**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГАОУ ВПО «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им.М.К.АММОСОВА»**

**Институт естественных наук**

**Кафедра биологии**

Дипломная работа

на тему:

«Крионические способности Углозуба Сибирского»

Выполнила:

Студентка 1 курса группы БО-21

Григорьева Александра Тарасовна

Научный руководитель:

Якутск, 2022 г.

Введение3

1.Криоконсервация и ее применение………………………..………………………………………………….6

2. Криопротекторы …………………………………………………………………8

2.1. Определение8

2.2. Классификация9

2.3. Применение …………………………………………………………………10

3. Сибирский углозуб…………………………………………………………………

3.1. Описание………………………………………………………………………

3.2. Использование криопротекторов……………………………………………

3.3.

Литература…………………………………………………………………………….

Приложения……………………………………………………………………………

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире остро стоит вопрос о донорстве органов. Некоторые люди ожидают донора месяцами, а то и годами. Это связано с тем, что качество жизни ухудшается многими факторами, один из которых загрязнение окружающей среды антропогенным воздействием. Также, несмотря на высокую смертность в некоторых странах, людей становится все больше и больше. Поэтому потребность донорства возрастает в разы. Нельзя забывать о людях с врожденными пороками развития, но у которых все еще есть шанс на нормальную жизнь, и этот шанс – донорство.

Иногда чтобы спасти человека, берут органы уже у неживого донора, которые лежали перед этим в замороженном виде. Как известно, у каждой ткани и органов есть определенное время, при котором их можно держать в растворах в замороженном виде: для почек это 24 часа, печени – 12 часов, для сердца – максимум 6 часов, легких – 6 часов. Но это время может увеличиваться в зависимости от растворов и индивидуальности каждого тела человека. Также, забор органов у неживого донора довольно трудоемкий процесс. Например, в европейских странах люди встают на учет, если они хотят стать донорами и, если они не хотят становиться ими, чтобы после смерти органы тех не забрали на донорство. Из-за этого тоже падает вероятность найти донора больному человеку. Так как потенциально этот мертвый человек мог иметь здоровые органы нужные больному. Но не каждый мертвый человек может стать донором, к примеру, если у него были системные или онкологические заболевания, то такой человек точно не станет им.

Имплантация органов от живого донора возможна только тогда, когда человек готов пожертвовать свой орган в пользу больного, нуждающегося для спасения жизни или улучшения ее качества. Пересадка от живого донора намного повышает шансы выживаемости больного, чем от того чей орган пролежал уже какое-то время. Имплантация от живого донора скоординирована по времени таким образом, что к ней можно подготовиться, обеспечив оптимальные условия, как например соответствие органов и сокращение времени между изъятием органа из живого донора и его пересадкой в больного. Нельзя не заметить, что оба человека должны пройти обширные медицинские и психологические исследования, чтобы не было отторжения тканей и органов, а также (если донорство не посмертное), что его душевное здоровье не пострадает. Обычно донорами выступают родственники, но и у них могут быть большие отличия.

Сейчас люди ушли далеко вперед, и эта область медицины постоянно развивается, но нельзя не учесть, что донорство очень сложный процесс как с физической составляющей, так и с юридической.

Полностью искусственное сердце уже изучено и одобрено к использованию в Европе, однако только как временное решение для людей, находящихся в очереди на трансплантацию настоящего сердца. В июле 2021 года в Неаполе была проведена первая успешная трансплантация TAH, в которой сердце использовалось вне клинических испытаний.  
  
Недавно команда хирургов Медицинского центра Университета Дьюка трансплантировала полностью искусственное сердце (TAH — total artificial heart) 39-летнему пациенту с сердечной недостаточностью, тем самым став первой больницей в США, которая успешно провела подобную операцию. Сейчас пациент находится в стабильном состоянии, однако ему придется постоянно носить с собой сумку весом около 4 кг, в которой находятся сосуд с приводной жидкостью, создающей сердцебиение, а также аккумулятор, обеспечивающий не менее четырех часов автономной работы.  
Искусственное сердце было разработано французской медицинской компанией Carmat. TAH представляет собой имплантируемый протез, который работает от внешнего источника питания. Это колоссальное продвижение в донорстве, но оно все еще имеет недостатки, хотя бы в виде 4 кг сумки. Также, органы стали печатать на 3D принтере, но пока исследований на людях не проводилось.

Искусственные органы могут помочь многим людям, но если бы люди поняли, как сохранить органы на долгое время, то до того, как изобретут полностью рабочие и удобные органы, многие люди были бы спасены.

К сожалению, крионика еще не достигла таких высот, чтобы заморозить и разморозить орган человека, когда угодно. Главный фактор такого непродолжительного времени заморозки является то, что вода в нашем организме и органах при заморозке никуда не испаряется. Поэтому вода превращается в лед и нарушает целостность кровеносных сосудов в органах.

Но у некоторых животных есть такие приспособления, которые позволяют спокойно впадать в спячку и выходить из нее без каких-либо повреждений. И один из этих представителей обитает в Якутии – это Сибирский Углозуб (лат. Salamandrella keyserlingii) (приложение 1). Изучая крионические способности этого земноводного, мы можем многое использовать в изучении криоконсервации.

1.КРИОКОНСЕРВАЦИЯ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Криоконсерва́ция (от греч. κρύος — холод и лат. conservo — сохраняю) — процесс низкотемпературного сохранения живых биологических объектов с возможностью восстановления их биологических функций после размораживания.

В настоящее время разработаны и успешно применяются в медицине, сельском хозяйстве и научном эксперименте методы криоконсервации клеточных культур, тканей (кровь, сперма), ранних (преимплантационных) эмбрионов. Изолированные органы плохо переносят криоконсервацию, эффективные методы криоконсервации целых органов пока не разработаны, хотя отдельные успешные эксперименты по обратимой криоконсервации органов животных проводились, начиная с 2005 года.

Случаи успешной трансплантации криоконсервированных органов человека редки, как правило, в таких случаях речь может идти не о восстановлении после размораживания целого органа, а о присутствии в размороженном органе отдельных областей живой ткани. Другими словами, выживает после криоконсервации не орган человека как единое целое, а участки ткани, которые могут после трансплантации успешно прижиться (например, при трансплантации размороженной яичниковой ткани). Случаи успешной криоконсервации теплокровных животных (в том числе человека) до сих пор не зафиксированы. В настоящее время не существует методов, обеспечивающих выживание криоконсервированных людей, иных млекопитающих, а также птиц, тем не менее, научные исследования в этом направлении продолжаются.

Использование низких температур опасно для живых объектов. Живые клетки погибнут при замораживании, если не осуществить специальные защитные мероприятия. Основными повреждающими факторами при замораживании являются образование внутриклеточного льда и обезвоживание клетки. Образование внутриклеточного льда характерно для большой скорости охлаждения (более 10K/мин). Кристаллизация внутриклеточной воды приводит к увеличению внутреннего объема мембранных структур (ядро, [аппарат Гольджи](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82_%D0%93%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%B4%D0%B6%D0%B8), [митохондрии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D1%82%D0%BE%D1%85%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B8%D1%8F), [эндоплазматическая сеть](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%83%D0%BC), [лизосомы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%B0), [цитоплазматическая мембрана](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B5%D0%BC%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0) и пр.) Эти структуры разрушаются. Обезвоживание клетки характерно для небольшой скорости охлаждения (менее 10K/мин). Потеря клеткой воды происходит вследствие вымораживания воды во внешней среде и повышения концентрации растворенных веществ во внешней среде. При охлаждении клетка может потерять до 80-90 % воды, при этом разрушаются гидратированные комплексы с макромолекулами, что приводит к так называемой «криоденатурации» — потере биологическими полимерами (прежде всего белками и белковыми комплексами) третичной и четвертичной структуры, что приводит к необратимой утрате функций этих полимеров. В криобиологии повреждения, получаемые клеткой при замораживании, называют «криоповреждения».

Лишь некоторые клеточные культуры, а также бактерии могут быть эффективно криоконсервированы без предварительной подготовки. Для эффективной криоконсервации клетки замораживаемых объектов должны быть насыщены криопротекторами — веществами, уменьшающими криоповреждения. После размораживания необходимо удалить криопротекторы из клеток.

2.КРИОПРОТЕКТОРЫ

2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Криопротекторы - это вещества, защищающие живые объекты от повреждающего действия замораживания. Криопротекторы используют при криоконсервации.

Криопротекторы один из более распространенных методов защиты тканей и органов от замораживания.

Второй метод – это витрификация («стеклование», от лат. vitrum «стекло» и лат. facio «делаю, превращаю») — переход жидкости при понижении температуры в стеклообразное состояние (вещества, в котором нет выраженной кристаллической решётки). Криозащитные свойства этих веществ заключаются в понижении [температуры стеклования](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F) замороженного объекта ниже точки плавления. Таким образом, криопротекторы предотвращают эффективное замерзание, и система сохраняет некоторую гибкость в стеклообразной фазе, таким образом, ведя себя как аморфное твердое тело, которое затвердевает без образования кристаллов, что может повредить образец.

В случае биологических образцов повреждение в основном вызвано не кристаллами льда (поскольку внутренняя часть клеток обычно не замерзает таким образом, если вообще не замерзает), а изменениями [осмотического давления](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) и [ионной силы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B0_%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B0) (содержание электролита в жидкости ячейки). При замораживании на живые объекты воздействуют два повреждающих фактора: формирование внутриклеточного льда и [обезвоживание](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B0). Помещение живых объектов в растворы криопротекторов и замораживание в этих растворах снижает или исключает полностью формирование внутриклеточного [льда](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%91%D0%B4) и обезвоживание.

Многие криопротекторы также функционируют, образуя [водородные связи](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C) с биологическими молекулами при замене молекул воды. Водородная связь в водных растворах важна для правильного функционирования белков и ДНК. Следовательно, когда криопротектор заменяет молекулы воды, биологический материал сохраняет свою естественную физиологическую структуру (и функцию), хотя он больше не погружаeтся в водную среду. Такая стратегия сохранения очень часто наблюдается при [ангидробиозе](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BE%D0%B7&action=edit&redlink=1" \o "Ангидробиоз (страница отсутствует)) (это разновидность анабиоза, при котором животное выводит всю воду из своего тела).

2.2. КЛАССИФИКАЦИЯ

Различают 2 типа криопротекторов: проникающие и непроникающие.

* Проникающие – это криопротекторы, которые проникают в клетку. Принцип их действия: препятствуют формированию кристаллов льда за счёт образования водородных связей с молекулами воды. К ним относятся: глицерин (приложение 2), [пропиленгликоль](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8C) (приложение 3), [этиленгликоль](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8C) (приложение 4), [диметилсульфоксид](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%81%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4) (приложение 5).
* Непроникающие – это криопротекторы непроникающие внутрь клетки. Их принцип работы до конца не изучен, но существует 2 версии: снижение скорости роста кристаллов и защита клетки от осмотических перепадов. К непроникающим криопротекторам относят две группы веществ: [олигосахариды](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BB%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%B0%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%B4%D1%8B) (наиболее часто используют [сахарозу](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B0) (приложение 6) и [трегалозу](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B7%D0%B0" \o "Трегалоза) (приложение 7)) и высокомолекулярные соединения (наиболее часто используют [фиколл](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A4%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BB&action=edit&redlink=1" \o "Фиколл (страница отсутствует)) (приложение 8), [альбумин](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8C%D0%B1%D1%83%D0%BC%D0%B8%D0%BD) , [поливинилпирролидон](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%BB%D0%BF%D0%B8%D1%80%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%BD" \o "Поливинилпирролидон) (приложение 9)). Использование непроникающих криопротекторов в отсутствие проникающих неэффективно, то есть непроникающие криопротекторы являются дополнительными компонентами в растворах, проникающих криопротекторов.
* Также существует еще один тип – белковые антифризы. Большинство белков-антифризов не препятствуют замерзанию плазмы клеток, но могут немного задержать его. Их действие основано на том факте, что они препятствуют росту кристаллов льда и защищают уже образовавшиеся кристаллы льда, которые могут действовать как зародыши [кристаллизации](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F). В результате получаемые кристаллы остаются мелкими, лед становится мелкозернистым и не может разрушить структуры клетки, даже если промерзнет. После оттаивания [клетка](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%BA%D0%B0) возобновляет свои нормальные функции.
* Артур Деврис (Arthur DeVries), опубликовавший результаты своего исследования в 1969 году (Science, 1969, 163, 3871, 1073–1075, doi: 10.1126/science.163.3871.1073), впервые установил, что необычный выделенный из крови полярных рыб гликопротеид — биомолекула, в которой углеводный фрагмент связан с полипептидной цепью, — не дает их крови превратиться в лед, то есть, тот самый белок-антифриз. Но у других существ, например, у рыбы вида снежная камбала (Pseudopleuronectes americanus) этот белок, в отличие от того, который обнаружил Деврис, не содержал углеводного фрагмента.

2.3. ПРИМЕНЕНИЕ

Применение в промышленности:

Наиболее распространенными криопротекторами в промышленности являются различные гликоли , то есть полигидроксоспирты ([этиленгликоль,](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8C)[пропиленгликоль,](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8C)глицерин) . Этиленгликоль входит в состав жидкостей для зимних автомобильных радиаторов, а пропиленгликоль иногда используется для уменьшения количества кристаллов льда в мороженом и получения более гладкой массы. Другой популярный криопротектор - [диметилсульфоксид](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%81%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4" \o "Диметилсульфоксид) вместе с глицерином, обычно используемый для защиты биологических образцов (спермы, эмбрионы) во время их хранения в жидком азоте.

Для повышения эффективности криопротекторов и смягчения побочных эффектов от их применения чаще всего используются их смеси. Смесь [формамида](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D0%B4" \o "Формамид) с диметилсульфоксидом, пропиленгликолем и соответствующим [коллоидом](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D0%B8%D0%B4) долгое время была наиболее эффективным искусственно созданным криопротектором.

Применение в эмбриологии

Витрификация широко используется в качестве метода криоконсервации эмбрионов и [ооцитов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BE%D1%86%D0%B8%D1%82). Указанное стеклование достигается за счет очень быстрого охлаждения, при котором используется высококонцентрированный раствор, который не кристаллизуется при замораживании, так что его вязкость увеличивается с понижением температуры до образования аморфного твердого состояния. Скорость снижения температуры достигает 23000 ° С / мин. Чтобы добиться большого изменения температуры на высокой скорости, используется минимальный объем среды (менее 0,1 микролитра) и жидкий азот при -196 ° C. Скорость воздействия и замораживания должна быть достаточно высокой, чтобы избежать токсичности и образования внутриклеточных кристаллов, которые могут повредить содержимое клетки. Чтобы добиться очень быстрого обезвоживания, используются криопротекторы в высоких концентрациях. Скорость замораживания / оттаивания косвенно пропорциональна концентрации криопротекторов. Перед замораживанием биологический материал должен быть уравновешен этим криозащитным раствором (в более низкой концентрации), чтобы он мог выдержать осмотический шок. Выживаемость образцов превышает 90%, и эмбрионы обычно выживают в целости и сохранности.

После точной настройки витрификации в лаборатории выживаемость превышает 90%, независимо от типа образца. Эмбрионы обычно выживают неповрежденными (100% бластомеров). Этот метод полезен как для эмбрионов, так и для ооцитов, но не для сперматозоидов. Чрезвычайная скорость требуется в процессе расстекловывания (оттаивания), удаления пробы из жидкого азота и введения ее в середину при 37 ° C. Некоторые исследования подчеркивают, что эта скорость оттаивания может быть более важной, чем скорость замораживания, для достижения высокой выживаемости криоконсервированных ооцитов.

Таким образом, людям все же удается делать успехи в области криоконсервации, однако людям удается сохранить только клетки или отдельные ткани. Конечно, есть и успехи в сохранении органов, но как мы видим, это действие совершенно недолговечно.

Из главы 2.2. мы узнали, что существует огромное количество существ, которое использует криоконсервацию без вреда своему здоровью и даже жизни. В нашей же среде обитания, как мы уже говорили раньше, обитает сибирский углозуб (Salamandrella keyserlingii). Это один из немногих представителей амфибий, которые проживают у нас на севере. Всего их 4:

сибирская, дальневосточная и остромордая лягушки и сибирский углозуб. С лягушками все просто – они перестают быть активными, зимуют на дне водоемов или под берегами, где температура не опускается ниже +4 ° C. А углозуб, в свою очередь, зимует на суше, где температура достигает не менее -40 ° C. Поэтому, они являются интересным и прогрессивным в плане криоконсервации объектом изучения.

3. СИБИРСКИЙ УГЛОЗУБ

3.1. ОПИСАНИЕ

Сибирский углозуб, или четырёхпалый тритон (лат.Salamandrella keyserlingii) — вид тритонов, хвостатых земноводных из семейства углозубов.

Классификация:

Домен: Эукариоты

Царство: Животные

Тип: Хордовые

Класс: Земноводные

Отряд: Хвостатые земноводные

Семейство: Углозубы

Род: Сибирские углозубы

Вид: Сибирский углозуб

Размеры. Размеры варьируются от 8-9 см (у половозрелых особей), редко достигают 12-13 см, из которых меньше половины приходится на хвост (у самцов он длиннее, чем у самок). Наиболее активны они в сумерки и ночью, когда питаются наземными животными: червями, легочными моллюсками, насекомыми. Днём они скрываются под упавшими деревьями, в пнях, под лесной подстилкой. При длительном вынужденном пребывании на солнце становятся вялыми, и вскоре погибают. При температуре около 27° это земноводное погибает и в тени. Он имеет широкую, приплюснутую голову, сжатый с боков, но лишенный кожистых плавниковых складок хвост. Окраска серо-коричневая или буроватая с мелкими пятнышками и более светлой продольной полосой на спине. У сибирского углозуба только по 4 пальца на задних ногах, поэтому его называют четырёхпалым тритоном.

Образ жизни. Икрометание при температуре воды от +14° до +18°. Кладка (приложение 10) — на коряге или водном растении. Развитие икры — до 4 недель. Примерно столько же развиваются личинки. На сушу выходят в августе, достигнув длины 30–40 мм. Половозрелость на 3 году жизни.

Вне периода размножения животные находятся на суше. В воде личинки питаются мелкими ракообразными, моллюсками и насекомыми. В пище взрослых особей преобладают насекомые, моллюски, дождевые черви и другие беспозвоночные.

В природе углозубы живут до 8 лет. Зимуют углозубы на суше, чаще в гниющих стволах упавших деревьев, используют они и всевозможные трещины, и щели в почве. Как и другие амфибии северных регионов, они пережидают холода в состоянии анабиоза, с приходом весны оживают и отправляются на поиски водоема для размножения, а осенью ищут укрытие и готовятся к холодам. Переживать это состояние животным помогают криопротекторы — особые растворы жидкостей, которые понижают температуру замерзания воды. Без них замерзающая вода, расширяясь, разрывает клетки.

В качестве криопротекторов разные группы амфибий используют разные вещества. Предварительно печень углозуба синтезирует количество глицерина, равное 37 % массы его тела, что позволяет переносить низкие температуры. Весной, как только сходит снег, углозубы идут в воду для размножения.

Места обитания. Единственный вид земноводных, хорошо приспособленный к жизни в зоне вечной мерзлоты (молодые углозубы переносили в эксперименте переохлаждение до −6°). Тесно связан с таёжными лесами и в тундру проникает только по пойменным лесам. Наиболее характерные места обитания — долинные, низменные участки с поймами рек, болотами или некрупными озёрами, где углозубы встречаются в лесах различного рода: в хвойных, березовых, ольховых, смешанных и даже иногда в широколиственных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Best B P Cryoprotectant Toxicity: Facts, Issues, and Questions. Rejuvenation Res. 2015 Oct;18(5):422-36. doi: 10.1089/rej.2014.1656. Epub 2015 Sep 22.

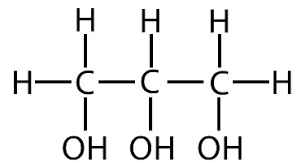
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4620521/>

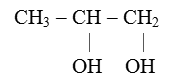
1. <https://web.archive.org/web/20091014041726/http://www.ucalgary.ca/~kmuldrew/cryo_course/course_outline.html>
2. <http://www.phys.unsw.edu.au/~jw/cryoblurb.html>
3. Актуальные проблемы пересадки органов, под ред. Ю. М. Лопухина, М., 1969 (библ.) Ф. Р. Виноград-Финкель.
4. <https://web.archive.org/web/20091014041726/http://www.ucalgary.ca/~kmuldrew/cryo_course/course_outline.html> - Кен Малдрю. Краткий курс криобиологии. 1999. Университет Калгари. Канада.
5. <http://www.phys.unsw.edu.au/~jw/cryoblurb.html> - Дж. Вольф и Г. Брайант. Криобиология и биология обезвоживания клеток. 2004. Университет Нью-Саус-Уэлса, Сидней, Австралия.

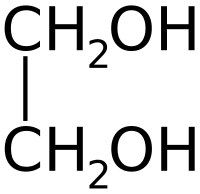
ПРИЛОЖЕНИЯ

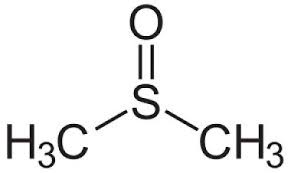
Приложение 1. Сибирский углозуб (Salamandrella keyserlingii)



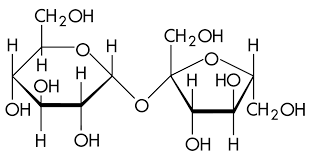
Приложение 2. Формула глицерина.

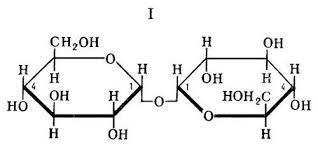
Приложение 3. Формула пропиленгликоля

Приложение 4. Формула этиленгликол

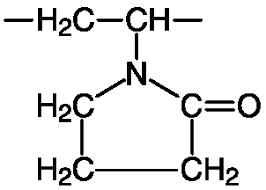
Приложение 5. Формула диметилсульфоксида

Приложение 6. Формула сахарозы.





Приложение 7. Формула трегалозы.

Приложение 8. Формула поливинилпирролидона