

УДК 615.91
ББК 52.84
3-47

Иллюстрации *Сакины Зейналовой*

ИСПРАВЛЕННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ ИЗДАНИЕ

Зейналова, Сакина Зульфиевна.

3-47 Яды: вокруг и внутри : путеводитель по самым опасным веществам на планете / Сакина Зейналова. — Москва : Эксмо, 2022. — 304 с. : ил. — (Подпишись на науку. Книги российских популяризаторов науки).

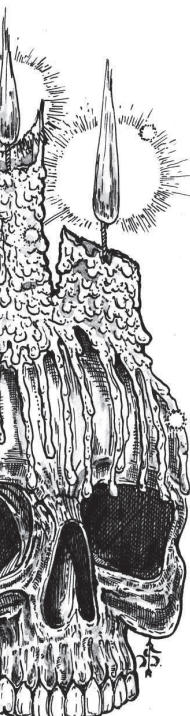
ISBN 978-5-04-102040-8

Химические вещества. Такие непонятные, незримые, а порой способные нас убить. Мы часто встречаемся с ними в повседневной жизни, но даже не знаем, какую опасность они могут нести для нас. Токсины в еде, зараженная вода, небезопасные вещества в лекарствах и ядовитые соединения даже в воздухе. Какие яды существуют в природе, а какие создал сам человек? Что за вещества уничтожали тысячи людей, а какие излечивали их? Где нас подстерегает смерть и как уберечься от нее? Ответы на эти вопросы вы найдете в этой книге.

УДК 615.91
ББК 52.84

ISBN 978-5-04-102040-8

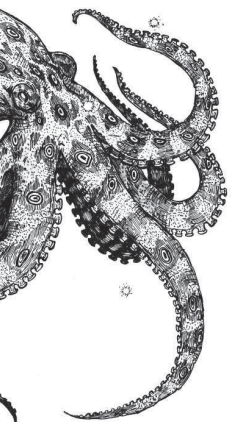
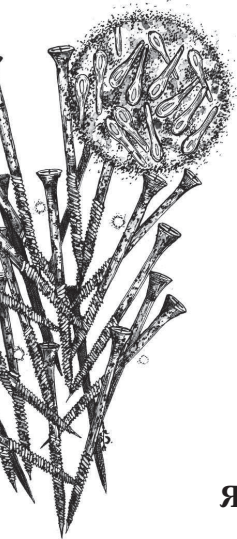
© Зейналова С.З., текст, 2021
© Зейналова С.З., иллюстрации, 2021
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2022



Содержание

Предисловие	7
История отравлений	10
Основные термины и понятия	18
Ядовитые растения	25
Борщевик	31
Белладонна	34
Белена	39
Стрихнос ядоносный	42
Вёх ядовитый	46
Наперстянка	49
Аконит	53
Чемерица Лобеля	56
Клещевина и абрус	59
Болиголов пятнистый	62
Волчегодник	65
Живокость	68
Олеандр	72





Ядовитый плющ	75
Вороний глаз четырёхлистный	78
Ландыш майский	80
Безвременник осенний	83
Миндаль горький	87

Ядовитые высшие грибы и токсины микроорганизмов 93

Мухомор красный	99
Бледная поганка	104
Галерина окаймлённая	108
Сатанинский гриб	110
Паутинник горный	113
Строчок обыкновенный	116
Спорынья	119
Ботулотоксины	124
Токсин дифтерийной палочки	127
Токсин холерного вибриона	130
Столбнячный токсин	133
Альфа-токсин газовой гангрены	136

Ядовитые животные 141

Толстый лори	145
Рыба-камень	148
Рыба фугу	151
Конус географический	154
Большой синекольчатый осьминог	158
Морская оса	161
Двухцветная дроздовая мухоловка	164



Шпанская мушка	167
Ужасный листолаз	172
Ядозубы	175
Королевская кобра	178
Тайпан Маккоя	181
Гусеница лономия	184
Бразильский странствующий паук	187
Жёлтый скорпион	190

Яды неживой природы 195

Ртуть	200
Угарный газ	205
Мышьяк	208
Свинец	211
Белый фосфор	215
Фосфин	218
Таллий	221
Метанол	224
Цианиды	229
Бензол	233
Бензпирен	238
Фтороводород	241
Хлор	244
ТХДД	247
Эндрин	250
Сероводород	253
Акролеин	256





Фосген	259
Иприт	262
Люизит	266
Зарин, табун, VX и «Новичок»	269
Заключение	277
Благодарности	280
Список литературы	282



Предисловие

Когда я объявила, что буду писать книгу о ядах, некоторых людей это насторожило: «А рецепты будут?» Спешу огорчить — это не поваренная книга отравителя. Все данные, изложенные в книге, не тайна, они есть в свободном доступе: в научных статьях, монографиях и энциклопедиях.

После того как вы прочтете эту книгу, вы узнаете об опасностях, которые подстерегают нас на каждом шагу. Во многих разделах вы можете встретить страшные и непонятные химические формулы — не пугайтесь. Я прекрасно понимаю, что для большинства читателей они будут малоинформативны, но принципиально от них не отказываюсь. Я хочу показать, что яды — это не что-то эфемерное. У них есть конкретные формулы, малейшее изменение которых способно кардинально менять свойства и особенности вещества.

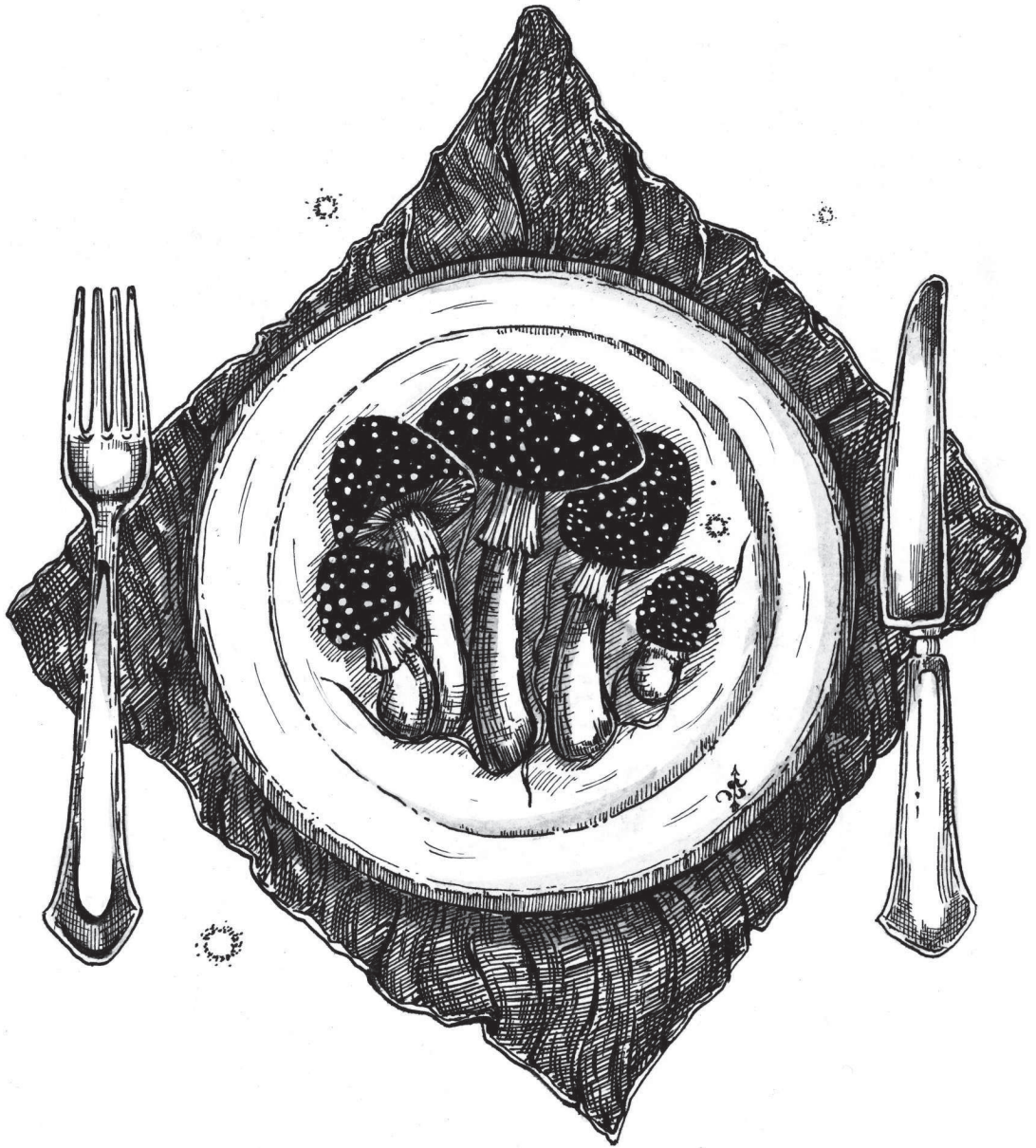
И ещё. Эта книга — особенная: автор текста и автор иллюстраций — один и тот же человек. Я старалась сделать не только интересный, но и красивый научно-популярный материал.

Хотя я очень старалась приводить формулы в каждой главе, иногда это оказывалось невозможным: яд мог иметь белковую природу, и структура его была тяжела для восприятия, или яд состоял из большого количества сложных молекул. В таких случаях я не приводила формулы, чтобы сохранить читателю нервную систему.

В главах про химические вещества отсутствуют ареалы. Всё потому, что эти соединения могут быть где угодно, конкретного места обитания у них нет. То же самое касается и бактерий, содержащих токсины.

Иногда вы можете не увидеть точного значения полуметальной дозы веществ. Это происходит из-за того, что в процессе написания книги я не нашла обоснованных цифр, которые было бы возможно хоть как-то представить для читателя. Но, несмотря на все эти нюансы, книга получилась интересной и познавательной.

Приятного и полезного чтения!



История отравлений

Яды известны человечеству с древнейших времён. Наблюдая за тем, как охотятся змеи и пауки, люди обнаруживали в них «нечто», способное моментально парализовывать и убивать жертв. Люди видели, что, поев каких-то ягод или трав, зверь быстро умирает. Так со временем накапливались знания человека о ядовитых животных, растениях и грибах. Сначала ядами смазывали орудия для охоты на животных, потом стали применять эти яды и к своим собратьям. В Древнем мире, будь то в Греции или Риме, Египте или Месопотамии, использование ядов превратилось в целую культуру, выходящую далеко за пределы охоты или убийства врагов.

Великий греческий философ Сократ был осуждён в 399 году до н. э. в Афинах за «богохульство и развращение молодых умов». Его приговорили к смертной казни. По существующим тогда порядкам, он должен был выпить яд из болиголова. От отравления умер ещё один знаменитый грек — оратор Демосфен, который покончил с собой, не желая сдаваться в плен врагу.

Египетская царица Клеопатра после победы римлян тоже покончила с собой. Из трудов античных историков можно предположить, что её смерть наступила от укуса змеи. Один из величайших полководцев в истории, карфагенянин Ганнибал, также не желал сдаваться римлянам и выпил яд, который всегда хранил в своём перстне.

Отравляли люди друг друга и ради наследства, власти или просто из личной неприязни. Древнеримский историк Тит Ливий в произведении «История Рима от основания города»^{*} рассказывает о 100 женщинах-отравительницах высокого происхождения. Снискал славу отравителя и император Калигула: он проверял действие ядов на людях и отсылал отравленные пирожные негодным сенаторам.

Вместе с желанием убивать росло и желание выживать. Существует легенда, что царь Понты Митридат VI Евпатор настолько боялся быть отравленным, что сам принимал яды, чтобы выработать у себя устойчивость к ним. И у него получилось! Когда Митридату грозил плен, он выпил яд, но тот на него не подействовал. Правитель смог умереть только от меча своего солдата. Согласно этим легендам, Митридат передал приближенным рецепт универсального противоядия, которое состояло из 65 ингредиентов. Это противоядие называли его именем. Долгое время рецепт передавался из поколения в поколение. Постепенно менялись ингредиенты и их дозировки, но неизменным было одно: противоядие «митридат» прописывалось врачами вплоть до середины XVIII века как средство от многих болезней и для лечения отравлений. Его стоимость была баснословной, как и обещанные эффекты. В действительности же это противоядие не имело никаких позитивных последствий и даже могло убить человека.

Любовь к ядам была свойственна и аристократии. Во Франции во второй половине XVII века прогремело дело высокопоставленных отравителей, среди которых были и люди из

^{*} М.: АСТ, 2021. — *Прим. ред.*

окружения короля Людовика XIV. По «Делу о ядах» было арестовано 218 человек, 36 из которых впоследствии казнили.

Некоторые люди в своём увлечении ядами настолько входили во вкус, что становились настоящими серийными отравителями. Например, баба Ануйка, жившая в Сербии, не любила угощать пирожками, как другие бабушки. Она предпочитала продавать эликсиры с мышьяком под видом целебных снадобий. С конца XIX по начало XX века её «чудесными» эликсирами отравилось, по разным оценкам, от 50 до 150 человек. В основном к Ануйке приходили женщины с брачными проблемами. Бабушка решала вопросы кардинально: нет брака — нет проблем. Жертвами становились мужчины, которым жены подливали «снадобья», иногда сами не зная, что это яд.

Привлекли яды и одного массового отравителя из Японии. В 1948 году он пришёл в отделение банка в пригороде Тосимы под видом врача и объявил, что проводит плановую вакцинацию от дизентерии. Вместо вакцины у отравителя в шприце находился раствор цианистого калия*. Сотрудники банка потеряли сознание, а отравитель, Хирасава Садамити, вынес из банка несколько тысяч иен. Принятое вещество привело к смерти 12 человек, из 16 отравленных.

Бывало и так, что отравления происходили не по злому умыслу, а по несчастливой случайности: то с водой что-то не так, то еда оказывалась отравлена. Например, в XVII и XVIII веках людей английского графства Девон поражала так называемая девонская колика, которая сопровождалась адской болью

* По другой информации, отравитель использовал таблетки или раствор для приёма внутрь.

в животе и иногда даже заканчивалась смертью. Поначалу всё списывали на сидр, который в том регионе пили почти все жители. Но в 1760-х годах врач Джордж Бейкер заметил, как схожи симптомы колик от сидра и свинцового отравления. Оказалось, что в прессах для изготовления сидра использовался свинец и, разумеется, он проникал в сам напиток. Когда свинец изъяли из процесса производства сидра, проблема исчезла. Аналогичная история произошла во Франции в Пуату в XVII–XVIII веках, где люди также жаловались на колики: болезненное состояние было связано с отравлением свинцом, который использовался в виноделии.

В продукты питания нередко попадал и мышьяк. В 1858 году в английском городе Бадфорд около 200 человек отравились, поев мятных конфет с мышьяком. Первые смерти связывали с холерой, но растущее число жертв в итоге показало, что причиной трагедии стали сладости из рыночного ларька. Выяснилось, что из желания сэкономить производитель начал заменять часть сахара в конфетах на гипс и однажды по ошибке вместо гипса ему продали триоксид мышьяка — ядовитое и очень опасное вещество. Тогда погиб 21 человек. Это событие способствовало принятию закона о фармации в 1868 году, ограничивающего продажу токсичных веществ.

В той же Англии, но уже в 1900 году более 6000 человек отравились пивом, содержащим мышьяк, 70 человек умерло. В течение четырёх месяцев люди жаловались на слабость и онемение конечностей. Долгое время врачи ставили им диагноз «алкогольная полинейропатия», пока профессор Манчестерского университета Эрнест Рейнольдс не заметил схожесть симптомов с отравлением мышьяком. Он провёл расследование

и выяснил, что всему виной инвертный сахар. Из-за перехода к менее качественному сырью сахар, используемый в приготовлении пива, содержал примеси мышьяка. Этот же мышьяк, соответственно, обнаруживался и в самом пиве. Как только этот факт вскрылся, было возбуждено несколько уголовных дел, но пить меньше пива никто, конечно же, не стал.

В 1940 году в швейцарской армии 74 солдата и 10 гражданских лиц пострадали от отравления трикрезилфосфатом, входящим в состав охлаждающих жидкостей. Каким образом в арахисовое масло, которое использовалось для приготовления пищи, попала жидкость для пулемётов с трикрезилфосфатом, непонятно. Отравившиеся солдаты потеряли возможность ходить, некоторые безвозвратно.

Разумеется, люди травились и при банальном употреблении непригодных в пищу субстанций: технического спирта, одеколona, уксусной эссенции. Потребовалось много жертв, чтобы понять: не стоит класть в рот что попало.

Но что еда! Лечили в старые времена тоже агрессивно: мази из чего угодно, сомнительные снадобья, ртутные пары, холодные компрессы со свинцом, загадочные рвотные и слабительные. Сегодня это кажется нам безумным, но раньше медицина была такой.

С развитием промышленности конструкции аппаратов становились сложнее, а число веществ, которые используются в технологических процессах, возрастало. И порой это были очень ядовитые и опасные соединения, которые проникали в окружающую среду.

Иногда вредные пары выпускали, никак не нейтрализуя, а токсичные жидкости просто сливали в реки. Не всегда это делалось из злого умысла: часто производители не знали об опасности. Но незнание не освобождает от ответственности.

В Японии выделяют целую группу болезней, вызванных неправильным обращением с промышленными отходами.

- Болезнь итай-итай: поражает кости и суставы, сопровождается сильными болями. Вызвана отравлением кадмием, который сбрасывали в реки горнодобывающие компании. Первая массовая вспышка зафиксирована в 1912 году.
- Болезнь Минамата: неврологическое заболевание, вызываемое метилртутью. Впервые обнаружена в городе Минамата в 1956 году. Метилртуть в течение многих лет выбрасывалась химическим заводом «Чисо Корпорейшн» в залив Минамата и отравляла там рыбу, которую ели местные жители. Пока умирали только кошки и собаки, на это не обращали особого внимания. Но в какой-то момент от атаксии, нарушений зрения, слуха и речи начали страдать люди. По состоянию на 2001 год болезнь Минамата унесла жизни 1784 человек.
- Болезнь Ниигата Минамата: неврологический синдром, вызванный тяжёлым отравлением метилртутью. Первая вспышка была зафиксирована в 1965 году. Из-за выбросов в японскую реку Агано диметилртути, последняя накапливалась в рыбе и затем попадала в организм человека. 690 человек обратились за медицинской помощью из-за онемения, слабости, нарушения зрения и слуха.

- Астма Йоккайти: заболевание лёгких, вызванное диоксидом серы. Смог из SO_2 наблюдался над городом Йоккайти в период с 1960 по 1972 год. Источником загрязнения послужили нефтеперерабатывающие заводы, которые недобросовестно очищали нефть от соединений серы.

Выше перечислены запланированные выбросы, которые ещё могли по незнанию счесть за безопасные. Однако ядовитые вещества выбрасывались и в результате аварий.

Так произошло в 1976 году на химическом заводе в итальянском городе Севезо. В результате катастрофы, территория в радиусе более 18 километров оказалась заражена диоксином (об одном из диоксинов в книге будет отдельная глава — ТХДД). После аварии сотни людей обратились за медицинской помощью, резко увеличилось количество онкологических заболеваний.

Самой крупной химической катастрофой в мире стал выброс метилизоцианата в Индии. В ночь со 2 по 3 декабря 1984 года на заводе «Юнион Карбайд» в городе Бхопале произошла утечка газа. Катастрофа случилась из-за корпоративной халатности: старые резервуары, отсутствие технического обслуживания и низкая квалификация рабочих. Газ вырвался наружу и окутал ближайшие поселения. Людей не информировали, как вести себя в подобных ситуациях, поэтому они в панике бежали прочь, но на бегу ещё сильнее и глубже вдыхали газ, и в результате многие задохнулись. Около полумиллиона человек подверглись сильному токсическому воздействию. Этот «Чернобыль» химической промышленности унёс не менее

5300 жизней в день аварии и ещё несколько десятков тысяч в последующие месяцы и годы*.

В нашей стране тоже были катастрофы. В 1988 году в Ярославле сошел с рельсов грузовой поезд. Перевернулось семь вагонов, три из них были с гептилом — токсичным и легколетучим компонентом ракетного топлива. На дороги пролилось более 700 литров жидкостей. В ликвидации аварии были задействованы 1000 человек, около 50 из них обратились после этого за медицинской помощью.

Катастрофы продолжают и по сей день. В мае 2020 года в Индии произошла промышленная авария на заводе «Эл-Джи Полимерс», который производит полистирол. Из-за несвоевременного обслуживания оборудования, неправильных условий хранения химикатов во время карантина на заводе и халатности людей повторилась история Бхопала. Пары бензола распространились в радиусе трёх километров. Люди в ближайших регионах испытывали затруднение дыхания, жжение в глазах. Официально признаны погибшими 11 человек, около 1000 пострадали.

Правила безопасности, которые сегодня кажутся нам очевидными, были написаны кровью, поэтому очень важно выучить уроки истории и научиться правильно взаимодействовать с ядовитыми веществами.

* Среди прочих видов ядовитых веществ особое место занимают радиоактивные элементы. Но ни о них, ни о катастрофах, с ними связанных, в этой книге говорить не будем. Об этом и без меня написано и снято достаточно много хорошего материала.

Основные термины и понятия

Яды — это вещества, которые даже в небольших дозах при попадании в организм могут вызвать тяжёлое состояние или смерть. Яды могут производиться растениями, грибами, животными, микроорганизмами, изначально существовать в природе или синтезироваться человеком. То есть к ядам относят вещества как живой, так и неживой природы.

Токсинами называют яды, выделяемые именно живыми организмами. Например, токсин столбнячной палочки или токсины королевской кобры. В классическом определении токсинами называли вещества только белковой природы, но на данный момент корректна и более широкая интерпретация.

Существует целый раздел медицины, который изучает ядовитые вещества, их воздействия на живые организмы и методы лечения отравлений. Этот раздел называется **токсикологией**.

Яды и токсины — это биологически активные вещества. Они могут обладать **селективностью** и действовать направленно (как нервно-паралитические яды) или **отравлять организм в целом** (яды общетоксического действия).

Ядов существует великое множество. Классифицировать их можно по различным параметрам.

По происхождению яды делятся на:

- бактериальные;
- растительные и токсины грибов;
- животные;
- неживой природы;
- синтетические.

По характеру воздействия на организм:

- общетоксические;
- раздражающие;
- сенсibiliзирующие;
- канцерогенные;
- мутагенные;
- влияющие на репродуктивную функцию.

По степени токсичности:

- малотоксичные;
- умеренно токсичные;
- высокотоксичные;
- чрезвычайно токсичные.

Активность и токсичность веществ зависят от их агрегатного состояния, размера частиц и от того, в чём они растворяются. Так, газы при вдыхании действуют намного быстрее, чем жидкости, попавшие в организм вместе с пищей через желудочно-кишечный тракт. Для твёрдых веществ существенную роль играет размер частиц: чем они меньше, тем больше удельная площадь поверхности, а значит, быстрее протекают химические реакции. Жирорастворимые вещества способны проникать в организм через кожу и легко попадать в клетки через мембраны. В то же время токсическое действие водорастворимых соединений зависит от степени их диссоциации (способности распадаться на ионы).

Некоторые вещества могут быть крайне токсичны при попадании напрямую в кровь, но совершенно безопасны, если попадут в желудок. Поэтому есть смысл разделять не только сами вещества, но и **пути, по которым они попадают в живые организмы:**

- пероральный — поступление ядов через рот. Это наиболее популярный путь для веществ, вызывающих пищевые и бытовые отравления;
- ингаляционные — вещества в газообразном или аэрозольном состоянии попадают в организм при вдыхании;
- через кожу и слизистые — некоторые жирорастворимые вещества проникают через кожу. Кроме того, трещины и ожоги создают дополнительные возможности для попадания ядов в организм;
- парентеральный путь — в результате инъекций;
- плацентарный — от матери к ребенку через плаценту.

И это лишь некоторые из классификаций, в научном мире их существует очень и очень много.

Когда яд попадает внутрь живого существа, происходит отравление. **Отравление** — это расстройство жизнедеятельности организма, произошедшее из-за попадания яда. Отравление может проявляться по-разному в зависимости от вещества, которое его вызвало, дозы и обстоятельств того, как яд попал в организм.

Если это единичный эпизод, а доза яда весьма высока, то это **острое отравление**. Симптомы его очень тяжёлые, возможен быстрый летальный исход. Примерами острых отравлений могут быть укусы ядовитых змей, вдыхание большого количества угарного газа при пожаре.

Хроническое отравление возникает при длительном попадании небольших, но уже небезопасных количеств ядовитых веществ. Такие отравления возникают из-за накопления вредного вещества в тканях. Пример хронического отравления — меркуриализм — отравление солями ртути у людей, которые регулярно с ней работают. Хронические отравления тоже могут вызвать смерть, но делают они это очень медленно и порой малозаметно.

Степень воздействия вещества на организм определяется **количеством этого вещества**. Выделяют несколько видов доз:

- **терапевтическая** (лечебная) — доза вещества, которая даёт определённый лечебный эффект. Таким эффектом обладают не все, но многие токсины;

- **токсическая** — доза вещества, которая вызывает патологические изменения в организме, не приводящие к летальному исходу;
- **смертельная** — доза вещества, которая вызывает неотвратимую гибель организма.

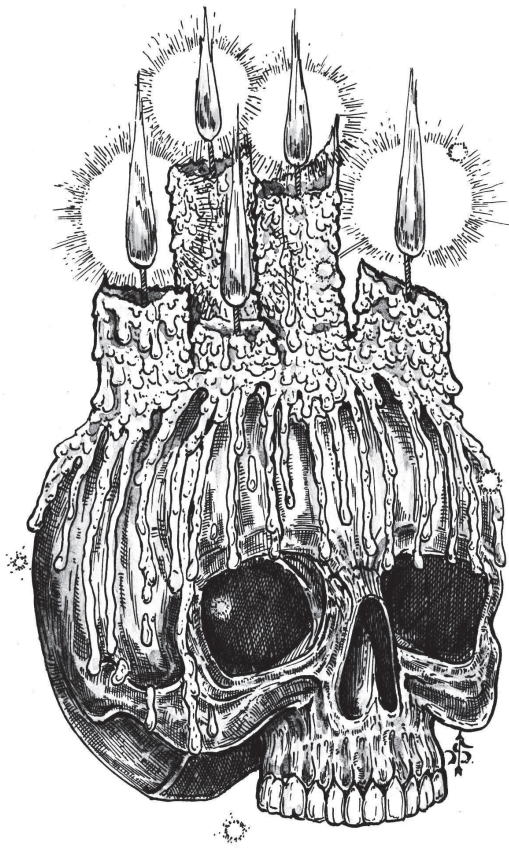
Для медицины, которая использует терапевтические дозы веществ, важно понимать, какое их количество не нанесёт вреда пациенту. Для сравнения токсичности используют величину **ЛД₅₀ (LD₅₀) — полулетальную дозу***, при этом она определяется для всех действующих веществ, используемых в фармакологии. Это средняя доза вещества, после поступления которой в организм в течение трёх суток наступает гибель 50% подопытных животных. Иногда для определения ЛД₅₀ наблюдают за подопытными животными не трое, а четырнадцать суток. ЛД₅₀ выражается в миллиграмм/грамм вещества на кг массы тела животного. Но величина ЛД₅₀ одного и того же вещества разнится в зависимости от вида животного и способа введения вещества. Поэтому кроме значения полулетальной дозы указывается ещё и путь поступления вещества. Разные полулетальные дозы, например, для мышей и кроликов свидетельствуют о разной видовой чувствительности к ядам в связи с различной скоростью метаболизма и выведения токсинов из организма.

Токсикологическое действие ядовитых веществ **зависит от наличия в биоорганических структурах рецепторов** — молекул,

* В книге вы можете встретить словосочетание «смертельная» или «летальная доза». Под этим я подразумеваю то самое значение LD₅₀ и осознанно иду на упрощение формулировок.

способных взаимодействовать с ядовитыми веществами, поступившими в организм. Если таких молекул нет, то вещество не сможет навредить. Поэтому некоторые животные едят ядовитые растения или питаются другими ядовитыми животными — у них нет рецепторов к этим ядам, или их структура изменена.

Это основные понятия, которые пригодятся нам в процессе чтения книги. Видов ядов и их классификаций, методов воздействия и его различия в зависимости от дозировки существует очень много. И во всём этом мы сейчас разберёмся.





Ядовитые растения





«Цветы и ядоцветы»

*Цветы не думают о людях,
Но люди грезят о цветах...
Цветы не видят в человеке
Того, что видит он в цветке...
Цветы людей не убивают —
Цветы садов, цветы полей...
А люди их срывают часто!
А люди часто губят их!
Порою люди их лелеют,
Но не для них, а для себя...
В цветах находят «развлеченье»,
Души не видят у цветов...
Нет тяжелее и позорней,
Судьбы доступного цветка!
Но есть цветы с иным уделом:
Есть ядовитые цветы!..
Их счастье в том, что их расцвета
Не потревожит человек...*

Игорь Северянин,
1911 г



Царство растений насчитывает около 300 тысяч видов, они окружают нас повсюду. В процессе своей жизнедеятельности растения синтезируют не только кислород, но и комплексы природных соединений — первичных и вторичных метаболитов. Первые — это белки, жиры/жироподобные вещества и углеводы. Ко второй группе относятся биологически активные вещества: алкалоиды, гликозиды, флавоноиды, танины, эфирные масла, органические кислоты и ряд других природных соединений. Ядами могут быть и первая, и вторая группа веществ.

Зачем растениям яды? В отличие от животных, растения неподвижны. Поэтому они вынуждены были в ходе эволюции сформировать собственные механизмы защиты. У кого-то это колючки, шипы, восковая кутикула, а у кого-то — токсины (фитотоксины). Подавляющее большинство ядовитых растений использует фитотоксины, чтобы защититься от животных-фитофагов, то есть травоядных.

Ядовитые растения делятся на безусловно и условно ядовитые. Последние становятся токсичными под воздействием ряда внешних факторов: условий и места произрастания, погоды, рельефа, действия грибков или микроорганизмов.

Самые значимые и интересные с точки зрения токсикологии группы биологически активных и ядовитых веществ.

Алкалоиды

Морфин, кокаин, никотин, кофеин и т. д. Этот набор чрезвычайно популярных веществ — как раз представители группы алкалоидов. Первым выделенным веществом из этой группы

был морфин, полученный из опия. Из-за снотворного эффекта вещество назвали в честь древнегреческого бога сновидений — Морфея.

Мы встречаемся с алкалоидами регулярно: теобромин в шоколаде, капсаицин в перце, папаверин и кодеин в лекарственных средствах, морфин до сих пор используют в медицине при выраженных болевых синдромах. С химической точки зрения алкалоиды — это азотсодержащие гетероциклические соединения, проявляющие слабые щелочные свойства. Большинство алкалоидов производится растениями.

Гликозиды

Ландыш, горицвет, наперстянка, ревень, корица и борщевик содержат в себе гликозиды — соединения, состоящие из углевода (сахара) и какой-нибудь несугарной части. Некоторые гликозиды используются как лекарственные препараты. Например, гликозиды ландыша и наперстянки в терапевтических дозах применяются для лечения болезней сердца, поэтому их называют «сердечные гликозиды»*.

Гликоалкалоиды

Картофель, например, содержит гликоалкалоид — соланин. О его образовании говорит «зеленение» клубней картофеля.

* Следует отметить, что сейчас они применяются редко и показания к их применению значительно сузились. Всё-таки это токсичные препараты, малопривлекательные при наличии других схем лечения.

В больших количествах соланин может вызвать серьёзное отравление, поэтому есть зелёный картофель не стоит. Гликоалкалоиды токсичны для человека. С химической точки зрения гликоалкалоиды одновременно напоминают и алкалоиды, и гликозиды. Они состоят из несахаристой и сахаристой части. Несахаристая часть (агликон) содержит атом азота.

Органические кислоты

Наиболее известные органические кислоты — винная, щавелевая, яблочная, лимонная, валерьяновая, салициловая. Их названия чаще всего отражают, из чего они впервые были получены.

Кумарины

Эти вещества необходимы растениям для ускорения прорастания семян и защиты от заболеваний. Человек тоже научился использовать эти вещества в своих целях, производя спазмолитические, противоопухолевые и антикоагуляционные препараты, то есть препараты, снижающие свертываемость крови. Но стоит только превысить безопасную дозу, как кумарины вызывают кровотечения или поражают нервную систему. Сам кумарин, от которого пошло название этого класса, применяется в табачных изделиях в качестве ароматизатора.

Помимо уже перечисленного, к биологически активным веществам растений относятся иридоиды, антибиотики, антраценпроизводные, флавоноиды, смолы, эфирные масла, дубильные

вещества. Часть из них вносят свой вклад в токсическое действие растений. А некоторые растения способны вырабатывать даже токсичные белки, примером тому может быть клещевина, выделяющая белок рицин.

Ядовитых растений существует очень много. Рассмотрим же самые опасные, интересные и часто встречающиеся из них.

Борщевик

Появление в России борщевика и его распространение — результат неудачного советского эксперимента, с последствиями которого мы будем бороться ещё не одно десятилетие.

В конце 1940-х годов возникла проблема: нужен был питательный, дешёвый и простой в выращивании корм для скота. И тогда обратили внимание на борщевик, а конкретнее — борщевик Сосновского. Именно его завезли в среднюю полосу. Большой (до 3–4 м высотой), разрастающийся как сорняк и сочный, он был отличным кандидатом, пока его не испытали на практике. Оказалось, что животные неохотно едят борщевик, а молоко коров получается горькое, и его неприятно пить. В итоге идею забросили и посадки борщевика тоже. Но растению оказалось вполне комфортно расти в средней полосе, и его становилось всё больше и больше. Борщевик рос с бешеной скоростью, проникая в экосистемы, не приспособленные под него. Лишь в 2010-х его признали вредной культурой, а в 2018 году был даже введён штраф за нескашивание борщевика на дачных участках.

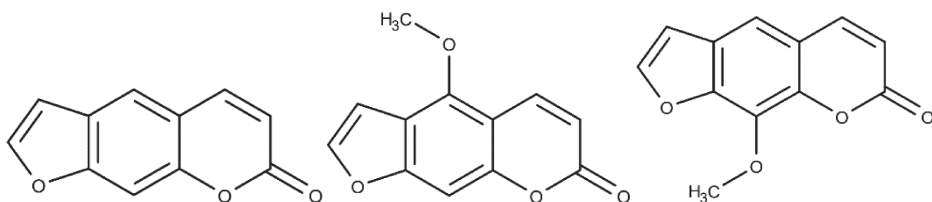
Основная опасность борщевика — это его сок. В нем содержатся вещества, понижающие устойчивость клеток к воздействию света, — фотосенсибилизаторы. В борщевике в качестве фотосенсибилизаторов выступает группа веществ фуранокумаринов. Вещества из этой же группы вырабатывают и цитрусовые, например грейпфрут.



Фуранокумарины неактивны при первоначальном попадании на кожу, но под воздействием ультрафиолета переходят в свои активные формы, вызывающие серьёзные повреждения клеток. При этом человек может ничего не чувствовать в течение нескольких часов. Но позже начинают проявляться болезненные ожоги с образованием волдырей, а затем — долго не заживающих язв. Если сок борщевика попадает в глаза, возникают сильные ожоги роговицы и даже слепота.

Чаще всего страдают дети, которые срывают стебли борщевика, делают из них подзорные трубы, свистелки или едят его, приняв по ошибке за что-то съедобное. Но в интернете можно увидеть фотографии и взрослых людей, обнимающих или срывающих голыми руками борщевик. Это наглядный пример того, как делать не нужно, если вы хотите сохранить своё здоровье.

ФОРМУЛЫ



ТОКСИЧНЫЕ ВЕЩЕСТВА: псорален, бергаптен и метоксален (соответственно) — представители группы фуранокумаринов.

АРЕАЛ: Центральный и Восточный Кавказ, Ближний Восток, Восточная и Северная Европа, центральные регионы России.

Белладонна

Белладонна*, красавка, сонная одурь или бешеная ягода — всё это имена одного травянистого растения с чёрными ягодами. Сок белладонны античные женщины капали себе в глаза, чтобы придать им блеск и сделать их более выразительными. Возможно, из-за этого её и стали называть беладонной, что в переводе с итальянского означает «красивая женщина». Однако такие процедуры со временем приводили к слепоте, и позже ягоды белладонны стали растирать на щеках для придания им румянца. Но основное применение белладонны, конечно же, — яд.

В Античности белладонну использовали в косметических целях, а уже в Средние века применение её нашли ведьмы. Как вы знаете, в те времена в Европе охота на ведьм была распространённым явлением. Женщин тогда было легко оклеветать и отдать под суд, выдав за колдунью. Про них рассказывали многое: что они спят с дьяволом, проклиная людей или летают на метле. И если верить источникам того времени, последнее было возможно благодаря специальной «ведьминской летающей мази». Именно ей женщины натирали тело и могли летать. В основе таких мазей лежала белладонна (по другим источникам, ещё и опийный мак). Её алкалоиды проникали внутрь и опьяняли, подобно наркотикам. В таком состоянии в голове человека может происходить всё что угодно, в том числе и полёты на метле.

* Иногда белладонну ошибочно называют волчьей ягодой, но это собирательное название для многих ядовитых ягод.



Оккультные обряды с белладонной сделали её популярной. Люди готовили лечебные мази с этим растением, но содержание активных веществ в них контролировать в XV–XVI веках было невозможно. Поэтому иногда вместо лечения больной получал отравление.

Почему белладонна так влияет на организм? Все части растения ядовиты из-за содержащихся в них алкалоидов тропанового ряда: атропина, гиосциамин, скополамин. Белладонна может содержать до 1,3% токсичных веществ от массы всего растения.

Все эти соединения воздействуют на нервную систему, но есть нюансы: гиосциамин повышает возбудимость нервной системы, а скополамин — понижает её. Чтобы понять, как они работают, рассмотрим общее воздействие на примере атропина (его в растении больше всего).

Алкалоиды белладонны, включая атропин, блокируют работу белков-рецепторов (конкретно — мускариновых холинорецепторов). Они находятся на клетках внутренних органов и воспринимают выделяемый нервными окончаниями медиатор ацетилхолин. Эти рецепторы — «популярная» мишень действия естественных ядов. Даже их название выдаёт способность одного из токсинов мухомора — мускарина — стимулировать их. Белладонна действует на них же, но наоборот. Мускариновые холинорецепторы есть и на некоторых клетках мозга (нейронах) — отсюда психическая симптоматика отравлений, галлюцинации и делирий. При отравлении белладонной уменьшается секреция желёз, учащается сердцебиение, органы работают хуже, а зрачки расширяются. Симптомы

зависят от дозы вещества: при малых происходит расслабление мышц, при больших — паралич и галлюцинации.

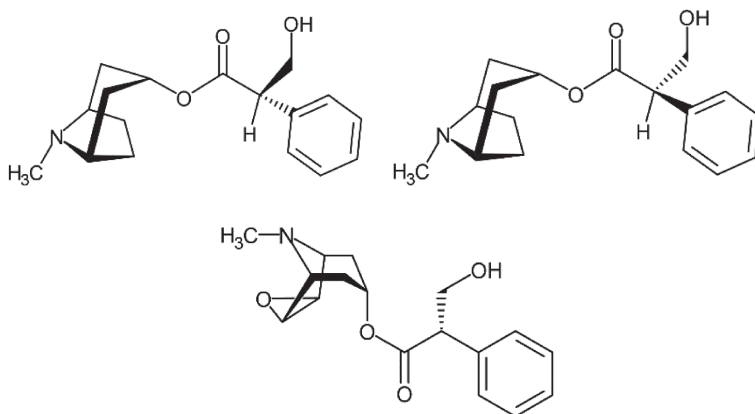
Сведений о хронической токсичности белладонны мало, острая токсичность изучена подробнее. Первые недомогания проявляются спустя полчаса: сухость и жжение во рту, затруднённое глотание, расширение зрачков, светобоязнь, сухость и покраснение кожи, тревожность. Далее при большой дозе (у некоторых людей — при малой) развиваются симптомы воздействия на мозг. Такая картина называется холинолитический делирий и проявляется помрачением сознания, дезориентацией, возбуждением, бредом и галлюцинациями, которые могут приобретать причудливые формы. После отравления человек зачастую амнезирует (забывает) этот эпизод, если успешно из него выходит. Что происходит не всегда — в тяжёлых случаях возможно падение артериального давления, судороги и летальный исход. Такая картина может развиться у некоторых больных (в очень редких случаях) при применении атропина в медицинских целях.

По одной из версий римский император Август умер от отравления белладонной. О том, убила ли его жена, или это было самоубийство, мнения расходятся.

Отравления белладонной далеко не всегда летальны. Но смертельные случаи бывают, и чаще всего страдают дети. Ребенок может принять ягоды белладонны за вишню, чернику или другую съедобную ягоду. Для ребёнка смертельными окажутся пять — восемь ягод. Поэтому, идя с ним в лес, не упускайте его из виду. И с ранних лет учите отличать ядовитые ягоды от съедобных, а также объясняйте простое правило: «Не уверен, что знаешь эту ягоду, — не трогай!»

На территории нашей страны можно встретить белладонну в центральных и южных районах с мягким и умеренно влажным климатом. Но как бы вам ни было неприятно это ядовитое растение, уничтожать его не стоит — оно занесено в Красную книгу России.

ФОРМУЛЫ



ТОКСИЧНЫЕ ВЕЩЕСТВА: атропин, его изомер гиосциамин и скополамин (соответственно). Эти вещества похожи между собой. Они оказывают на организм схожее действие и встречаются во многих растениях семейства паслёновых.

АРЕАЛ: Северная Африка, Европа, Кавказ, Крым, Малая Азия.

СМЕРТЕЛЬНАЯ ДОЗИРОВКА: атропин: $LD_{50} = 75$ мг/кг для мышей при приёме перорально, самая низкая опубликованная токсическая доза для человека при пероральном приёме — 0,033 мг/кг.

Белена

Продолжая разговор о «ведьминых травах», нужно упомянуть близкого родственника белладонны — белену*. С её помощью в пьесе «Гамлет» убили короля, влив сок растения прямо в уши. Думаю, всем знакомо выражение «белены объелся». Сейчас вы поймёте, откуда оно взялось.

В России белена (а именно вид «белена чёрная») распространена больше белладонны. Её легко увидеть — она растёт буквально у нас под ногами: в огородах, на дачных участках, вдоль дорог. Это растение с большими цветами-колокольчиками грязно-белого или жёлтого цвета. Внутри — сердцевина с прожилками. Ещё легче узнать её по запаху — он приторный и неприятный.

На Руси белена активно использовалась в народной медицине — ей снимали зубную боль. Применять белену нужно было с осторожностью, иначе человек начинал вести себя агрессивно или впадать в панику из-за поражения нервной системы. Такое состояние называется делирием и по сути является психическим расстройством с помрачением сознания. Фраза «белены объелся» — именно про такой случай.

Как и белладонна, белена вызывает помрачение рассудка и другие симптомы отравления атропином. Но в отличие от

* Белена — представитель семейства паслёновых. В этом семействе много ядовитых видов: белладонна, белена, дурман, бругмансия, мандрагора. Можно было бы написать целый раздел только об этих растениях. Однако все они содержат похожие вещества, поэтому рассказывать о каждом отдельно не имеет смысла.



белладонны, в этом растении самая ядовитая часть — корень. Там содержится до 0,2% от массы токсичных алкалоидов.

Отравления беленой случаются редко, потому что растение не выглядит как что-то съедобное: на нём нет ягод, и оно сомнительно пахнет. Но если такие случаи и бывают, то процент смертельного исхода, к счастью, невелик — всего 1–2%.

ФОРМУЛА, ТОКСИЧНЫЕ ВЕЩЕСТВА И СМЕРТЕЛЬНАЯ ДОЗИРОВКА: см. Белладонна.

АРЕАЛ: от Канарских островов до Индии, вся Европа, Россия и часть Азии.

Стрихнос ядоносный

Из этого растения коренные жители Южной Америки добывают яд, которым смазывают стрелы и используют на охоте. Вы наверняка знаете этот яд как кураре — это один из сильнейших и быстродействующих ядов.

Стрихнос ядоносный* — это лиана с белыми душистыми цветками, после цветения которых образуются жёлтые ягоды. Яд получают из коры, корней и стеблей. Животное, раненное стрелой с кураре, становится неподвижным и погибает от остановки дыхания. Этот метод позже начали использовать и в науке для обездвиживания лабораторных животных в ходе экспериментов. С помощью кураре даже пытались лечить столбняк у людей.

Стрихнос ядоносный содержит много токсичных алкалоидов, но самые известные среди них — тубокурарин, стрихнин и бруцин.

Все три соединения очень ядовиты, но наиболее токсичный из них — тубокурарин. Он блокирует никотиновые ацетилхолиновые рецепторы. Они находятся на волокнах скелетных мышц и воспринимают сигнал от нервных окончаний, передаваемый нейромедиатором ацетилхолином. С ним мы уже встречались при обсуждении белладонны и белены — он действительно «работает» и в мышцах, и во внутренних органах, обеспечивая передачу нервного импульса. Нормальная реакция на

* Стрихнос ядоносный часто путают с рвотным орешком. Они схожи внешне, в их состав входят похожие алкалоиды.



выделение нервным окончанием ацетилхолина — сокращение мышцы. Блокирование никотиновых рецепторов тубокурарином приводит к тому, что они становятся невосприимчивы к ацетилхолину, и мышцы не могут сокращаться в ответ на нервные импульсы. Наступает паралич, который затрагивает в том числе дыхательную мускулатуру. Смерть отравленного наступает именно из-за невозможности дышать.

Средством помощи при отравлении таким ядом, как можно догадаться, является искусственная вентиляция лёгких.

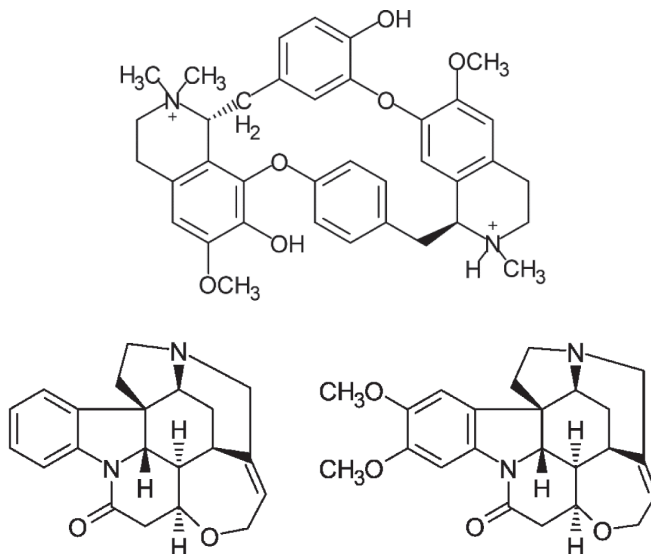
У стрихнина механизм действия другой. Он возбуждает центральную нервную систему, что приводит к выбросу адреналина, а это — к резкому повышению давления и остановке сердца.

Бруцин тоже возбуждает нервную систему, вызывает судороги, и в целом его механизм действия похож на стрихнин. Однако бруцин менее опасен, так как его летальная доза в разы больше.

Все эти вещества (и преимущественно тубокурарин) присутствуют в яде кураре. Действует он быстро — смерть наступает за 5–20 минут. Его действие настолько характерно, что в медицине эффекты от других веществ, похожие на картину отравления кураре, называют курареподобными.

Возникает вопрос: если яд кураре такой смертоносный, зачем племена Южной Америки использовали его? Как они сами не отравлялись? Дело в том, что яд опасен, только когда попадает в мышцы или в кровь. Алкалоиды кураре не проникнут через слизистые желудочно-кишечного тракта. Поэтому добычу, которую убили этим ядом, можно спокойно есть.

ФОРМУЛЫ



ТОКСИЧНЫЕ ВЕЩЕСТВА: тубокурарин, стрихнин и бр-цин (соответственно).

АРЕАЛ: Южная Америка.

СМЕРТЕЛЬНАЯ ДОЗИРОВКА: стрихнин — LD_{50} от 0,5 до 16 мг/кг при приёме перорально исходя из исследований на лабораторных животных*.

* Я понимаю, что читателю было бы намного интереснее узнать о летальных дозировках для людей, но это не всегда возможно. Чаще всего вещества тестируются на лабораторных животных, а летальная доза для людей вычисляется исходя из этих данных. Но всё это — большое приближение. Немногие практически полученные значения LD_{50} для человека стали известны из негуманных экспериментов над людьми, расследований убийств и самоубийств.

Вёх ядовитый

Долгое время считалось, что Сократ умер от отравления цикутой, то есть вёхом. Сейчас же учёные полагают, что в Древней Греции в качестве яда для смертной казни цикута не использовалась. Скорее всего, яд был изготовлен из болиголова пятнистого, так как вёх не растёт в климате Греции.

Вёх, цикута, или, как его ещё называют, «кошачья петрушка», — одно из самых ядовитых растений на территории России. Вёх относится к семейству зонтичных и встречается у берегов озёр, рек, ручьёв и на болотистой местности, достигая в высоту до 2 м.

Все части растения ядовиты, но опаснее всего корневище. Вёх источает приятный морковный запах, а его корень по вкусу напоминает брюкву или редьку. Поэтому его вполне можно спутать с чем-то съедобным и отравиться.

Основной токсин вёха — цикутоксин, который содержится в его эфирных маслах: от 0,2% в свежем и до 3,5% в сухом корневище. При этом яд растения не разрушается при термической обработке и длительном хранении.

Цикутотоксин нарушает работу нервной системы. Первые симптомы отравления: тошнота, рвота и колики в нижней части живота. Далее развиваются головокружение из-за понижения артериального давления, шаткая походка, пена изо рта, расширение зрачков, припадки и судороги. В больших