


НЕФТЕЮГАНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ
(филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Югорский государственный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

ОУД.13 БИОЛОГИЯ

08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования
промышленных и гражданских зданий

ОДОБРЕНЫ
Предметной цикловой
комиссией МиЕНД
Протокол № 1 от 18.09 2019г.
Председатель ЦПК
 В.В. Шумский

УТВЕРЖДЕНЫ
Председатель Методического совета НИК
(филиал) ФГБОУ
ВО «ЮГУ»
 Савватсева Н.И.
«1» 17.09 2019 г.

Методические указания по выполнению практических работ по ОУД.13 «Биология» разработаны на основании рабочей программы учебной дисциплины по специальности 08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий»

Организация-разработчик: Нефтеюганский индустриальный колледж (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Югорский государственный университет»

Разработчик: Манакова С.М. – преподаватель НИК (филиала) ФГБОУ ВО «ЮГУ»

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1.Пояснительная записка.....	4
2.Требования к оформлению отчета по выполнению практических работ.....	6
3.Критерии оценки работ.....	6
4.Перечень практических работ	
Практическая работа №1 «Составление таблицы характеристик органоидов и функций клеток».....	7
Практическая работа №2 «Составление таблицы с описанием сходств и различий в строении зародышей позвоночных».....	8
Практическая работа №3 «Составление таблицы с описанием источников мутагенов в окружающей среде и их влияние на организм человека».....	10
Практическая работа №4 «Заполнение таблицы с описанием различных гипотез происхождения жизни на Земле».....	14
Практическая работа №5 «Сравнительное описание одной из естественных природных систем».....	19
Приложение 1.....	21
Литература.....	36

1. Пояснительная записка

Методические указания по выполнению практических работ по учебной дисциплине «Биология» (далее Методические указания) составлены в соответствии с рабочей программой ОУД.13 «Биология» для обучающихся 1 курса по специальности 08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий».

Целью методических указаний является:

- организация самостоятельной работы обучающихся на практических занятиях;
- закрепление и углубление теоретических знаний;
- приобретение навыков работы с литературными источниками.

В методических указаниях представлен перечень практических работ с указанием номера темы, по которой данная работа выполняется и количество часов, отведенных на выполнение каждой работы.

Даны рекомендации по оформлению работ, указан порядок выполнения и список литературы, необходимой при подготовке и выполнении практической работы обучающимися.

Практические работы проводятся в соответствии с календарно - тематическим планированием по данной учебной дисциплине и выполняются во время практических занятий.

Практические работы проводятся обучающимися индивидуально в письменном виде.

Практические работы, невыполненные по причине пропусков занятий, выполняются обучающимся самостоятельно и сдаются на проверку преподавателю в установленные преподавателем сроки.

Результаты выполнения практических заданий выставляются преподавателем в журнал учебных занятий.

В дальнейшем, при изменении Федеральных государственных образовательных стандартов, в методические указания могут вноситься изменения.

Содержание учебной дисциплины предусматривает формирование у обучающихся общенаучных знаний, умений и навыков, универсальных способов деятельности и ключевых компетенций, включающих умение сравнивать биологические объекты, анализировать, оценивать и обобщать полученные сведения, уметь находить и использовать информацию из различных источников.

Освоение содержания учебной дисциплины «Биология» обеспечивает достижение обучающимися следующих результатов:

личностных:

- сформированность чувства гордости и уважения к истории и достижениям отечественной биологической науки; представления о целостной естественно-научной картине мира;

- понимание взаимосвязи и взаимозависимости естественных наук, их влияния на окружающую среду, экономическую, технологическую, социальную и этическую сферы деятельности человека;

- способность использовать знания о современной естественно-научной картине мира в образовательной и профессиональной деятельности; возможности информационной среды для обеспечения продуктивного самообразования;

- владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации в области естественных наук, постановке цели и выбору путей ее достижения в профессиональной сфере;

- способность руководствоваться в своей деятельности современными принципами толерантности, диалога и сотрудничества; готовность к взаимодействию с коллегами, работе в коллективе;

- готовность использовать основные методы защиты от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;
- обладание навыками безопасной работы во время проектно-исследовательской и экспериментальной деятельности, при использовании лабораторного оборудования;
- способность использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для соблюдения мер профилактики отравлений, вирусных и других заболеваний, стрессов, вредных привычек (курения, алкоголизма, наркомании); правил поведения в природной среде;
- готовность к оказанию первой помощи при травмах, простудных и других заболеваниях, отравлениях пищевыми продуктами;

метапредметных:

- осознание социальной значимости своей профессии/специальности, обладание мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности;
- повышение интеллектуального уровня в процессе изучения биологических явлений; выдающихся достижений биологии, вошедших в общечеловеческую культуру; сложных и противоречивых путей развития современных научных взглядов, идей, теорий, концепций, гипотез (о сущности и происхождении жизни, человека) в ходе работы с различными источниками информации;
- способность организовывать сотрудничество единомышленников, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий;
- способность понимать принципы устойчивости и продуктивности живой природы, пути ее изменения под влиянием антропогенных факторов, способность к системному анализу глобальных экологических проблем, вопросов состояния окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;
- умение обосновывать место и роль биологических знаний в практической деятельности людей, развитии современных технологий; определять живые объекты в природе; проводить наблюдения за экосистемами с целью их описания и выявления естественных и антропогенных изменений; находить и анализировать информацию о живых объектах;
- способность применять биологические и экологические знания для анализа прикладных проблем хозяйственной деятельности;
- способность к самостоятельному проведению исследований, постановке естественнонаучного эксперимента, использованию информационных технологий для решения научных и профессиональных задач;
- способность к оценке этических аспектов некоторых исследований в области биотехнологии (клонирование, искусственное оплодотворение);

предметных:

- сформированность представлений о роли и месте биологии в современной научной картине мира; понимание роли биологии в формировании кругозора и функциональной грамотности для решения практических задач;
- владение основополагающими понятиями и представлениями о живой природе, ее уровневой организации и эволюции; уверенное пользование биологической терминологией и символикой;
- владение основными методами научного познания, используемыми при биологических исследованиях живых объектов и экосистем: описанием, измерением, проведением наблюдений; выявление и оценка антропогенных изменений в природе;
- сформированность умений объяснять результаты биологических экспериментов, решать элементарные биологические задачи;
- сформированность собственной позиции по отношению к биологической информации, получаемой из разных источников, глобальным экологическим проблемам и путям их решения.

2. Требования к оформлению отчета по выполнению практических работ

1. Оформление отчетов по выполнению практических работ осуществляется в тетради по биологии для практических работ.
2. От предыдущей работы отступают 3-4 клетки и записывают дату проведения. В центре следующей строки записывают номер практической работы. Далее, каждый раз с новой строки записывают тему и цель работы.
3. Рисунки должны иметь размер не меньше, чем 6×6 см. и обозначения составных частей.
4. Рисунки должны располагаться на левой стороне тетрадного листа, подписи к рисункам — под рисунком.
5. Таблицы заполняются четко и аккуратно. Таблица должна занимать всю ширину тетрадной страницы.
6. Схемы должны быть крупными и четкими, выполненными простым карандашом (допускается использование цветных карандашей), содержать только главные, наиболее характерные особенности, детали.
7. Ответы на вопросы должны быть аргументированы и изложены своими словами.
8. В конце каждой работы записывается вывод по итогам выполненной работы (вывод формулируется исходя из цели работы).

3. Критерии оценки работ

- Наличие описания цели, задач выполняемой работы, хода работы и запись краткой формулировки вывода по выполненной работе (удовлетворительно);
- Наличие описания цели, задач выполняемой работы, хода работы и развернутая и достаточно полная формулировка вывода по выполненной работе (хорошо);
- Наличие описания цели, задач выполняемой работы, хода работы, развернутая и достаточно полная формулировка вывода по данной работе и выполнение дополнительного задания (отлично).

4. Перечень практических работ

№ п\п	Тема	Наименование лабораторных (практических) работ	Количество час
1	Учение о клетке	Составление таблицы характеристик органоидов и функций клеток.	2
2	Организм. Размножение и индивидуальное развитие организмов	Составление таблицы с описанием сходств и различий в строении зародышей позвоночных	2
3	Основы генетики и селекции	Составление таблицы с описанием источников мутагенов в окружающей среде и их влияние на организм человека.	2
4	Происхождение и развитие жизни на земле. Эволюционные учения	Заполнение таблицы с описанием различных гипотез происхождения жизни на земле.	2
5	Основы экологии	Сравнительное описание одной из естественных природных систем	2
Всего			10

Тема 1. Учение о клетке

Практическая работа №1

Составление таблицы характеристик органоидов и функций клеток.

Цель: изучить особенности строения растительных и животных клеток.

Приборы и материалы: мультимедийный проектор, презентация Power Point, таблицы строения растительной и животной клеток.

Задание

1. Повторить теоретический материал.
2. Ознакомиться с порядком выполнения работы.
3. Выполнить работу.
4. Сделать вывод в соответствии с целью работы.
5. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретический материал

Прокариотическая клетка.

Строение типичной клетки прокариот: капсула, клеточная стенка, плазмалемма, цитоплазма, рибосомы, плазида, жгутик, нуклеоид. Прокариоты (от лат. pro — перед, до и греч. κάρβον — ядро, орех) — организмы, не обладающие, в отличие от эукариот, оформленным клеточным ядром и другими внутренними мембранными органоидами (за исключением плоских цистерн у фотосинтезирующих видов, например, у цианобактерий). Единственная крупная кольцевая (у некоторых видов — линейная) двухцепочечная молекула ДНК, в которой содержится основная часть генетического материала клетки (так называемый нуклеоид) не образует комплекса с белками-гистонами (так называемого хроматина). К прокариотам относятся бактерии, в том числе цианобактерии (сине-зелёные водоросли), и археи. Потомками прокариотических клеток являются органеллы эукариотических клеток — митохондрии и пластиды.

Эукариотическая клетка.

Эукариоты (эвкариоты) (от греч. εὖ — хорошо, полностью и κάρβον — ядро, орех) — организмы, обладающие, в отличие от прокариот, оформленным клеточным ядром, отграниченным от цитоплазмы ядерной оболочкой. Генетический материал заключён в нескольких линейных двухцепочных молекулах ДНК (в зависимости от вида организмов их число на ядро может колебаться от двух до нескольких сотен), прикреплённых изнутри к мембране клеточного ядра и образующих у подавляющего большинства (кроме динофлагеллят) комплекс с белками-гистонами, называемый хроматином. В клетках эукариот имеется система внутренних мембран, образующих, помимо ядра, ряд других органоидов (эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи и др.). Кроме того, у подавляющего большинства имеются постоянные внутриклеточные симбионты-прокариоты — митохондрии, а у водорослей и растений — также и пластиды.

Порядок выполнения работы

1. Рассмотрите различные виды эукариотических клеток. Сравните их с рисунком 1.
2. Зарисуйте различные по форме эукариотические клетки.
3. Рассмотрите особенности строения растительной клетки. Зарисуйте растительную клетку, подпишите органоиды.
4. Изучите особенности строения животной клетки. Зарисуйте клетку животного происхождения, подпишите органоиды.

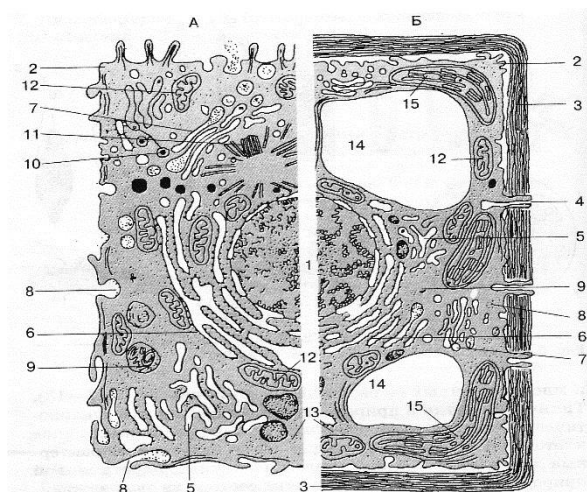


Рис. 5.5. Схема строения эукариотической клетки: А — животная, Б — растительная, 1 — ядро с ядрышком, 2 — цитоплазматическая мембрана, 3 — клеточная стенка, 4 — плазмодесма, 5, 6 — эндоплазматическая сеть, 7 — аппарат Гольджи, 8 — митохондрия, 9 — лизосома, 10 — центриоль, 11 — центриоль, 12 — рибосома, 13 — центриоль, 14 — вакуоль, 15 — хлоропласт.

Рисунок 1

5. Заполните таблицу характеристик органоидов и функций клеток.

Таблица характеристик органоидов и функций клеток

Рассматриваемый объект	органоид	функции
растительная		
животная		

6. Проанализировать полученные результаты, сформулировать вывод в соответствии с поставленной целью.

Контрольные вопросы

1. О чем свидетельствует сходство клеток растений, грибов и животных? Приведите примеры.
2. О чем свидетельствуют различия между клетками представителей различных царств природы? Приведите примеры.
3. Выписать основные положения клеточной теории. Отметьте, какое из положений можно обосновать проведенной работой.

Литература: ОИ-1с.4-5, И-Р-2, ДИ-1

Тема 2. Организм. Размножение и индивидуальное развитие организма

Практическая работа №2

Составление таблицы с описанием сходств и различий в строении зародышей позвоночных

Цель: выявить признаки сходства зародышей человека и других позвоночных.

Задание

1. Повторить теоретический материал.
2. Ознакомиться с порядком выполнения работы.
3. Выполнить работу.
4. Сделать вывод в соответствии с целью работы.
5. Ответить на контрольные вопросы.

Теоретический материал

У всех позвоночных животных наблюдается значительное сходство зародышей на ранних стадиях развития: форма тела, зачатки жабр, хвост, один круг кровообращения и т. д. (закон зародышевого сходства К. Бэра). Однако по мере развития сходство между зародышами различных систематических групп постепенно стирается и начинают преобладать черты, свойственные таксонам более низкого порядка к которым они принадлежат. Таким образом, все хордовые животные произошли от единых предков.

Другой пример эмбриологических доказательств макроэволюции - происхождение из одних и тех же структур зародыша квадратной и суставной костей в челюстях у рептилий и молоточка и наковальни в среднем ухе у млекопитающих. Палеонтологические данные также подтверждают происхождение частей уха млекопитающих из костей челюсти рептилий.

Зародыши не только земноводных, но и всех без исключения позвоночных животных также имеют на ранних стадиях развития жаберные щели, двухкамерное сердце и другие признаки, характерные для рыб. Например, птичий зародыш в первые дни насиживания также представляет собой хвостатое рыбообразное существо с жаберными щелями. На этой стадии будущий птенец обнаруживает сходство и с низшими рыбами, и с личинками амфибий, и с ранними стадиями развития других позвоночных животных (в

т.ч. и человека). На последующих стадиях развития зародыш птицы становится похожим на пресмыкающихся.

Материалы: таблица «Закон зародышевого сходства».

Порядок выполнения работы

1. Рассмотрите рис.2. Зарисуйте зародыш человека и рыбы на первой и последней стадиях развития.
2. Заполните таблицу сходства и различия в строении зародышей позвоночных

Таблица сходства и различия в строении зародышей позвоночных

Сходства в строении зародышей позвоночных и человека	Признаки зародыша, характерные только для человека

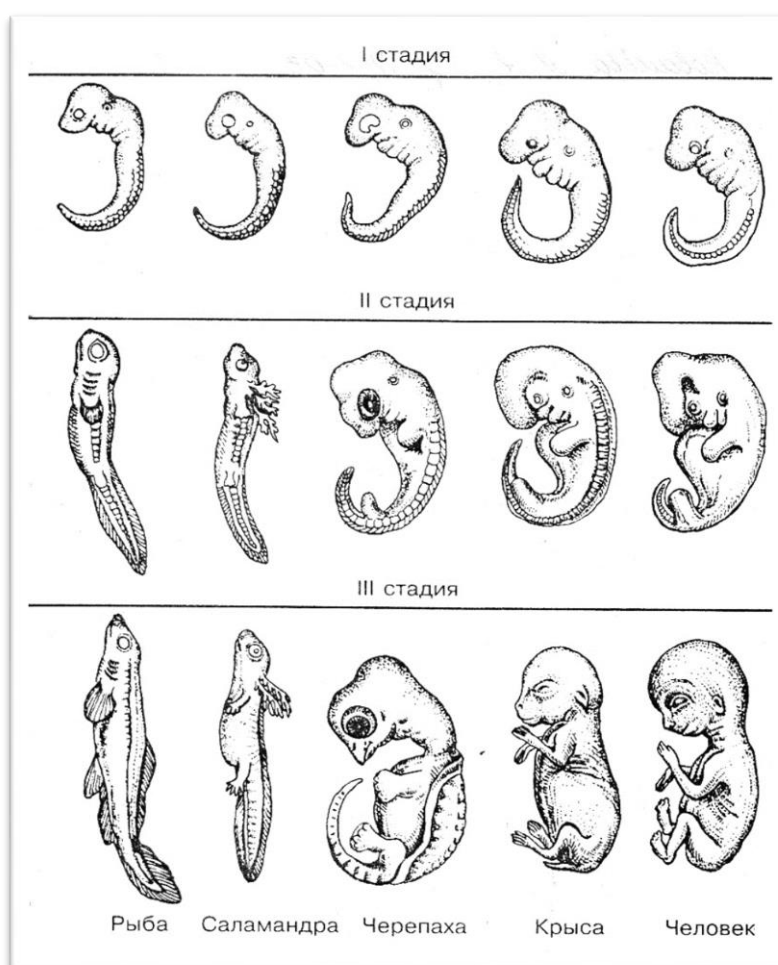


Рисунок 2. Зародышевое сходство у позвоночных

Контрольные вопросы

1. Приведите формулировку биогенетического закона. Кто является автором этого закона?
2. Что такое эмбриональная дивергенция?
3. Что такое комплекс осевых органов? Какое значение он имеет для развития зародыша?

Литература: ОИ-1 с 23-40, И-Р2, ДИ-1

Тема 3. Основы генетики и селекции

Практическая работа №3

Составление таблицы с описанием источников мутагенов в окружающей среде и их влияние на организм человека.

Цель: познакомиться с возможными источниками мутагенов в окружающей среде, оценить их влияние на организм и составить примерные рекомендации по уменьшению влияния мутагенов на организм человека.

Задание

1. Повторить теоретический материал.
2. Ознакомиться с порядком выполнения работы.
3. Выполнить работу.
4. Сделать вывод в соответствии с целью работы.
5. Ответить на контрольные вопросы.

Материалы: презентация Power Point, упаковки от пищевых продуктов.

Теоретический материал

Экспериментальные исследования, проведенные в течение последних трех десятилетий, показали, что немалое число химических соединений обладает мутагенной активностью. Мутагены обнаружены среди лекарств, косметических средств, химических веществ, применяемых в сельском хозяйстве, промышленности; перечень их все время пополняется. Издаются справочники и каталоги мутагенов.

1. Мутагены производственной среды.

Химические вещества на производстве составляют наиболее обширную группу антропогенных факторов внешней среды.

Наибольшее число исследований мутагенной активности веществ в клетках человека проведено для синтетических материалов и солей тяжелых металлов (свинца, цинка, кадмия, ртути, хрома, никеля, мышьяка, меди).

Мутагены производственного окружения могут попадать в организм разными путями: через легкие, кожу, пищеварительный тракт. Следовательно, доза получаемого вещества зависит не только от концентрации его в воздухе или на рабочем месте, но и от соблюдения правил личной гигиены.

Наибольшее внимание привлекли синтетические соединения, для которых выявлена способность индуцировать хромосомные аберрации (перестройки) и сестринские хроматидные обмены не только в организме человека. Такие соединения, как винилхлорид, хлоропрен, эпихлоргидрин, эпоксидные смолы и стирол, несомненно, оказывают мутагенное действие на соматические клетки.

Органические растворители (бензол, ксилол, толуол), соединения, применяемые в производстве резиновых изделий индуцируют цитогенетические изменения, особенно у курящих людей. У женщин, работающих в шинном и резинотехническом производствах, повышена частота хромосомных аберраций в лимфоцитах периферической крови. То же относится и к плодам 8-, 12-недельного срока беременности, полученным при медицинских абортах у таких работниц.

2. Химические вещества, применяемые в сельском хозяйстве.

Большинство пестицидов являются синтетическими органическими веществами. Практически используется около 600 пестицидов. Они циркулируют в биосфере, мигрируют в естественных трофических цепях, накапливаясь в некоторых биоценозах и сельскохозяйственных продуктах.

Очень важны прогнозирование и предупреждение мутагенной опасности химических средств защиты растений. Причем речь идет о повышении мутационного процесса не только у человека, но и в растительном и животном мире. Человек контактирует с химическими веществами при их производстве, при их применении на

сельскохозяйственных работах, получает небольшие их количества с пищевыми продуктами, водой из окружающей среды.

3. Лекарственные препараты.

Наиболее выраженным мутагенным действием обладают цитостатики и антиметаболиты, используемые для лечения онкологических заболеваний и как иммунодепрессанты.

Мутагенной активностью обладает и ряд противоопухолевых антибиотиков (актиномицин Д, адриамицин, блеомицин и другие). Поскольку большинство пациентов, применяющих эти препараты, не имеют потомства, как показывают расчеты, генетический риск от этих препаратов для будущих поколений небольшой.

Некоторые лекарственные вещества вызывают в культуре клеток человека хромосомные aberrации в дозах, соответствующих реальным, с которыми контактирует человек. В эту группу можно отнести противосудорожные препараты (барбитураты), психотропные (клозепин), гормональные (эстродиол, прогестерон, оральные контрацептивы), смеси для наркоза (хлоридин, хлорпропанамид). Эти препараты индуцируют (в 2-3 раза выше спонтанного уровня) хромосомные aberrации у людей, регулярно принимающих или контактирующих с ними.

В отличие от цитостатиков, нет уверенности, что препараты указанных групп действуют на зародышевые клетки. Некоторые препараты, например, ацетилсалициловая кислота и амидопирин повышают частоту хромосомных aberrаций, но только при больших дозах, применяемых при лечении ревматических болезней.

Существует группа препаратов, обладающих слабым мутагенным эффектом. Механизмы их действия на хромосомы неясны. К таким слабым мутагенам относят метилксантины (кофеин, теобромин, теofilлин, паракзантин, 1-, 3- и 7-метилксантины), психотропные средства (трифторпромазин, мажептил, галоперидол), хлоралгидрат, антишистосомальные препараты (гикантон флюорат, мирацил О), бактерицидные и дезинфицирующие средства (трипофлавин, гексаметилен-тетрамин, этиленоксид, левамизол, резорцинол, фуросемид). Несмотря на их слабое мутагенное действие, из-за их широкого применения необходимо вести тщательные наблюдения за генетическими эффектами этих соединений. Это касается не только больных, но и медицинского персонала, использующего препараты для дезинфекции, стерилизации, наркоза.

В связи с этим, нельзя принимать без совета с врачом незнакомые лекарственные препараты, особенно антибиотики, нельзя откладывать лечение хронических воспалительных заболеваний, это ослабляет ваш иммунитет и открывает дорогу мутагенам.

4. Компоненты пищи.

Мутагенная активность пищи, приготовленной разными способами, различных пищевых продуктов изучалась в опытах на микроорганизмах и в экспериментах на культуре лимфоцитов периферической крови. Слабыми мутагенными свойствами обладают такие пищевые добавки, как сахарин, производное нитрофурана АР-2 (консервант), краситель флоксин и др.

К веществам пищи, обладающих мутагенной активностью, можно отнести нитрозамины, тяжелые металлы, микотоксины, алкалоиды, некоторые пищевые добавки, а также гетероциклические амины и аминокимидазоазарены, образующиеся в процессе кулинарной обработки мясных продуктов. В последнюю группу веществ входят так называемые пиролизатные мутагены, выделенные первоначально из жареных, богатых белками, продуктов.

Содержание нитрозосоединений в продуктах питания довольно сильно варьирует и обусловлено, по-видимому, применением азотсодержащих удобрений, а также особенностями технологии приготовления пищи и использованием нитритов в качестве консервантов.

Наличие в пище нитрозируемых соединений впервые было обнаружено в 1983 г. при изучении мутагенной активности соевого соуса и пасты из соевых бобов. Позже было показано наличие нитрозируемых предшественников в ряде свежих и маринованных овощей.

Для образования мутагенных соединений в желудке из поступающих вместе с овощами и другими продуктами необходимо наличие нитрозирующего компонента, в качестве которого выступают нитриты и нитраты. Основным источником нитратов и нитритов – это пищевые продукты.

Считают, что около 80% нитратов, поступающих в организм, – растительного происхождения. Из них около 70% содержится в овощах и картофеле, а 19% – в мясных продуктах. Немаловажным источником нитрита являются консервированные продукты.

В организм человека постоянно вместе с пищей поступают предшественники мутагенных и канцерогенных нитрозосоединений.

Можно порекомендовать употреблять больше натуральных продуктов, избегать мясных консервов, копченостей, сладостей, соков и газированной воды с синтетическими красителями. Есть больше капусты, зелени, круп, хлеба с отрубями. Если есть признаки дисбактериоза - принимать бифидумбактерин, лактобактерин и другие препараты с "полезными" бактериями. Они обеспечат вам надежную защиту от мутагенов. Если не в порядке печень - регулярно пить желчегонные сборы.

5. Компоненты табачного дыма.

Результаты эпидемиологических исследований показали, что в этиологии рака легкого наибольшее значение имеет курение. Было сделано заключение о том, что 70-95% случаев возникновения рака легкого связано с табачным дымом, который является канцерогеном. Относительный риск возникновения рака легкого зависит от количества выкуриваемых сигарет, однако продолжительность курения является более существенным фактором, чем количество ежедневно выкуриваемых сигарет.

В настоящее время большое внимание уделяется изучению мутагенной активности табачного дыма и его компонентов, это связано с необходимостью реальной оценки генетической опасности табачного дыма.

Сигаретный дым в газовой фазе вызывал в лимфоцитах человека *in vitro*, митотические рекомбинации и мутации дыхательной недостаточности в дрожжах. Сигаретный дым и его конденсаты индуцировали рецессивные, сцепленные с полом, летальные мутации у дрозофилы.

Таким образом, в исследованиях генетической активности табачного дыма были получены многочисленные данные о том, что табачный дым содержит генотоксичные соединения, способные индуцировать мутации в соматических клетках, что может привести к развитию опухолей, а также в половых клетках, что может быть причиной наследуемых дефектов.

6. Аэрозоли воздуха.

Изучение мутагенности загрязнителей, содержащихся в задымленном (городском) и незадымленном (сельском) воздухе на лимфоцитах человека *in vitro* показало, что 1 м³ задымленного воздуха содержит больше мутагенных соединений, чем незадымленного. Кроме того, в задымленном воздухе обнаружены вещества, мутагенная активность которых зависит от метаболической активации.

Мутагенная активность компонентов аэрозолей воздуха зависит от его химического состава. Основными источниками загрязнений воздуха являются автотранспорт и теплоэлектростанции, выбросы металлургических и нефтеперерабатывающих заводов.

Экстракты загрязнителей воздуха вызывают хромосомные aberrации в культурах клеток человека и млекопитающих.

Полученные к настоящему времени данные свидетельствуют о том, что аэрозоли воздуха, особенно в задымленных районах, представляют собой источники мутагенов, поступающих в организм человека через органы дыхания.

7. Мутагены в быту.

Большое внимание уделяют проверке на мутагенность красителей для волос. Многие компоненты красок вызывают мутации у микроорганизмов, а некоторые - в культуре лимфоцитов.

Мутагенные вещества в продуктах питания, в средствах бытовой химии выявлять трудно из-за незначительных концентраций, с которыми контактирует человек в реальных условиях. Однако если они индуцируют мутации в зародышевых клетках, то это приведет со временем к заметным популяционным эффектам, поскольку каждый человек получает какую-то дозу пищевых и бытовых мутагенов. Было бы неправильно думать, что эта группа мутагенов появилась только сейчас. Очевидно, что мутагенные свойства пищи (например, афлатоксины) и бытовой среды (например, дым) были и на ранних стадиях развития современного человека. Однако в настоящее время в наш быт вводится много новых синтетических веществ, именно эти химические соединения должны быть безопасны.

Человеческие популяции уже отягощены значительным грузом вредных мутаций. Поэтому было бы ошибкой устанавливать для генетических изменений какой-либо допустимый уровень, тем более что еще не ясен вопрос о последствиях популяционных изменений в результате повышения мутационного процесса. Для большинства химических мутагенов (если не для всех) отсутствует порог действия, можно полагать, что предельно допустимой «генетически-повреждающей» концентрации для химических мутагенов, как и дозы физических факторов, существовать не должно.

В целом, нужно стараться меньше употреблять бытовой химии, с моющими средствами работать в перчатках.

При оценке опасности мутагенеза, возникающего под влиянием факторов внешней среды, необходимо учитывать существование естественных антимутагенов (например, в пище). В эту группу входят метаболиты растений и микроорганизмов – алкалоиды, микотоксины, антибиотики, флавоноиды.

Порядок выполнения работы

1. Составьте таблицу источников мутагенов в окружающей среде и их влияние на организм человека

Источники и примеры мутагенов в среде	Возможные последствия на организм человека

2. Используя приложение №1, сделайте вывод о том насколько серьезно ваш организм подвергается воздействию мутагенов в окружающей среде и составьте рекомендации по уменьшению возможного влияния мутагенов на свой организм.
3. Проанализируйте полученные результаты, сформулируйте вывод в соответствии с поставленной целью.

Контрольные вопросы

1. Как называются пищевые добавки, обеспечивающие необходимый внешний вид и органолептические свойства продукта?
2. Дать определение понятию «мутагенные свойства».

Литература: ОИ-1с.74-81, И-Р1, ДИ-1

Тема 4. Происхождение и развитие жизни на Земле. Эволюционные учения

Практическая работа №4

Заполнение таблицы с описанием различных гипотез происхождения жизни на Земле.

Цель: оценить различные гипотезы происхождения жизни на Земле и гипотезы происхождения человека.

Задание

1. Повторить теоретический материал.
2. Ознакомиться с порядком выполнения работы.
3. Выполнить работу
4. Сделать вывод в соответствии с целью работы.
5. Ответить на контрольные вопросы

Теоретический материал

Возникновение жизни или абиогенез — процесс превращения неживой природы в живую. В узком смысле слова под абиогенезом понимают образование органических соединений, распространённых в живой природе, вне организма без участия ферментов. Альтернативой абиогенеза в этом смысле является панспермия.

В разное время относительно возникновения жизни на Земле выдвигались следующие гипотезы:

- Гипотеза стационарного состояния жизни
- Гипотеза самозарождения
- Гипотеза «первичного бульона»
- Самозарождение жизни

Самозарождение. Эта теория была распространена в Древнем Китае, Вавилоне и Древнем Египте в качестве альтернативы креационизму, с которым она сосуществовала. Аристотель (384—322 гг. до н. э.), которого часто провозглашают основателем биологии, придерживался теории спонтанного зарождения жизни. Согласно этой гипотезе, определённые «частицы» вещества содержат некое «активное начало», которое при подходящих условиях может создать живой организм. Аристотель был прав, считая, что это активное начало содержится в оплодотворенном яйце, но ошибочно полагал, что оно присутствует также в солнечном свете, тине и гниющем мясе.

С распространением христианства теория спонтанного зарождения жизни оказалась не в чести, но эта идея все продолжала существовать где-то на заднем плане в течение ещё многих веков.

Известный учёный Ван Гельмонт описал эксперимент, в котором он за три недели якобы создал мышей. Для этого нужны были грязная рубашка, тёмный шкаф и горсть пшеницы. Активным началом в процессе зарождения мыши Ван Гельмонт считал человеческий пот.

В 1688 году итальянский биолог и врач Франческо Реди подошёл к проблеме возникновения жизни более строго и подверг сомнению теорию спонтанного зарождения. Реди установил, что маленькие белые червячки, появляющиеся на гниющем мясе, — это личинки мух. Проведя ряд экспериментов, он получил данные, подтверждающие мысль о том, что жизнь может возникнуть только из предшествующей жизни (концепция биогенеза).

Эти эксперименты, однако, не привели к отказу от идеи самозарождения, и хотя эта идея несколько отошла на задний план, она продолжала оставаться главной версией зарождения жизни.

В то время как эксперименты Реди, казалось бы, опровергли спонтанное зарождение мух, первые микроскопические исследования Антони ван Левенгука усилили эту теорию применительно к микроорганизмам. Сам Левенгук не вступал в споры между сторонниками биогенеза и спонтанного зарождения, однако его наблюдения под микроскопом давали пищу обеим теориям.

В 1860 году проблемой происхождения жизни занялся французский химик Луи Пастер. Своими опытами он доказал, что бактерии вездесущи, и что неживые материалы легко могут быть заражены живыми существами, если их не стерилизовать должным образом. Учёный кипятил в воде различные среды, в которых могли бы образоваться микроорганизмы. При дополнительном кипячении микроорганизмы и их споры погибали. Пастер присоединил к S-образной трубке запаянную колбу со свободным концом. Споры микроорганизмов оседали на изогнутой трубке и не могли проникнуть в питательную среду. Хорошо прокипячённая питательная среда оставалась стерильной, в ней не обнаруживалось зарождения жизни, несмотря на то, что доступ воздуха был обеспечен.

В результате ряда экспериментов Пастер доказал справедливость теории биогенеза и окончательно опроверг теорию спонтанного зарождения.

Теория стационарного состояния. Согласно теории стационарного состояния, Земля никогда не возникла, а существовала вечно; она всегда была способна поддерживать жизнь, а если и изменялась, то очень незначительно. Согласно этой версии, виды также никогда не возникали, они существовали всегда, и у каждого вида есть лишь две возможности — либо изменение численности, либо вымирание.

Однако гипотеза стационарного состояния в корне противоречит данным современной астрономии, которые указывают на конечное время существования любых звёзд и, соответственно, планетных систем вокруг звёзд. По современным оценкам, основанным на учете скоростей радиоактивного распада, возраст Земли, Солнца и Солнечной системы исчисляется ~4,6 млрд лет. Поэтому эта гипотеза обычно не рассматривается академической наукой.

Сторонники этой теории не признают, что наличие или отсутствие определённых ископаемых остатков может указывать на время появления или вымирания того или иного вида, и приводит в качестве примера представителя кистепёрых рыб — латимерию. По палеонтологическим данным кистеперые вымерли в конце мелового периода. Однако это заключение пришлось пересмотреть, когда в районе Мадагаскара были найдены живые представители кистеперых. Сторонники теории стационарного состояния утверждают, что только изучая ныне живущие виды и сравнивая их с ископаемыми останками, можно сделать вывод о вымирании, да и в этом случае весьма вероятно, что он окажется неверным. Используя палеонтологические данные для подтверждения теории стационарного состояния, её сторонники интерпретируют появление ископаемых остатков в экологическом аспекте. Так, например, внезапное появление какого-либо ископаемого вида в определённом пласте они объясняют увеличением численности его популяции или его перемещением в места, благоприятные для сохранения остатков. Теории самозарождения и стационарного состояния представляют собой только исторический или философский интерес, так как результаты научных исследований противоречат выводам этих теорий.

Теория Опарина — Холдейна. В 1924 году будущий академик Опарин опубликовал статью «Происхождение жизни», которая в 1938 году была переведена на английский и возродила интерес к теории самозарождения. Опарин предположил, что в растворах высокомолекулярных соединений могут самопроизвольно образовываться зоны повышенной концентрации, которые относительно отделены от внешней среды и могут поддерживать обмен с ней. Он назвал их Коацерватные капли, или просто коацерваты.

Согласно его теории процесс, приведший к возникновению жизни на Земле, может быть разделён на три этапа:

Возникновение органических веществ

Возникновение белков

Возникновение белковых тел

Астрономические исследования показывают, что как звёзды, так и планетные системы возникли из газопылевого вещества. Наряду с металлами и их оксидами в нём содержались водород, аммиак, вода и простейший углеводород — метан.

Условия для начала процесса формирования белковых структур установились с момента появления первичного океана (бульона). В водной среде производные углеводов могли подвергаться сложным химическим изменениям и превращениям. В результате такого усложнения молекул могли образоваться более сложные органические вещества, а именно углеводы.

Наука доказала, что в результате применения ультрафиолетовых лучей можно искусственно синтезировать не только аминокислоты, но и другие органические вещества. Согласно теории Опарина, дальнейшим шагом по пути к возникновению белковых тел могло явиться образование коацерватных капель. При определённых условиях водная оболочка органических молекул приобретала чёткие границы и отделяла молекулу от окружающего раствора. Молекулы, окружённые водной оболочкой, объединялись, образуя многомолекулярные комплексы — коацерваты.

Коацерватные капли также могли возникать при простом смешивании разнообразных полимеров. При этом происходила самосборка полимерных молекул в многомолекулярные образования — видимые под оптическим микроскопом капли.

Капли были способны поглощать извне вещества по типу открытых систем. При включении в коацерватные капли различных катализаторов (в том числе и ферментов) в них происходили различные реакции, в частности полимеризация поступающих из внешней среды мономеров. За счёт этого капли могли увеличиваться в объёме и весе, а затем дробиться на дочерние образования. Таким образом, коацерваты могли расти, размножаться, осуществлять обмен веществ.

Далее коацерватные капли подвергались естественному отбору, что обеспечило их эволюцию.

Подобные взгляды также высказывал британский биолог Джон Холдейн.

Проверил теорию Стэнли Миллер в 1953 году в эксперименте Миллера — Юри. Он поместил смесь H_2O , NH_3 , CH_4 , CO_2 , CO в замкнутый сосуд и стал пропускать через неё электрические разряды (при температуре $80^\circ C$). Оказалось, что образуются аминокислоты. Позднее в разных условиях были получены другие сахара и нуклеотиды. Он сделал вывод, что эволюция может произойти при фазовообособленном состоянии из раствора (коацерватов). Однако, такая система не может сама себя воспроизводить.

Теория была обоснована, кроме одной проблемы, на которую долго закрывали глаза почти все специалисты в области происхождения жизни. Если спонтанно, путём случайных безматричных синтезов в коацервате возникали единичные удачные конструкции белковых молекул (например, эффективные катализаторы, обеспечивающие преимущество данному коацервату в росте и размножении), то как они могли копироваться для распространения внутри коацервата, а тем более для передачи коацерватам-потомкам? Теория оказалась неспособной предложить решение проблемы точного воспроизведения — внутри коацервата и в поколениях — единичных, случайно появившихся эффективных белковых структур. Однако, было показано, что первые коацерваты могли образоваться самопроизвольно из липидов, синтезированных абиогенным путем, и они могли вступить в симбиоз с «живыми растворами» — колониями самовоспроизводящихся молекул РНК, среди которых были и рибозимы, катализирующие синтез липидов, а такое сообщество уже можно назвать организмом.

Зарождение жизни в горячей воде. Научные исследования показывают, что минеральная вода и особенно гейзеры — самая вероятная среда для зарождения жизни. В 2005 г. академик Юрий Викторович Наточин высказал предположение отличное от общепринятой концепции возникновения жизни в море и аргументировал гипотезу, согласно которой средой возникновения протоклеток были водоемы с преобладанием ионов K , а не морская вода с доминированием ионов Na . В 2009 г. Армен Мулкиджанян и Михаил Гальперин на основе анализа содержания элементов в клетке также пришли к выводу, что, вероятно, жизнь не зародилась в океане. Дейвид Уард доказал, что в горячей минеральной воде появились и сейчас образуются строматолиты. Самым старым

строматолитам 3.8 миллиардов лет и они были обнаружены в Гренландии. В 2011 г Тадаши Сугавара создал протоклетку в горячей воде. В 2011 г. Мари- Лор Понс исследовал в Гренландии минерал серпентин, как возможность того, что жизнь эволюировала в гейзерах. Лауреат Нобелевской премии биолог Джек Шостак отметил, что мы можем легче представить себе накопление органических соединений в первичных озёрах, чем в океане.

Современные научные представления.

Химическая эволюция. Химическая эволюция или пребиотическая эволюция — первый этап эволюции жизни, в ходе которого органические, пребиотические вещества возникли из неорганических молекул под влиянием внешних энергетических и селекционных факторов и в силу разворачивания процессов самоорганизации, свойственных всем относительно сложным системам, которыми бесспорно являются все углерод-содержащие молекулы.

Также этими терминами обозначается теория возникновения и развития тех молекул, которые имеют принципиальное значение для возникновения и развития живого вещества.

Генобиоз и голобиоз. В зависимости от того, что считается первичным, различают два методологических подхода к вопросу возникновения жизни:

Генобиоз — методологический подход в вопросе происхождения жизни, основанный на убеждении в первичности молекулярной системы со свойствами первичного генетического кода.

Голобиоз — методологический подход в вопросе происхождения жизни, основанный на идее первичности структур, наделённых способностью к элементарному обмену веществ при участии ферментного механизма.

Гипотеза мира РНК. К XXI веку теория Опарина—Холдейна, предполагающая изначальное возникновение белков, практически уступила место более современной. Толчком к её разработке послужило открытие рибозимов — молекул РНК, обладающих ферментативной активностью и поэтому способных соединять в себе функции, которые в настоящих клетках в основном выполняют по отдельности белки и ДНК, то есть катализирование биохимических реакций и хранение наследственной информации. Таким образом, предполагается, что первые живые существа были РНК-организмами без белков и ДНК, а прообразом их мог стать автокаталитический цикл, образованный теми самыми рибозимами, способными катализировать синтез своих собственных копий.

Гипотеза мира полиароматических углеводов. Гипотеза мира полиароматических углеводов пытается ответить на вопрос, как возникли первые РНК, предлагая вариант химической эволюции от полициклических ароматических углеводов до РНК-подобных цепочек.

Альтернативные концепции.

Панспермия. Согласно теории Панспермии, предложенной в 1865 году немецким ученым Г. Рихтером и окончательно сформулированной шведским ученым Аррениусом в 1895 году, жизнь могла быть занесена на Землю из космоса. Наиболее вероятно попадание живых организмов внеземного происхождения с метеоритами и космической пылью. Это предположение основывается на данных о высокой устойчивости некоторых организмов и их спор к радиации, глубокому вакууму, низким температурам и другим воздействиям. Однако до сих пор нет достоверных фактов, подтверждающих внеземное происхождение микроорганизмов, найденных в метеоритах. Но если бы даже они попали на Землю и дали начало жизни на нашей планете, вопрос об изначальном возникновении жизни оставался бы без ответа.

Фрэнсис Крик и Лесли Оргел предложили в 1973 году другой вариант — управляемую панспермию, то есть намеренное «заражение» Земли (наряду с другими планетными системами) микроорганизмами, доставленными на непилотируемых космических аппаратах развитой инопланетной цивилизацией, которая, возможно,

находилась перед глобальной катастрофой или же просто надеялась произвести терраформирование других планет для будущей колонизации. В пользу своей теории они привели два основных довода — универсальность генетического кода (известные другие вариации кода используются в биосфере гораздо реже и мало отличаются от универсального) и значительную роль молибдена в некоторых ферментах. Молибден — очень редкий элемент для всей Солнечной системы. По словам авторов, первоначальная цивилизация, возможно, обитала возле звезды, обогащённой молибденом.

Против возражения о том, что теория панспермии (в том числе управляемой) не решает вопрос о зарождении жизни, они выдвинули следующий аргумент: на планетах другого неизвестного нам типа вероятность зарождения жизни изначально может быть намного выше, чем на Земле, например, из-за наличия особенных минералов с высокой каталитической активностью.

В 1981 году Ф. Крик написал книгу «Life itself: its origin and nature», в которой он более подробно, чем в статье, и в популярной форме излагает гипотезу управляемой панспермии.

Академик РАН А. Ю. Розанов, глава комиссии по астробиологии в Российской академии наук, считает, что жизнь на Землю была занесена из космоса.

Порядок выполнения работы

1. Изучить информацию о существующих теориях возникновения жизни на Земле и происхождением человека с помощью презентации и видеоматериала;
2. Оформить полученные результаты в виде сводных таблиц.

Таблица анализа и оценки различных гипотез происхождения жизни на земле.

Теории и гипотезы	Сущность теории или гипотезы	Доказательства

Таблица анализа и оценки различных гипотез происхождения человека

Ученый или философ	годы жизни	Представления о происхождении человека
Анаксимандр		
Аристотель		
К. Линней		
И. Кант		
А. Н. Радищев		
А. Каверзнев		
Ж. Б. Робине		
Ж. Б. Ламарк.		
Ч. Дарвин.		

5. Проанализировать полученные результаты, сформулировать вывод в соответствии с поставленной целью.

Контрольные вопросы

1. Можно ли рассматривать низкорослость как способ приспособления к низким температурам?
2. Опишите приспособления организмов к различным типам освещенности
3. Какой теории придерживаетесь вы лично? Почему?
4. Какие взгляды на происхождение человека вам ближе всего? Почему?

Литература: ОИ-1 с.69-73, И-Р1, ДИ-1

Тема 6. Основы экологии

Практическая работа №5

Сравнительное описание одной из естественных природных систем

Цель: охарактеризовать особенности состава и протекающих процессов в естественной экосистеме.

Теоретический материал

Экосистема, или экологическая система (от др.-греч. οἶκος — жилище, местопребывание и σύστημα — система) — биологическая система, состоящая из сообщества живых организмов (биоценоз), среды их обитания (биотоп), системы связей, осуществляющей обмен веществом и энергией между ними.

Пример экосистемы — пруд с обитающими в нём растениями, рыбами, беспозвоночными животными, микроорганизмами, составляющими живую компоненту системы, биоценоз. Для пруда как экосистемы характерны донные отложения определенного состава, химический состав (ионный состав, концентрация растворенных газов) и физические параметры (прозрачность воды, тренд годичных изменений температуры), а также определённые показатели биологической продуктивности, трофический статус водоёма и специфические условия данного водоёма.

Другой пример экологической системы — лиственный лес в средней полосе России с определённым составом лесной подстилки, характерной для этого типа лесов почвой и устойчивым растительным сообществом, и, как следствие, со строго определёнными показателями микроклимата (температуры, влажности, освещённости) и соответствующим таким условиям среды комплексом животных организмов. Немаловажным аспектом, позволяющим определять типы и границы экосистем, является трофическая структура сообщества и соотношение производителей биомассы, её потребителей и разрушающих биомассу организмов, а также показатели продуктивности и обмена вещества и энергии.

Порядок выполнения работы

1. Выбрать наиболее интересную, на ваш взгляд, для описания природную систему.
2. Изучить информацию по данной теме в литературных источниках;
3. Оформить полученные результаты в виде сводной таблицы.
4. Оформить фотоотчет по экскурсии.

Таблица результатов наблюдений

Экосистема	Кол-во цепей питания	Продуценты	Консументы				Редуценты
			1	2	3	4	
1.							
2.							

Контрольные вопросы

1. Какое значение для организмов имеют другие живые организмы, обитающие рядом?
2. Назовите животных – обитателей экосистемы. Каким образом они связаны с растительным миром экосистемы? Возможно ли их существование без растений?
3. Какие изменения могут возникнуть в экосистеме, если по каким-то причинам погибнут водоросли и высшие растения?
4. Какие организмы служат основой многих цепей питания в данной экосистеме?
5. Каким образом проявляется правило экологической пирамиды в данной экосистеме?
6. Какие еще виды отношений, кроме пищевых, существуют в экосистемах?
7. Каким образом один вид может обеспечивать распространение другого или других видов?

Литература ОИ-1с 130-134, И-Р2, ДИ-1

Приложение 1.

Приложение к практической работе № 3

«Составление таблицы с описанием источников мутагенов в окружающей среде и их влияние на организм человека».

Для классификации пищевых добавок в странах Евросоюза разработана система нумерации (действует с 1953 года). Каждая добавка имеет уникальный номер, начинающийся с буквы «Е». Система нумерации была доработана и принята для международной классификации Кодекс Алиментариус.

Красители (E-100 - E-199)

Код добавки	Название добавки	Отрицательное действие на организм
E-100	Куркумины	
E-101	Рибофлавин	
E 102	Тартразин	Вызывает аллергические реакции
E-103	Алканет, алканин	Вызывает раковые опухоли
E-104	Желтый хинолиновый	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта, аллергические реакции
E-107	Желтый 2 G	Вызывает аллергические реакции
E-110	Желтый "солнечный закат" FCF, оранжево-желтый S	Вызывает аллергические реакции
E-120	Кошениль; карминовая кислота; кармины	Вызывает аллергические реакции
E-121	Цитрусовый красный 2	Вызывает раковые опухоли
E-122	Азорубин, кармуазин	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта, аллергические реакции
E-123	Амарант	Вызывает раковые опухоли, аллергические реакции
E-124	Понсо 4R (пунцовый411), кошенилевый красный А	Вызывает аллергические реакции
E-125	Понсо, пунцовый SX	Вызывает раковые опухоли
E-127	Эритрозин	Вызывает аллергические реакции
E-128	Красный 2G	Вызывает аллергические реакции
E-129	Красный очаровательный AC	Вызывает аллергические реакции
E 131	Синий патентованный V	Вызывает раковые опухоли
E-132	Индигодин, индигокармин	Вызывает аллергические реакции
E-133	Синий блестящий FCF	Вызывает аллергические реакции
E-140	(i) Хлорофиллы и (ii) хлорофиллины	
E-141	(i)-MенHbie комплексы хлорофиллов и (ii)-хлорофиллинов	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-142	Зеленый S	Вызывает раковые опухоли, аллергические реакции
E-143	Зеленый прочный FCF	
E-150a	Сахарный колер I простой	Вызывает заболевания желудочно-кишечного

	(карамель простая)	тракта
E-150b	Сахарный колер II, полученный по "щелочно-сульфитной" технологии	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-150c	Сахарный колер III, полученный по "аммиачной" технологии	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-150d	Сахарный колер IV, полученный по "аммиачно-сульфитной" технологии	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-151	Черный блестящий BN, черный PN	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта, кожи, аллергические реакции
E-152	Уголь /Carbon Black (hydrocarbon)/	Вызывает раковые опухоли, заболевания желудочно-кишечного тракта
E-153	Уголь растительный	Вызывает раковые опухоли, заболевания желудочно-кишечного тракта
E-154	Коричневый FK (Brown FK)	Вызывает кишечные расстройства, нарушение артериального давления, аллергические реакции
E-155	Коричневый NT	Вызывает аллергические реакции
E-160a	Каротины: (1)-р -каротин синтетический, (и)-экстракты натуральных каротинов	
E-160b	Аннато, биксин, норбиксин	Вызывает аллергические реакции
E-160c	Экстракт паприки, капсантин, капсорубин	
E-160d	Ликопин	
E-160e	Р-апо-8-каротиновый альдегид	
E-160f	Этиловый эфир Р-апо-8-каротиновой кислоты	
E-161a	Флавоксантин	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-161b	Лутеин	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-161c	Криптоксантин	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-161d	Рубиксантин	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-161e	Виолоксантин	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-161f	Родоксантин	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-161g	Кантаксантин	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-162	Свекольный красный, бетанин	
E-163	Антоцианы	
E-164	Шафран	

E-166	Сандаловое дерево	
E-170	Карбонаты кальция	
E-171	Диоксид титана	Вызывает заболевания печени
E-172	Оксиды и гидроксиды железа	Вызывает заболевания печени
E-173	Алюминий	Вызывает заболевания печени
E-174	Серебро	
E-175	Золото (Gold)	
E-180	Рубиновый литол ВК	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта, аллергические реакции
E-181	Танины пищевые	
E-182	Орсейл, орсин	

Консерванты (E-200 - E-299)

Код добавки	Название добавки	Отрицательное действие на организм
E-200	Сорбиновая кислота(Sorbic Acid)	Вызывает аллергические реакции, уничтожает в организме витамин В12
E-201	Сорбат натрия	Вызывает аллергические реакции
E-202	Сорбат калия	Вызывает аллергические реакции
E-203	Сорбат кальция	
E-209	Пара-гидроксibenзойной кислоты гептиловый эфир	
E-210	Бензойная кислота	Вызывает раковые опухоли, аллергические реакции
E-211	Бензоат натрия	Вызывает раковые опухоли, аллергические реакции
E-212	Бензоат калия	Вызывает раковые опухоли, аллергические реакции
E-213	Бензоат кальция	Вызывает раковые опухоли, аллергические реакции
E-214	Пара-гидроксibenзойной кислоты этиловый эфир	Вызывает раковые опухоли, аллергические реакции
E-215	Пара-гидроксibenзойной кислоты этилового эфира натриевая соль	Вызывает раковые опухоли, аллергические реакции
E-216	Пара-оксibenзойной кислоты пропиловый эфир	Вызывает раковые опухоли, аллергические реакции
E-217	Пара-оксibenзойной кислоты пропилового эфира на иевая соль	Вызывает аллергические реакции
E-218	Пара-гидроксibenзойной кислоты метиловый эфир	Вызывает аллергические реакции
E-219	Пара-гидроксibenзойной кислоты метилового эфира натриевая соль	Вызывает раковые опухоли, аллергические реакции
E-220	Диоксид серы	Вызывают заболевания желудочно-кишечного тракта, аллергические реакции

E-221	Сульфит натрия	Вызывают заболевания желудочно-кишечного тракта, аллергические реакции
E-222	Гидросульфит натрия	Вызывают заболевания желудочно-кишечного тракта, аллергические реакции
E-223	Пиросульфит натрия	Вызывают заболевания желудочно-кишечного тракта
E-224	Пиросульфит калия	Вызывают заболевания желудочно-кишечного тракта
E-225	Сульфит калия	Вызывают заболевания желудочно-кишечного тракта, аллергические реакции
E-226	Сульфит кальция	Вызывают заболевания желудочно-кишечного тракта
E-227	Гидросульфит кальция	
E-228	Гидросульфит калия (бисульфит калия)	
E-230	Бифенил, дифенил	Вызывает раковые опухоли, аллергические реакции, заболевания кожи
E-231	Ортофенил фенол	Вызывает аллергические реакции, заболевания кожи
E-232	Ортофенилфенол натрия	Вызывает аллергические реакции, заболевания кожи
E-233	Тиабендазол	Вызывает заболевания кожи
E-234	Низин	
E-235	Натамицин (пимарицин)	
E-236	Муравьиная кислота	
E-237	Формиат натрия	
E-238	Формиат кальция	
E-239	Гексаметилентетрамин	Вызывает раковые опухоли, аллергические реакции, заболевания кожи
E240	Формальдегид	Вызывает раковые опухоли
E-241	Гваяковая смола	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-242	Диметилдикарбонат	
E-249	Нитрит калия	Вызывает раковые опухоли (Примечание: E-249 часто добавляется в копченые продукты)
E-250	Нитрит натрия	Вызывает нарушения артериального давления (Примечание: E-250 часто добавляется в копченые продукты)
E-251	Нитрат натрия(Sodium Nitrate)	Вызывает раковые опухоли? нарушения артериального давления (Примечание: E-251 часто добавляется в копченые продукты)
E-252	Нитрат калия (<i>Potassium Nitrate</i>)	Вызывает раковые опухоли (Примечание: E-252 часто добавляется в копченые продукты)
E-260	Уксусная кислота	

E-261	Ацетат калия	
E-262	Ацетаты натрия: ацетат натрия, гидроацетат натрия (диацетат натрия)	
E-263	Ацетат кальция	
E-264	Ацетат аммония	
E-265	Дегидроацетовая кислота	
E-266	Дегидроацетат натрия	
E-270	Молочная кислота	Опасна для детей
E-280	Пропионовая кислота	Вызывает раковые опухоли
E-281	Пропионат натрия	Вызывает раковые опухоли
E-282	Пропионат кальция	Вызывает раковые опухоли
E-283	Пропионат калия	Вызывает раковые опухоли
E-284	Борная кислота	Вызывают аллергические реакции
E-285	Тетраборат натрия (бура)	
E-290	Диоксид углерода	
E-296	Яблочная (малоновая) кислота	
E-297	Фумаровая кислота	

Антиоксиданты (E-300 - E-399)

Код добавки	Название добавки	Отрицательное действие на организм
E-300	Аскорбиновая кислота	
E-301	Натриевая соль аскорбиновой кислоты (аскорбат натрия)	
E-302	Кальциевая соль аскорбиновой кислоты (аскорбат кальция)	
E-303	Аскорбат калия	
E-304	Аскорбилпальмитат	
E-305	Аскорбилстеарат	
E-306	Концентрат смеси токоферолов	
E-307	α-токоферол	
E-308	γ-токоферол синтетический	
E-309	δ-токоферол синтетический	
E-310	Пропилгаллат	Вызывает аллергические реакции
E-311	Октилгаллат	Вызывает аллергические реакции, заболевания желудочно-кишечного тракта, кожи, отрицательно влияет на нервную систему
E-312	Додецилгаллат	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта, аллергические реакции (на коже), отрицательно влияет на нервную систему
E-313	Этилгаллат	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта

E-314	Гваяковая смола	
E-315	Эриторбовая (изо-аскорбиновая) кислота	
E-316	Эриторбат натрия	
E-317	Изо-аскорбинат калия	
E-318	Изо-аскорбинат кальция	
E-319	Трет-бутилгидрохинон	
E-320	Бутилгидроксианизол	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта, печени, аллергические реакции (Примечание: данная добавка увеличивает содержание холестерина в организме.)
E-321	Бутилгидрокситолуол	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта, печени, аллергические реакции (Примечание: данная добавка увеличивает содержание холестерина в организме.)
E-322	Лецитины	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта и печени
E-323	Аноксомер	
E-324	Этоксихин	
E-325	Лактат натрия	
E-326	Лактат калия	
E-327	Лактат кальция	
E-328	Лактат аммония	
E-329	Лактат магния	
E-330	Лимонная кислота	Вызывает раковые опухоли
E-331	Цитраты натрия	
E-332	Цитраты калия	
E-333	Цитраты кальция	
E-334	Винная кислота (L(+)-)	
E-335	Тартраты натрия	
E-336	Тартраты калия	
E-337	Тартрат калия-натрия	
E-338	Ортофосфорная кислота	Вызывают заболевания желудочно-кишечного тракта
E-339	Ортофосфаты натрия	Вызывают заболевания желудочно-кишечного тракта
E-340	Ортофосфаты калия	Вызывают заболевания желудочно-кишечного тракта
E-341	Ортофосфаты кальция	Вызывают заболевания желудочно-кишечного тракта
E-342	Ортофосфаты аммония	
E-343	Ортофосфаты магния	Вызывает кишечные расстройства
E-344	Цитрат лецитина	

E-345	Цитрат магния	
E-349	Малат аммония	
E-350	Малаты натрия	
E-351	Малат калия	
E-352	Малаты кальция	
E-353	Мета-винная кислота	
E-354	Тартрат кальция	
E-355	Адипиновая кислота	
E-356	Адипат натрия	
E-357	Адипат калия	
E-359	Адипат аммония	
E-363	Янтарная кислота	
E-365	Фумараты натрия	
E-366	Фумараты калия	
E-367	Фумараты кальция	
E-368	Фумараты аммония	
E-370	1,4-гептонолл актон	
E-375	Никотиновая кислота	
E-380	Цитраты аммония (аммонийные соли лимонной кислоты)	
E-381	Аммоний железо цитрат	
E-383	Глицерофосфат кальция	
E-384	Изопропилцитратная смесь	
E-385	Кальций динатриевая соль этилендиаминтриуксусной кислоты (CaNa ₂ ЭДГА)	
E-386	Этилендиаминтетраацетат динатрий	
E-387	Оксистеарин	
E-388	Тиопропионовая кислота	
E-389	Дилаурилтиодипропионат	
E-390	Дистеарилтиодипропионат	
E-391	Фитиновая кислота	
E-399	Лактобионат кальция	

Стабилизаторы, эмульгаторы (E-400 - E-599)

Код добавки	Название добавки	Отрицательное действие на организм
E-400	Альгиновая кислота	
E-401	Альгинат натрия	
E-402	Альгинат калия	
E-403	Альгинат аммония	

E-404	Альгинат кальция	
E-405	Пропан-1,2-диол альгинат	
E-406	Агар	
E-407	Каррагинан и его соли	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-407a	Переработанные морские водоросли	Примечание: эта добавка была внесена поправкой в декабре 1996 г.
E-408	Гликан пекарских дрожжей	
E-409	Арабиногалактан	
E-410	Камедь рожкового дерева	
E-411	Овсяная камедь	
E-412	Гуаровая камедь	
E-413	Трагакант	
E-414	Гуммиарабик	
E-415	Ксантановая камедь	
E-416	Карайи камедь	
E-417	Тары камедь	
E-418	Геллановая камедь	
E-419	Гхатти камедь	
E-420	Сорбит, сорбитовый сироп	
E-421	Маннит	
E-422	Глицерин	
E-425	Коньяк смола, коньяк глюкоманнан	Примечание: эта добавка находится в стадии обсуждения и может быть в будущем включена как поправка в Директиву по смешанным добавкам.
E-429	Пептоны	
E-430	Полиоксиэтилен(8) стеарат	
E-431	Полиоксиэтилен(40) стеарат	
E-432	Полиоксиэтиленсорбитан монолаурат (полисорбат 20, твин 20)	
E-433	Полиоксиэтиленсорбитан моноолеат (полисорбат 80, твин 80)	
E-434	Полиоксиэтиленсорбитан монопальмитат (полисорбат 40, твин 40)	
E-435	Полиоксиэтиленсорбитан моностеарат (полисорбат 60, твин 60)	
E-436	Полиоксиэтиленсорбитан тристеарат (полисорбат 65)	
E-440	Пектины: пектин, амидопектин	
E-441	Рапсовое масло гидрогенизированное с высоким содержанием глицерина	
E-442	Фосфатида аммонийные соли	

E-443	Бромированное растительное масло	
E-444	Изо-бутиратацетат сахарозы	
E-445	Эфиры глицерина и смоляных кислот	
E-446	Сукцистеарин	
E-450	Пирофосфаты	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-451	Трифосфаты: трифосфат натрия 5-замещенный, трифосфат калия 5-замещенный	Вызывают заболевания желудочно-кишечного тракта
E-452	Полифосфаты: полифосфат натрия, полифосфат калия, полифосфат натрия-кальция, полифосфат кальция	Вызывают заболевания желудочно-кишечного тракта
E-459	Р-циклодекстрин	Примечание: эта добавка находится в стадии обсуждения и может быть в будущем включена поправкой в Директиву по различным добавкам.
E-460	Целлюлоза	
E-461	Метилцеллюлоза	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-462	Этилцеллюлоза	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-463	Гидроксипропилцеллюлоза	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-464	Гидроксипропил метилцеллюлоза	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-465	Этилметилцеллюлоза	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-466	Карбоксиметилцеллюлоза, натрийкарбоксиметилцеллюлоза	Вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта
E-467	Этилгидроксиэтилцеллюлоза	
E-468	Карбоксиметилцеллюлозы натриевая соль трехмерная	Примечание: эта добавка находится в стадии обсуждения и может быть в будущем включена как поправка в Директиву по смешанным добавкам.
E-469	Гидролизуемая под действием ферментное карбоксиметил целлюлоза	Примечание: эта добавка находится в стадии обсуждения и может быть в будущем включена как поправка в Директиву по смешанным добавкам.
E-470a	Натриевые, калиевые и кальциевые соли жирных кислот	
E-470b	Магниевоы соли жирных кислот	
E-471	Моно- и диглицериды жирных кислот	
E-472a	Эфиры моно- и диглицеридов уксусной и жирных кислот	
E-472b	Эфиры моно- и диглицеридов молочной и жирных кислот	

E-472c	Эфиры моно- и диглицеридов лимонной и жирных кислот	
E-472d	Эфиры МОНО- и диглицеридов винной и жирных кислот	
E-472e	Эфиры глицерина, диацетилвинной и жирных кислот	
E-472f	Смешанные эфиры глицерина, винной, уксусной и жирных кислот	
E-472g	Сукцинированные моноглицериды	
E-473	Эфиры сахарозы и жирных кислот	
E-474	Сахароглицериды	
E-475	Эфиры полиглицеридов и жирных кислот	
E-476	Полиглицерин полирицинолеаты	
E-477	Пропан-1,2-диоловые эфиры жирных кислот	
E-478	Эфиры лактилированных жирных кислот глицерина и пропиленгликоля	
E-479b	Термически окисленное соевое и бобовое масло с моно- и диглицердами жирных кислот	
E-480	Диоктилсульфосукцинат натрия	
E-481	Стеароил-2-лактат натрия	
E-482	Стеароил-2-лактат кальция	
E-483	Стеарилтартрат	
E-484	Стеарилцитрат	
E-485	Стеароилфумарат натрия	
E-486	Стеароилфумарат кальция	
E-487	Лаурилсульфат натрия	
E-488	Этоксिलированные моно-и диглицериды	
E-489	Эфир кокосового масла и метилгликозида	
E-491	Сорбитан моностеарат СПЭН 60	
E-492	Сорбитан тристеарат	
E-493	Сорбитан монолаурат, СПЭН 20	
E-494	Сорбитанмоноолеат, СПЭН 80	
E-495	Сорбитанмонопальмитат, СПЭН 40	
E-496	Сорбитан триолеат, СПЭН 85	
E-500	Карбонаты натрия: карбонат натрия, гидрокарбонат натрия, секвикарбонат натрия	
E-501	Карбонаты калия: карбонат калия, гидрокарбонат калия	
E-503	Карбонаты аммония: карбонат аммония, гидрокарбонат аммония	

E-504	Карбонаты магния: карбонат магния, гидроксикарбонат магния, гидроксикарбонат магния	
E-505	Карбонат железа	
E-507	Соляная кислота	
E-508	Хлорид калия	
E-509	Хлорид кальция	
E-511	Хлорид магния	
E-512	Хлорид олова	
E-513	Серная кислота	
E-514	Сульфаты натрия: сульфат натрия, гидросульфат натрия	
E-515	Сульфаты калия: сульфат калия, гидросульфат калия	
E-516	Сульфат кальция	
E-517	Сульфат аммония	
E-519	Сульфат меди	
E-520	Сульфат алюминия	
E-521	Сульфат алюминия-натрия (квасцы алюмонатриевые)	
E-522	Сульфат алюминия-калия (квасцы алюмокалдиевые)	
E-523	Сульфат алюминия-аммония (квасцы алюмоаммиачные)	
E-524	Гидроксид натрия	
E-525	Гидроксид калия	
E-526	Гидроксид кальция	
E-527	Гидроксид аммония (Ammonium Hydroxide)	
E-528	Гидроксид магния	
E-529	Оксид кальция	
E-530	Оксид магния	
E-535	Ферроцианид натрия	
E-536	Ферроцианид калия	
E-537	Гексацианоманганат железа	
E-538	Ферроцианид кальция	
E-541	Алюмофосфат натрия	
E-542	Костный фосфат, основа его фосфат кальция 3-х основный	
E-550	Силикаты натрия	
E-551	Диоксид кремния	
E-552	Силикат кальция	

E-553a	(i) Силикат магния, (ii) трисиликат магния	
E-553b	Тальк	
E-554	Алюмосиликат натрия	
E-555	Алюмосиликат калия	
E-556	Алюмосиликат кальция	
E-557	Силикат цинка	
E-558	Бентонит	
E-559	Алюмосиликат (каолин)	
E-560	Силикат калия	
E-570	Жирные кислоты	
E-574	Глюконовая кислота (D-)	
E-575	Глюконо-5-лактон	
E-576	Глюконат натрия	
E-577	Глюконат калия	
E-578	Глюконат кальция	
E-579	Глюконат железа	
E-580	Глюконат магния	
E-585	Лактат железа	

Усилители вкуса и аромата (E-600 - E-699)

Код добавки	Название добавки	Отрицательное действие на организм
E-620	Глутаминовая кислота	Вызывает аллергические реакции
E-621	Глутамат натрия однозамещенный	Вызывает аллергические реакции
E-622	Глутамат калия однозамещенный (Monopotassium Glutamate)	
E-623	Диглутамат кальция	
E-624	Глутамат аммония однозамещенный	
E-625	Глутамат магния	
E-626	Гуаниловая кислота (Guanylic Acid)	Вызывает кишечные расстройства
E-627	Гуанилат натрия двузамещенный	Вызывает кишечные расстройства
E-628	5'-гуанилах калия двузамещенный	Вызывает кишечные расстройства
E-629	5'-гуанилах кальция	Вызывает кишечные расстройства
E-630	Инозиновая кислота	Вызывает кишечные расстройства
E-631	Инозинат натрия двузамещенный	Вызывает кишечные расстройства
E-632	Инозинат калия двузамещенный	Вызывает кишечные расстройства
E-633	5'-инозинах кальция	Вызывает кишечные расстройства
E-634	5'-рибунуклеохиды кальция	Вызывает кишечные расстройства
E-635	5'-рибунуклеохиды натрия двузамещенные	Вызывает кишечные расстройства
E-640	Глицин и его натриевые соли	
E-641	L-лейцин	

Пенегасители (Е-900 - Е-999) и другие вещества

Код добавки	Название добавки	Отрицательное действие на организм
Е-900	Диметилполисилоксан	
Е-901	Пчелиный воск, белый и желтый	Вызывает аллергические реакции
Е-902	Воск свечной	
Е-903	Воск карнаубский	
Е-904	Шеллак (Shellac)	
Е-905a	Вазелиновое масло "пищевое"	
Е-905b	Вазелин	
Е-905c	Парафин	
Е-906	Бензойная смола	
Е-908	Воск рисовых отрубей	
Е-909	Спермацетовый воск	
Е-910	Восковые эфиры	
Е-911	Жирных кислот метиловые эфиры	
Е-912	Эфиры монтаниновой кислоты	
Е-913	Ланолин	
Е-914	Окисленный полиэтиленовый воск	
Е-916	Кальция йодат	
Е-917	Калия йодат	
Е-918	Оксиды азота	
Е-919	Нитрозил хлорид	
Е-920	L-цистеин	
Е-922	Персульфат калия	
Е-923	Персульфат аммония	
Е-924Ь	Бромат кальция	Вызывает раковые опухоли. Примечание: часто добавляется в газированные напитки
Е-925	Хлор	
Е-926	Лиоксид хлора	
Е-927Ь	Карбамид	
Е-928	Пероксид бензоила	
Е-929	Перекись ацетона	
Е-930	Пероксид кальция	
Е-938	Аргон	
Е-939	Гелий	
Е-940	Дихлордифторметан, хладон-12	
Е-941	Азот	
Е-942	Диазомонооксид	

E-943a	Бутан	
E-943b	Изобутан	
E-944	Пропан	
E-945	Хлопентафторэтан	
E-946	Октафторциклобутан	
E-948	Кислород	
E-950	Ацесульфам калия	
E-951	Аспартам	
E-952	Цикламвая кислота и ее натриевые, калиевые и кальциевые соли	
E-953	Изомальтит	
E-954	Сахарин и его натриевые, калиевые и кальциевые соли	Вызывает раковые опухоли
E-957	Тауматин	
E-959	Неогесперидин Дигидрохалкон	
E-958	Глицирризин	
E-965	Мальтит	
E-966	Лактит	
E-967	Ксилит	
E-999	Экстракт Квиллайи	
E-1000	Холевая кислота	
E-1001	Соли и эфиры холина	
E-1101	Протеазы	
E-1102	Глюкозооксидаза	
E-1103	Инвертазы	
E-1104	Липазы	
E-1105	Лизоцим	Вызывает заболевания кожи
E-1200	Полидекстроза	
E-1201	Поливинилпирролидон	
E-1202	Поливинилполипирролидон	
E-1404	Окисленный крахмал	
E-1410	Монокрахмалфосфат	
E-1412	Дикрахмалфосфат	
E-1413	Фосфатированный дикрах малфосфат	
E-1414	Ацетилированный дикрахмалфосфат	
E-1420	Ацетилированный крахмал	
E-1422	Ацетилдикрахмаладипат	
E-1440	Гидроксипропилкр ахмал	
E-1442	Гидроксипропилдикр ахмалфосфат	
E-1450	Крахмалнатрийоктенилсукцинат Starch	
E-1451	Ацетилированный окисленный крахмал	Примечание: эта добавка находится

		в стадии обсуждения и может быть в будущем включена поправкой в Директиву по смешанным добавкам.
E-1503	Касторовое масло	
E-1505	Триэтилцитрат	
E-1518	Глицерил триацетат (триацетин)	
E-1520	Пропиленгликоль	
E-1521	Полиэтиленгликоль	

На территории России использование пищевых добавок контролируется национальными органами Роспотребнадзора и нормативными актами и санитарными правилами Минздрава России.

Основными документами являются:

- Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 г. N 52-ФЗ
- Федеральный закон «О качестве и безопасности пищевых продуктов» от 02.01.2000, N 29-ФЗ
- Федеральный закон «Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан» от 22.07.1993
- СанПиН 2.3.2.1293-03 «Гигиенические требования по применению пищевых добавок» — с 12 июня 2003 года

Запрещённые добавки — это добавки, достоверно приносящие вред организму.

- E121 — Цитрусовый красный 2 (краситель)
- E123 — Красный амарант (краситель)
- E128 — 03.09.2007. Красный 2G (краситель)
- E216 — Пара-гидроксибензойной кислоты пропиловый эфир, группа парабенов (консервант)
- E217 — Пара-гидроксибензойной кислоты пропилового эфира натриевая соль(консервант)
- E240 — Формальдегид (консервант)

Неразрешённые добавки — это добавки, которые не тестировались или проходят тестирование, но окончательного результата пока нет.

- E127 — Эритрозин — запрещен в ряде стран
- E154 — Коричневый FK
- E173 — Алюминий
- E180 — Рубиновый литол BK
- E388 — Тиопропионовая кислота
- E389 — Дилаурилтиодипропионат
- E424 — Курдлан
- E512 — Хлорид олова(II)
- E537 — Гексацианоманганат железа
- E557 — Силикат цинка
- E912 — Эфиры монтаниновой кислоты

- E914 — Окисленный полиэтиленовый воск
- E916 — Кальция йодат
- E917 — Калия йодат
- E918 — Оксиды азота
- E919 — Нитрозил хлорид
- E922 — Персульфат калия
- E923 — Персульфат аммония
- E924b — Бромат кальция
- E925 — Хлор
- E926 — Диоксид хлора
- E929 — Перекись ацетона

Разрешены в России, но запрещены в Евросоюзе:

- E142 — синтетический пищевой краситель Зелёный S
- E425 — конжак, конжаковая мука, конжаковая камедь и конжаковый глюкоманнан

ЛИТЕРАТУРА

Основные источники (ОИ):

1. Биология для профессий и специальностей технического и естественно - научного профилей [Текст] : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.М. Константинов, А. Г. Резанов, Е. О. Фадеева. - 6-е изд., стер. - Москва : Академия, 2017. - 336 с.

Дополнительные источники (ДИ):

1. Биология : учебник и практикум для СПО[Электронный ресурс] / В. Н. Ярыгин [и др.]; под ред. В. Н. Ярыгина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 378 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09603-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://bibli-online.ru/bcode/433339>

Интернет-ресурсы (И-Р):

1. www.kozlenkoa.narod.ru (Для тех, кто учится сам и учит других; очно и дистанционно, биологии, химии, другим предметам).
2. www.schoolcity.by (Биология в вопросах и ответах).