 10.12737/3862
11. Shherbakova EI. Vlijanie rastitel'nyh masel na kachestvo pesochного polufabrikata [Influence of vegetable oils on the quality of sand semi-finished product]. Vestnik JuUrGU. Jekonomika i menedzhment. 2013;7(3):163-7. Russian.

12. De Vriese SR. Lowered serum n-3 polyunsaturated fatty acid (PUFA) levels predict the occurrence of postpartum depression: further evidence that lowered n-PUFAs are related to major depression. *Life sciences*. 2003;73(25):3181-7.

13. D'Hooge R, De Deyn PP. Applications of the Morris water maze in the study of learning and memory. *Brain Research Reviews*. 2001;36(1):60-90.

14. Foster R. Culinary oils and their health effects. *Journal compilation*. British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin. 2009;34:4-47.

15. Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. 8th ed. Committee for the Update of the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals; Institute for Laboratory Animal Research (ILAR); Division on Earth and Life Studies (DELS); National Research Council of the National Academies. Washington: The National Academies Press; 2011.

16. Morris RGM. Development of a water-maze procedure for studying spatial learning in the rat. *J. Neurosci. Methods*. 1984;11:47-60.

---

**Библиографическая ссылка:**

Кочкин Р.А., Лобанов А.А., Андронов С.В., Кобелькова И.В., Никитюк Д.Б., Богданова Е.Н., Попов А.И., Кострицын В.В., Протасова И.В., Лобанова Л.П., Мартинчик А.Н. Влияние потребления различных видов жиров на устойчивость центральной нервной системы к холодовому стрессу // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2019. №2. Публикация 3-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-2/3-8.pdf> (дата обращения: 10.04.2019). DOI: 10.24411/2075-4094-2019-16310. \*

**Bibliographic reference:**

Kochkin RA, Lobanov AA, Andronov SV, Kobelkova IV, Nikityuk DB, Bogdanova EN, Popov AI, Kostritsyn VV, Protasova IV, Lobanova LP, Martinchik AN Vliyanie potrebleniya razlichnyh vidov zhиров na ustojchivost' central'noj nervnoj sistemy k holodovomu stressu [Effects of the consumption of different types of fats on the stability of the central nervous system to cold stress] // *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2019 [cited 2018 Apr 10];1 [about 8 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-2/3-8.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2019-16310.

\* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-2/e2019-2.pdf>