

Уфимский университет науки и технологий

БИОЛОГИЯ БУДУЩЕГО

Материалы XIV научной конференции молодых ученых

14 июня 2023 г., Уфа

Уфа

РИЦ УУНиТ

УДК 581.4.591.4.576.31.581.1
ББК 28.06.28.073

Редакционная коллегия:

Башкатов С.А., д.б.н., декан биологического факультета, председатель оргкомитета
Садртдинова И.И., к.б.н., доцент кафедры физиологии и общей биологии
Федорова А.М., к.б.н., доцент кафедры физиологии и общей биологии
Цветков В.О., к.б.н., доцент кафедры биохимии и биотехнологии
Ахмадиев П.А., ассистент кафедры физиологии и общей биологии
Габидуллина Л.Р., ассистент кафедры генетики и фундаментальной медицины
Тухбатшина А.З., ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности
Файрушина А.И., ассистент кафедры физиологии и общей биологии
Хисамова Р.Р., ассистент кафедры биохимии и биотехнологии

Биология будущего [электронный ресурс]: материалы конференции (г. Уфа, 14 июня 2023 г.)
– Уфа: РИЦ УУНиТ, 2022. – 106 с.

Сборник содержит результаты исследований молодых ученых по актуальным вопросам биологии. Статьи приводятся в авторской редакции. Предназначено для широкого круга читателей, интересующихся проблемами биологии.

ISBN 978-5-7477-4251-2

УДК 581.4.591.4.576.31.581.1
ББК 28.06.28.073
© УУНиТ, 2023

Взаимосвязь психологических особенностей с функцией щитовидной железы

Абубакирова Э.И., Гарипова М.И.

Уфимский университет науки и технологий

Психоневрологическая симптоматика у больных с диффузным токсическим зобом (ДТЗ) является предметом интереса врачей различных специальностей. Еще в ранних описаниях патологии есть указания на нервно-психические нарушения (Перри, 1786; Греве, 1835). С. П. Боткин называл базедову болезнь заболеванием головного мозга, а изменения психики считал более частым признаком, чем зоб и пучеглазие. В. Г. Барановым сформулировано представление о нейроциркуляторной дистонии как предстadium токсического зоба. В работах психиатров приводятся клинические описания различных форм психозов с преобладанием параноидного и тревожно-депрессивного синдромов.

Целью настоящего исследования явилось изучение разносторонних характеристик личности больных с токсическим зобом.

Психологические особенности личности были проанализированы у 83 пациентов с диффузным токсическим зобом. Использовались современные методы оценки функции щитовидной железы и комплекс психологических тестов, позволяющих оценить различные характеристики личности. Вклад психологических факторов в предрасположенность к диффузному токсическому зобу был выявлен с помощью опросника Леонарда. Эмоциональный экзальтационный тип акцентуации личности выявлен у 65,2% испытуемых. Метод наблюдения и метод оценки уровня невротизации и психопатизации показали повышенный уровень невротизации, который достоверно снижался при устранении тиреотоксикоза ($47,0 \pm 8,7$ балла при токсикозе и $25,8 \pm 4,5$ балла при эутирозе, $p < 0,01$). Пациенты с офтальмопатией были исключением: у них психологические изменения были более выраженными и стабильными. Если офтальмопатия сохранялась, устранение тиреотоксикоза достоверно не снижало уровень невротизации. При сложных формах диффузного токсического зоба наблюдалась диссоциация между тяжестью состояния пациента и его или ее самооценкой.

Под наблюдением находилось 83 больных с ДТЗ (72 женщины и 11 мужчин) в возрасте 17—62 лет. Давность заболевания составляла от 2 мес до 18 лет. 24 пациента до настоящего обследования получали терапию тиреостатиками и имели эутиреоидное состояние. 59 больных были госпитализированы и обследованы в состоянии декомпенсации тиреотоксикоза различной степени тяжести. У 13 обследованных выявлены кардиальные осложнения, в том числе у 11 мерцательная аритмия, у 4 недостаточность кровообращения. Офтальмопатия диагностирована у 32 больных. Отдельную группу составили пациенты, у которых тиреотоксикоз был заподозрен на основании некоторых характерных клинических симптомов и результатов радиологического исследования (повышение теста

накопления радиоактивного йода), а также "пограничных" значений концентрации тиреоидных гормонов. Супрессивная проба с трийодтиронином (Т3), выполненная у этих больных, позволила исключить токсический зоб. Эту группу, условно обозначенную "невроз", составили 20 человек (15 женщин и 5 мужчин) в возрасте 20—52 лет. В качестве контроля обследовано 48 человек (36 женщин и 12 мужчин) в возрасте 20—63 лет.

Наши результаты показали, что в группе больных с ДТЗ достоверно чаще встречались эмотивный и экзальтированный типы акцентуации ($p < 0,05$). С другой стороны, демонстративный и возбудимый типы нехарактерны для изучаемого контингента больных ($p < 0,05$ при $p < 0,001$ соответственно).

Среди основных характерологических черт эмотивного и экзальтированного типов, которые близки между собой и отмечены почти у 70% обследованных больных с ДТЗ, можно выделить следующие: повышенную чувствительность и ранимость, мягкосердечие, способность к сопереживанию, выраженность эмоционального реагирования, быстрая "отходчивость"; для экзальтированного типа следует отметить быстроту и большой диапазон эмоционального реагирования. Можно предположить, что эти личностные особенности играют роль психологических факторов в развитии ДТЗ.

Изучение психосоматического статуса по методике "Сопровождение" свидетельствовало о том, что большинство (80%) больных с ДТЗ имеют нормальный либо умеренно повышенный уровень невротизации, 50% из них отнесены к группе риска по возникновению невроза, однако большая их часть соответствует состоянию ситуационной обратимой дезадаптации. Это подтверждается результатами динамического исследования уровня невротизации после устранения тиреотоксикоза. Показатель невротизации в баллах снизился с $47 \pm 8,7$ у больных с тиреотоксикозом до $25,8 \pm 4,5$ на фоне эутиреоза ($p < 0,01$). При изучении психосоматического статуса по методике УНП получены аналогичные данные.

Таким образом, анализ приведенных результатов свидетельствует о наличии психологических и психосоматических особенностей у лиц с ДТЗ.

Клинические наблюдения за психологическими особенностями лиц, страдающих ДТЗ, близки результатам исследования акцентуаций характера: обращают на себя внимание такие качества, как чувствительность, сострадание, ответственность, доброжелательность в общении, в том числе в период болезни. В данном исследовании достоверно преобладали лица с эмотивно-экзальтированным типом акцентуации, характеризующиеся указанными чертами. Отсутствие у больных возбудимого типа и редкая частота демонстративного типов также не противоречат нашим наблюдениям: раздражительность, характерная для лиц возбудимого типа, проявляется у больных с ДТЗ нечасто и носит, как правило, не личностный, а временный характер в начале заболевания.

Литература

1. Будневский А. В., Припутневич Д. Н., Куташов В. А., Кравченко А. Я. Гипотиреоз и депрессия: психосоматические взаимоотношения. Воронеж: ВГМУ. - 2016. - 140 с.
2. Белкин А. И. Психические нарушения при заболеваниях щитовидной железы. (Клиника, патогенез, лечение): Автореф. дис. д-ра мед. наук. - М., 1968. - 42 с.
3. Sinitsina J. V., Kotova S. M., Tochilov V. A., Khetagurova F. K. Psychoemotional status features in patients with thyroid gland pathology // Russian Family Doctor. - 2014. - Vol. 18. - N. 3. - P. 35-41.

Современный взгляд на связь функции щитовидной железы с психологическими особенностями человека

Абубакирова Э.И., Гарипова М.И.

Уфимский университет науки и технологий

В современном мире все более актуальными становятся исследования, связанные с асоциальным поведением подростков. В условиях экономической нестабильности, когда происходит расслоение общества по материальному положению, изменяется качество жизни, возникают предпосылки для формирования агрессивных и антисоциальных действий. Одно из направлений исследования агрессии связано с изучением роли гормональных влияний на преступное и агрессивное поведение. Еще в 1928 году американский ученый М. Шлапп, изучавший эндокринную систему преступников, выяснил, что треть обследованных им заключенных страдают эмоциональной неустойчивостью, связанной с заболеваниями желез внутренней секреции. Гормоны щитовидной железы играют важную роль в психических расстройствах, процессах психической адаптации и дезадаптации. Показано, что, помимо участия в патогенезе депрессивных расстройств, тиреоидные гормоны могут быть связаны с криминальным поведением. Так, предполагается, что повышенный уровень трийодтиронина (Т3) и пониженный уровень тироксина (Т4) связаны с расстройствами личности и криминальностью. В исследовании Stalenheim показано, что преступники-рецидивисты имеют повышенный уровень Т3 в сыворотке крови и пониженный уровень свободного Т4 по сравнению с нерацидивистами и контролем, а также уровень Т3 у рецидивистов коррелирует с расстройствами личности и агрессивными чертами личности. В экспериментах на мышах показано, что введение 10 мкг тиреотропин-релизинг в мозг вызывает существенное снижение аффективной агрессии. При исследовании подростков с расстройствами поведения обнаружена связь между повышенным уровнем свободного трийодтиронина с беспокойностью и импульсивностью. В исследовании Sinai C. et al. показана ассоциация повышенной агрессивности с низким соотношением Т3/Т4 у лиц, предпринимавших попытки суицида. В то же время есть данные, что у мужчин, но не у женщин, наоборот, высокое соотношение Т3/Т4 стойко ассоциировано с высокими значениями агрессивности.

Таким образом, несмотря на многочисленные исследования, в целом, роль тиреоидных гормонов в агрессии остается неясной.

Исходя из актуальности, представленной выше проблематики, целью данного исследования стало определение уровня тироксина, трийодтиронина и тиреотропного гормона, оценка психологических особенностей агрессивного поведения у девиантных подростков.

Нами была обследована группа несовершеннолетних правонарушителей, юношей в количестве 33 человека, чей средний возраст составил $15,1 \pm 1,21$ лет. Все они неоднократно задерживались в состоянии алкогольного

опьянения, совершали правонарушения различной степени тяжести и были поставлены на учёт в комиссиях по делам несовершеннолетних в связи с агрессивным поведением. Психологическое исследование проводилось с использованием опросника Басса-Дарки, позволяющего оценивать различные формы проявления агрессивности. Все подростки были разделены на 2 группы по степени агрессивности: 1 группа - подростки с низким уровнем агрессивности (индекс агрессивности 12-21), n = 18, и 2 группа - подростки с высоким уровнем агрессивности (индекс агрессивности 22–31), n = 15. Для определения уровня гормонов в сыворотке крови использовался метод иммуноферментного анализа с помощью стандартных наборов фирмы «Вектор-Бест», результаты регистрировались на автоматическом спектрофотометре «Eрoch» производства BioTek Instruments Inc., США. Статистический анализ результатов осуществлен с помощью пакета программ SPSS 11.0 для Windows. Для проверки на нормальность распределения использован критерий Шапиро-Вилка. Нормально распределенные данные представлены в виде среднее (m) ± ошибка среднего (M), для их сравнения использовался критерий Стьюдента. Данные, не подчиняющиеся нормальному распределению, представлены в виде медианы (25-75 % квартили), такие данные сравнивались с помощью критерия Манна-Уитни. Исследование было проведено в соответствии с Хельсинской декларацией по правам человека.

Результаты анализа проявлений агрессивности на основе опросника Басса–Дарки представлен. Индекс агрессивности у подростков первой группы составил 19 (15-21) баллов, у подростков второй группы составил 27 (23-28) баллов. Показатель индекса агрессивности, на основе которого проведено разделение двух групп, складывается из значений баллов по шкалам физическая агрессия, вербальная агрессия и раздражение. Соответственно из таблицы видно, что показатели физической агрессии, вербальной агрессии и раздражения у подростков второй группы значительно превышают таковые у подростков первой группы. Кроме того, подростки с высоким индексом агрессивности также имеют более высокие значения по всем остальным шкалам, за исключением косвенной агрессии, различий в которой между исследуемыми группами выявлено не было.

Результаты исследования тиреоидных гормонов согласуются с данными Martin Holtmann, которые обнаружили повышение ТТГ в группе детей с расстройствами поведения. Авторы предполагают, что скрытый гипотиреозидизм играет существенную роль в развитии нарушений поведения у детей и подростков и в возможности развития у них в будущем биполярного расстройства. Однако необходимо отметить, что полученные нами различия слишком малы, чтобы делать вывод о наличии скрытого гипотиреозидизма или возможной ассоциации повышенного уровня ТТГ с агрессивностью. Для повышения достоверности полученных результатов необходимы дополнительные исследования, расширение групп исследования и сравнение с группой здоровых волонтеров.

Исследование показало, что подростки с девиантным поведением характеризуются высоким уровнем враждебности, направленностью агрессии на конкретные объекты в целом. При этом среди них можно выделить две группы: часть подростков имеет более высокий индекс агрессивности, склонны к быстрой реализации агрессивных тенденций, другая же часть более пассивна, такие подростки не склонны проявлять агрессию во вне, однако легко попадают под влияние группы, лидера. Выделенные группы различаются по уровню тиреотропного гормона, однако для верификации полученного результата требуется продолжение исследований.

Литература

1. Будневский А. В., Припутневич Д. Н., Куташов В. А., Кравченко А. Я. Гипотиреоз и депрессия: психосоматические взаимоотношения. Воронеж: ВГМУ. - 2016. - 140 с.
2. Гаврилова В.А., Аболонин А.Ф., Иванова С.А., Бохан Н.А. Тиреоидные гормоны и психологические особенности подростков с девиантным поведением // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 11-3. - С. 495-498.
3. Sinitsina J. V., Kotova S. M., Tochilov V. A., Khetagurova F. K. Psychoemotional status features in patients with thyroid gland pathology // *Russian Family Doctor*. - North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, Saint-Petersburg, Russia. - 2014. - Vol. 18. - No. 3. - P. 35-41.

Исследование экспрессии иммуномаркера Ki-67 в ткани щитовидной железы крыс на фоне воздействия наночастиц диоксида титана

Аминев Р.Р., Федорова А.М.

Уфимский университет науки и технологий

Наночастицы диоксида титана (НЧ TiO₂) являются одними из наиболее широко используемых наноматериалов. Анатаз и рутил являются наиболее распространенными кристаллическими формами. НЧ TiO₂ широко используются в различных отраслях промышленности, таких как лакокрасочная, полиграфическая, пищевая, зубная паста, медицина и косметика, благодаря их высокой стабильности, антикоррозионным свойствам и эффективному фотокатализу.

Цель исследования: оценить клеточную пролиферацию фолликулярного эпителия щитовидной железы крыс контрольной и опытной групп в условиях эксперимента при пероральном введении наночастиц диоксида титана в течение 45 дней в дозе 10 мг/кг.

Опыт проводился на половозрелых крысах линии Non-linear albino (n=33), средняя масса тела которых 167±50 г. Контрольная группа состояла из 7 животных, которым перорально вводили дистиллированную воду. В эксперименте были задействованы следующие опытные группы: получавшие наночастицы диоксида титана в дозах 10 мг/кг (n=14) в течении 28 дней и (n=19) в течении 45 дней перорально. Животные содержались в виварии УУНиТ в стандартных условиях по 4-5 особей в клетке. Был свободный доступ к пище, а также и к питью. Манипуляции с животными, необходимые для проведения эксперимента, выполнялись в соответствии с Хельсинской декларацией 64 пересмотра (Бразилия, 2013).

Иммуногистохимическое (ИГХ) изучение проводят с целью определения гистогенеза опухоли щитовидной железы; а также для выявления признаков, отображающих степень злокачественности опухоли и присутствие сосудистой инвазии.

Для диагностики новообразований щитовидной железы используются определенные критерии, однако различие между некоторыми новообразованиями, такими как фолликулярная аденома и карцинома, может быть затруднено. Таким образом, дополнительные диагностические признаки, которые могут помочь в этом, будут иметь большую клиническую полезность. Ki-67 является ядерным антигеном, который расположен на длинном плече десятой пары хромосомы человека.

Экспрессия белка Ki-67 строго связана с пролиферацией клеток. Во время интерфазы антиген может быть обнаружен исключительно в ядре, тогда как в митозе большая часть белка перемещается на поверхность хромосом.

В настоящее время Ki-67 считается одним из наиболее перспективных маркеров для оценки активности пролиферации клеток. В клинической практике он применяется ради оценки прогностического фактора при многих разнообразных злокачественных опухолях. Тот факт, что белок Ki-67

присутствует во всех активных фазах клеточного цикла (G1, S, G2 и митоз), но отсутствует в покоящихся клетках (G0), делает его незаменимым.

Маркирует не только делящиеся клетки, но и которые готовы вступить в митотическое деление, и которые вышли из него.

Экспрессия маркера наблюдается в ядрах, об этом свидетельствует наличии окраски темно-коричневого, коричневого или светло-коричневого. Именно это позволяет оценить уровень пролиферации: слабая, умеренная или высокая интенсивность. Оценка пролиферативной активности клеток щитовидной железы с помощью маркера ki-67 выявило, что процент содержания в клетках ткани щитовидной железы маркера ki-67 у опытной группы крыс достоверно выше – $7,58 \pm 4,73\%$, при сопоставлении с контрольной группой $0,97 \pm 0,47\%$. Процент содержания в клетках опытной группы крыс маркера ki-67 составил $7,58 \pm 4,73$. По сравнению с контрольной группой идет увеличение процента примерно в 8 раз. Это может свидетельствовать о том, что идет повышение индекса пролиферации на фоне воздействия наночастиц диоксида титана.

Морфология фолликулярного эпителия щитовидной железы крыс на фоне воздействия наночастиц диоксида титана

Аминев Р.Р., Федорова А.М.

Уфимский университет науки и технологий

Наноматериалы (НМ) состоят из наночастиц, которые также известны как сверхмелкие частицы. НМ обладают особыми физико-химическими свойствами в зависимости от размера их частиц, химического состава (чистота, кристаллическая фаза, заряд), структуры поверхности, растворимости, агрегации и формы. Наночастицы диоксида титана (НЧ TiO₂) представляют собой неорганические материалы диаметром 1–100 нм. В последние годы НЧ TiO₂ нашли применение в широком спектре продуктов, в том числе в продуктах питания, зубной пасте, косметике, медицине.

Цель исследования: выявить морфологические изменения щитовидной железы крыс при пероральном введении наночастиц диоксида титана в течение 45 дней в дозе 10 мг/кг.

Опыт проводился на половозрелых крысах линии Non-linear albino (n=33), средняя масса тела которых 167±50 г. Контрольная группа состояла из 7 животных, которым перорально вводили дистиллированную воду. В эксперименте были задействованы следующие опытные группы: получавшие наночастицы диоксида титана в дозах 10 мг/кг (n=14) в течении 28 дней и (n=19) в течении 45 дней перорально. Животные содержались в виварии УУНиТ в стандартных условиях по 4-5 особей в клетке. Был свободный доступ к пище, а также и к питью. Манипуляции с животными, необходимые для проведения эксперимента, выполнялись в соответствии с Хельсинской декларацией 64 пересмотра (Бразилия, 2013).

Щитовидная железа имеет несколько долей, которые делятся благодаря прослойкам соединительнотканной капсулы, которая покрывает саму железу. Щитовидная железа у клинически здоровых крыс контрольной группы состоит из фолликулов округлой, овальной или угловатой формы. Также в дольках имеются железистые клетки, которые можно подразделить на структуры двух видов, таких как: фолликулы и экстрафолликулярный эпителий.

Основными паренхимными структурами являются фолликулы, они слегка вытянуты или имеют шаровидную форму. Внутри себя они содержат коллоид.

В щитовидной железе опытной группы можно заметить ряд гистологических изменений. Происходит нарушение гемодинамики, так как в соединительной ткани промеж фолликул можно заметить кровеносные сосуды маленькие или достаточно крупные. Содержание коллоида в щитовидной железе становится в разы меньше, почти не просматривается. На стадии разрушения находятся тироциты, становятся более вытянутыми. Просматриваются также во всей части щитовидной железы выраженные деструктивно-дегенеративные процессы. Происходит слущивание небольшой

части тироцитов в сторону интрафолликулярной полости. Подвергнуты разрушению вдобавок к этому и эпителиоциты межфолликулярные. Межфолликулярные эпителиоциты вдобавок подвергнуты деструкции. Менее выраженный отмечается коллоид внутри фолликулов, идет укрупнение островков парафолликулярного эпителия. Появляется все больше крупных фолликулов, также сохраняются маленькие и средние, но их численность уже не так велика, как ранее. Это может свидетельствовать о начале атрофических процессов.

Изучение гистологических и морфометрических особенностей щитовидной железы крыс на фоне перорального введения наночастиц TiO₂ в течение 45 дней в дозе 10 мг/кг выявило уменьшение содержания коллоида, уменьшение высоты фолликулярного тироцита, появляется больше крупных фолликулов, кровеносные сосуды становятся крупнее и появляются на гистологических препаратах гораздо чаще, часть тироцитов слущивается в интрафолликулярную полость.

Цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.): биология, химический состав, получение и применение

Амирханова Э.Э.

Уфимский университет науки и технологий

Цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.) – многолетнее травянистое растение из семейства Астровые (Asteraceae), произрастающее на территории умеренного и тропического климата Евразии. Вид культивируется в лекарственных целях, поскольку экстракты надземной и подземной частей обладают иммуномодулирующей, гепатопротекторной и противовоспалительной активностью (Лепанова И.А., Ферубко Е.В., 2021).

C. intybus - наиболее распространенный вид на территории России. Данный вид используется для экспериментов по микроклональному размножению для введения в *in vitro* культуру, а также в качестве пищевого и лекарственного растения.

Род *Cichorium* включает 8 видов, из которых два культурных (цикорий обыкновенный и цикорий салатный) и около шести диких, произрастающих на территориях от побережья Белого моря до побережья Черного моря, от Балтики до Тихоокеанского побережья России.

В зависимости от условий произрастания *C. intybus* может достигать до 1,5 м высотой. Стебель растения опушенный, прямостоячий, окутанный короткими жесткими волосками. Во всех органах растения содержатся млечники.

Корневая система – стержневая, уходит в землю на 150 см.

Прикорневые листья выемчато-перистораздельные, с крупной верхушечной долей, суженные у основания в черенок; стеблевые – сильно уменьшенные, по краю зубчатые; верхушечные – цельнокрайные.

Соцветия – корзинки, расположенные одиночно на верхушках ветвей, в пазухах верхних листьев с голубыми цветками. Венчик голубого, реже белого или розового цвета, язычковый, около 2,5 см длиной (Сайбель О.Л., Радимич А.И., 2020).

Формула цветка: *K(0) C(5) A(5) G(2). Период цветения: с июня по сентябрь.

Плод – продолговатая, светло-коричневая 3-5-гранная семянка, около 3 мм длиной

Цикорий содержит большое количество фенольных соединений – кофейную, хлорогеновую, цикориювую кислоты, флавоноиды, оксикумарины, а также аскорбиновую кислоту, тиамин, рибофлавин. В экстрактах надземной и подземной частей обнаружены антоцианы, каротиноиды (Теселкина А.Д., Корожан Н.В., 2016).

В результате изучения химического состава микроклонов, полученных после введения цикория в культуру, методом ВЭЖХ, было установлено, что определенные вторичные метаболиты накапливаются только у растений, выращенных в условиях *in vitro*.

Имеются сведения об использовании цикория в качестве источника получения биологически активных веществ. В ходе фитохимического анализа надземной части дикорастущего растения обнаружено, что преобладающей группой веществ являются гидроксикумарины. В культивируемой популяции идентифицированы производные гидроксикоричных кислот. Таким образом, данный вид является перспективным источником фармацевтических субстанций с различным фармакологическим действием (Теселкина А.Д., Корожан Н.В., 2016).

Группой исследователей методом жидкостной хроматографии в настое травы цикория было обнаружено, что цикориевая кислота составляет 30% от суммарного содержания фенольных соединений. Лютеолин-7-О-глюкозид и лютеолин гликозид неустановленной структуры составляют около 35% от общего содержания флавоноидов (Сайбель О.Л., Радимич А.И., 2020).

Отличительной особенностью химического состава корней цикория является присутствие высокомолекулярного полисахарида – инулина. Интересным для изучения представляются источники, метаболизм в растениях и применение инулина (Некрасова Д.А., 2020).

Полимерность инулина в растениях семейства Астровые

Амирханова Э.Э.

Уфимский университет науки и технологий.

Инулин представляет собой полимер, состоящий из нескольких остатков фруктозы (от 10 до 36) в форме фуранозы. Данный полисахарид является вторым по распространенности после крахмала запасным углеводом у растений и наиболее характерен для представителей семейств Asteraceae и Campanulaceae (Schorr-Galindo, Guiraud, 1997).

Полимерность инулина является одной из его важных характеристик. Инулин представляет собой полисахарид, который состоит из множества молекул глюкозы, связанных между собой специальными химическими связями.

Основным источником инулина являются корни и клубни растений семейства Астровые, таких как топинамбур, цикорий, артишок и др. В этих растениях инулин служит запасным питательным веществом, которое используется в периоды недостатка питания (Боков, Бессонов, 2021).

Полимерность инулина может варьировать в зависимости от типа растения и условий его выращивания. Обычно полимерность инулина составляет от 10 до 20 тысяч молекул глюкозы. Однако, в некоторых случаях, она может достигать более чем 100 тысяч молекул глюкозы.

Высокая полимерность инулина обеспечивает ему ряд полезных свойств. В частности, благодаря этому инулин не усваивается в кишечнике человека и не вызывает повышения уровня глюкозы в крови. Также, инулин является пребиотиком, который способствует развитию полезных бактерий в кишечнике и улучшает работу пищеварительной системы (Теселкина, Корожан, 2016).

В целом, полимерность инулина является важным фактором, определяющим его свойства и применение в пищевой промышленности и медицине.

Наиболее эффективные методы для определения полимерности инулина по результатам анализа литературы:

Метод гель-фильтрации на колонках. Этот метод основан на разделении молекул инулина по размеру на колонке с порами различного диаметра. Большие молекулы инулина не пройдут через поры меньшего диаметра, а меньшие молекулы инулина пройдут через поры большего диаметра. После прохождения через колонку молекулы инулина обнаруживаются детектором, и получается распределение молекул инулина по размеру. Этот метод позволяет определить среднюю молекулярную массу и полимерность инулина (Saengkanuk, A., et al, 2011)

Электрофорез в полиакриламидных гелях. Этот метод основан на разделении молекул инулина по размеру и заряду в электрическом поле. Молекулы инулина помещаются в полиакриламидный гель, который содержит градиент концентрации мочевины. При применении

электрического поля молекулы инулина перемещаются в геле в зависимости от их размера и заряда. После окончания электрофореза молекулы инулина обнаруживаются детектором, и получается распределение молекул инулина по размеру и заряду. Этот метод позволяет определить среднюю молекулярную массу и полимерность инулина (Vendrell-Pascuas S., et al. 2002).

Масс-спектрометрия. Этот метод основан на измерении массы молекул инулина. Молекулы инулина ионизируются в масс-спектрометре, а затем разделены по массе. Полученный спектр масс позволяет определить массу каждой молекулы инулина. Этот метод позволяет определить точную молекулярную массу и полимерность инулина.

Определение полимерности инулина является важным параметром для его использования в пищевой промышленности и медицине. Для этого используются методы гель-фильтрации на колонках, электрофорез в полиакриламидных гелях и масс-спектрометрия. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки, и выбор метода зависит от конкретной задачи (Vendrell-Pascuas, S. et al. 2002).

Выводы:

1) Большинство полисахаридов, инулин является полимером, то есть молекула инулина состоит из множества мономерных единиц, которые связаны между собой химическими связями. Полимерность инулина может варьироваться в зависимости от источника его получения и методов очистки.

2) Инулин, полученный из корней цикория, обычно имеет более высокую полимерность, чем инулин, полученный из корней топинамбура. В целом, полимерность инулина может варьироваться от нескольких десятков до нескольких тысяч мономерных единиц.

3) Инулин имеет ряд полезных свойств для организма, таких как регулирование уровня глюкозы в крови и поддержание здоровой микрофлоры кишечника.

Изучение редких наследственных заболеваний соединительной ткани

Апкадинова А.Г., Надыршина Д.Д., Хусаинова Р.И.

Уфимский университет науки и технологий

Дисплазия соединительной ткани - собирательный диагноз, который характеризует нарушение формирования соединительной ткани. Такое расстройство обусловлено наличием мутаций в определенных генах.

Соединительная ткань представлена клетками, волокнами (коллагеновыми и эластическими), межклеточным веществом. Этот вид ткани выполняет многообразные функции и участвует в построении многих органов и систем – стромы (каркаса) внутренних органов, стенок сосудов, хрящей и костей, крови.

Под термином «дисплазия» понимают расстройство формирования какой-либо структуры. В нашем случае - соединительной ткани. Это врожденное состояние, в основе которого лежит возникновение мутации генов, отвечающих за развитие составляющих соединительной ткани.

Дифференциальная диагностика наследственных заболеваний соединительной ткани затруднена в связи с выраженным клиническим полиморфизмом и схожестью клинических проявлений при различных болезнях данной группы. Точный диагноз наследственного заболевания может быть установлен на основании молекулярно-генетического обследования, что в свою очередь позволит своевременно осуществить выбор тактики ведения пациента и предотвратить развитие тяжелых осложнений, возникающих при отсутствии поддерживающей терапии.

Редкие наследственные заболевания скелета гетерогенны по этиологии, возрасту манифестации и тяжести поражения. Основным условием редкости патологии является частота встречаемости менее 1:200 000 случаев.

Скелетная дисплазия «Кольцевые поражения свода черепа » (Calva ring doughnut lesions with bone fragility) – это чрезвычайно редкое генетическое заболевание с аутосомно-доминантным типом наследования, характеризующееся низкой минеральной плотностью костной ткани (МПКТ), множественными костными переломами, начинающимися в детстве, и склеротическими очагами в виде пончика в костях свода черепа. У некоторых пациентов отмечается более тяжелое течение заболевания, сопровождающееся неонатальными переломами костей, выраженной низкорослостью и спондилометафизарной дисплазией.

К настоящему времени в литературе представлены клинико-генетические характеристики 15 пациентов с КСПЧ в возрасте от 6 до 85 лет из 8 семей. Известно три патогенных варианта в гетерозиготном состоянии в

гене SGMS2, обнаруженные у этих пациентов. В 6 семьях заболевание было обусловлено наличием нонсенс-варианта с.148C>T(p.Arg50Ter) и в двух-миссенс-вариантами p.Ple62Ser или Met64Arg, соответственно.

С целью поиска структурных изменений у пациентов с наследственными заболеваниями соединительной ткани мы провели анализ ДНК образцов 28 больных с неподтвержденными заболеваниями соединительной ткани.

В результате поиска мутаций у больных с наследственными заболеваниями соединительной ткани была выявлена мутация с.148C>T, p. Arg50* в гене SGMS2 у одного больного башкирской этнической принадлежности. Клинически пациентка 30-ти лет, у которой первый перелом правой бедренной кости был обнаружен вскоре после рождения, повторный перелом той же кости случился в год. В течение жизни зарегистрированы множественные переломы верхних и нижних конечностей (около 20), с 17 до 20 лет получала курсовое лечение бисфосфонатами. В 24 года выполнена коррегирующая остеотомия с металлоостеосинтезом пластиной LCP большеберцовой кости.

В настоящее время установлены металлоконструкции бедер и голеней (в возрасте 25 и 26 лет), переломы костей стоп регулярно продолжаются. На фоне перерыва в терапии бисфосфонатами отмечает нарастание болевого синдрома в костях, не связанного с физической нагрузкой. В 2019 году возобновлена терапия памидроновой кислотой, на тот момент выраженность болевого синдрома была максимальная, показатель Z-критерия поясничного отдела позвоночника по данным денситометрии составил -2,4. На фоне терапии пациентка отмечала уменьшение выраженности болевого синдрома, также в динамике нарастает МПКТ, в различные периоды показатель Z-критерия варьировал от 0,3 до 1,4. Помимо бисфосфонатов, в период с ноября 2019 по ноябрь 2020 пациентка получала Тирепаратид в стандартной дозировке. После ноября 2021 года был перерыв в лечении бисфосфонатами, связанный с пандемией коронавирусной инфекции. С начала 2022 года пациентка отмечает рецидив болевого синдрома, несмотря на сохранившиеся нормальные показатели МПКТ (Z=0,8). Лечение памидроновой кислотой было возобновлено, с положительным терапевтическим эффектом.

При проведении рентгенографии черепа в правой боковой проекции в возрасте 30-ти лет диагностированы склеротические поражения в проекции лобно-теменных, височных костей, максимальными размерами в проекции венечного шва. Эти данные были подтверждены компьютерной томографией костей черепа. Рентгенологическое обследование груднопоясничного отдела позвоночника позволило обнаружить двояковогнутую форму позвонков и

клиновидную деформацию тел позвонков на всем уровне груднопоясничного отдела позвоночника (рис. 2). При проведении скинтиграфии костей скелета в апреле 2020 года не было выявлено метаболически активных зон, которые зачастую выявляются у пациентов с несовершенным остеогенезом, даже вне зон перелом и костных мозолей.

При осмотре пробанда обращал на себя внимание низкий рост – 150 см (-2.02 SD), сколиоз груднопоясничного отдела позвоночника 2 степени, асимметрия грудной клетки, деформация конечностей и ограничение движений в левом локтевом суставе после переломов, укорочение левой нижней конечности на 2 см. Обнаружен неправильный рост зубов с желтоватым оттенком эмали. Отмечался серый оттенок склеры глаз. На голове в области лобно-теменных костей пальпировалось костное плотное образование.

У матери пробанда так же был выявлен низкий рост – 149 см (-2.02 SD), множественные костные уплотнения костей черепа при пальпации. Из анамнеза известно, что в течение всей жизни отмечался единственный перелом правой бедренной кости, возникший в возрасте 48 лет, и периодически беспокоят сильные боли в разных отделах позвоночника. У пациентов из этой семьи никогда не было параличей нервов и другой неврологической или офтальмологической патологии.

К настоящему времени в литературе представлены клинико-генетические характеристики 15 пациентов с КСПЧ в возрасте от 6 до 85 лет из 8 семей. Известно три патогенных варианта в гетерозиготном состоянии в гене SGMS2, обнаруженные у этих пациентов. В 6 семьях заболевание было обусловлено наличием нонсенс-варианта с.148C>T(p.Arg50Ter) и в двух-миссенс-вариантами p.Leu62Ser или Met64Arg, соответственно.

Таким образом, в результате поиска мутаций у больных с наследственными заболеваниями соединительной ткани в гене SGMS2 была обнаружена мутация с.148C>T, p. Arg50* у одного пациента башкирской этнической принадлежности с кольцевыми поражениями свода черепа, которая привела к аутосомно-доминантному типу наследования.

Изменение концентрации пероксидов в сыворотке крови экспериментальных животных при введении акриламида

Ахмадеев А.Р., Каримов Д.О., Репина Э.Ф., Байгильдин С.С., Хустнутдинова Э.Ф., Смолянкин Д.А.

ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека»

Акриламид был впервые обнаружен французским химиком и врачом Луи Камиля Майяром в 1912 году, в ходе реакции нагревания аминокислот таких как аспарагин с образованием акриловой кислоты и последующим восстановлением сахарами такими как глюкоза, в дальнейшем этот процесс, был назван реакцией Майяра (2). Международное агентство по изучению рака (IARC) в 1994 году отнесло акриламид к вероятным канцерогенам 2А группы (3).

Ghorbel I было показано, что прооксидантный эффект акриламида изменяет целостность и пластичность мембран в клетках взрослых крыс за счет образования активных форм кислорода. Одной из самых распространённых активных форм кислорода являются пероксиды (1).

Исследования выполнены на белых аутбредных крысах самцах с исходной массой тела 189-194 г. Крыс методом случайной выборки разделили на группы и содержали в клетках по 6 особей при температуре воздуха $21 \pm 1^\circ\text{C}$.

1 группа (К-) – отрицательный контроль;

2 группа (К+) – положительный контроль (только акриламид);

3 группа (МГ-1) – коррекция комплексным соединением оксиметилурацила с аскорбиновой кислотой;

4 группа (МГ-2) – коррекция комплексным соединением оксиметилурацила с сукцинатом натрия;

5 группа (МГ-10) – коррекция комплексным соединением оксиметилурацила с ацетилцистеином.

В качестве токсиканта использовали 0,2 % водный раствор акриламида. Через 1 час после комплексных соединений внутривенно вводили акриламид в дозе 20 мг/кг массы тела.

Для определения концентрации пероксидов в сыворотке у экспериментальных животных были использованы наборы реагентов «PerOx» (Immunodiagnostik).

При анализе концентрации пероксидов в сыворотке крови экспериментальных животных, получавших акриламид в течении 3 месяцев статически значимых различий найдено не было ($F=1,249$; $p=0,317$). Максимальные значения концентрации пероксидов в сыворотке крови были обнаружены у животных в группе положительного контроля ($18,54 \pm 3,61$ мкмоль/л). Средние значения уровня пероксидов были зарегистрированы в следующих группах: у животных которым вводили МГ-2 ($13,54 \pm 1,50$ мкмоль/л), у животных, получавших МГ-1 ($12,08 \pm 3,03$ мкмоль/л) и у животных на которых испытывали МГ-10 ($11,83 \pm 5,05$ мкмоль/л).

Минимальные содержания пероксидов в сыворотке крови наблюдали у животных из группы отрицательного контроля ($8,65 \pm 2,88$ мкмоль/л).

Литература

1. Ghorbel I, Elwej A, Fendri N, Mnif H, Jamoussi K, Boudawara T, Grati Kamoun N, Zeghal N. Olive oil abrogates acrylamide induced nephrotoxicity by modulating biochemical and histological changes in rats. *Ren Fail.* 2017 Nov;39(1):P 236-245..
2. Maillard, L.C. (1912) Formation of Melanoidins in a Methodical Way. *Comptes Rendus*, 154, 66-68.
3. Mottram, D.S. Food chemistry: acrylamide is formed in the Maillard reaction / D.S. Mottram, B.L. Wedzicha, A.T. Dodson // *Nature*. – 2002. - V. 419. - issue 6906. – P. 448.

Воздействие антропогенных факторов на экосистемы: вызовы и возможности для устойчивого развития

Ахмедьянов Д.В., Ишбирдин А.Р.

Уфимский университет науки и технологий

Экосистемы являются жизненно важными компонентами нашей планеты, обеспечивающими жизнедеятельность и благополучие для всех форм жизни, включая человека. Однако, современное общество сталкивается с рядом вызовов, связанных с антропогенным воздействием на экосистемы. Антропогенные факторы, такие как индустриализация, урбанизация, загрязнение, изменение землепользования и потребление природных ресурсов, имеют непосредственное и иногда разрушительное влияние на структуру и функционирование экосистем. В данной статье мы рассмотрим эти вызовы и поисковые возможности для достижения устойчивого развития, сохранения экосистемного баланса и обеспечения благополучия для будущих поколений.

Изменение землепользования. Один из наиболее серьезных антропогенных факторов, оказывающих влияние на экосистемы, - это изменение землепользования. Увеличение сельскохозяйственных площадей, вырубка лесов, урбанизация и строительство инфраструктуры приводят к разрушению и потере природных сред и их биологического разнообразия. Это влияет на экологическую целостность и функционирование экосистем, а также приводит к снижению качества почвы, эрозии и потере плодородия.

Загрязнение. Другим серьезным антропогенным фактором, оказывающим воздействие на экосистемы, является загрязнение окружающей среды. Выбросы вредных веществ в атмосферу, выбросы промышленных отходов и загрязнение водных ресурсов негативно влияют на живые организмы, регуляцию биохимических процессов и биоразнообразие. Загрязнение также может приводить к образованию "тепличных газов", таких как углекислый газ, что способствует глобальному потеплению и изменению климата.

Потребление природных ресурсов. Растущая потребность человека в природных ресурсах, таких как вода, леса, минералы и энергия, оказывает непосредственное воздействие на экосистемы. Эксплуатация этих ресурсов приводит к истощению запасов, разрушению источников пищи и жизненного пространства для многих видов, а также приводит к изменению климата и нарушению геологических процессов.

Климатические изменения. Одним из главных вызовов для экосистем являются климатические изменения, которые в значительной степени

обусловлены антропогенными факторами. Выбросы парниковых газов, таких как углекислый газ и метан, приводят к увеличению температуры Земли и изменению климатических условий. Это влияет на растительный и животный мир, вызывая изменение распределения видов, их миграцию и даже вымирание. Климатические изменения также приводят к увеличению частоты и интенсивности экстремальных погодных явлений, таких как ураганы, наводнения и засухи, что создает дополнительные вызовы для экосистем.

Возможности для устойчивого развития. Несмотря на вызовы, связанные с антропогенными факторами, существуют возможности для достижения устойчивого развития и сохранения экосистем. Применение инновационных технологий и подходов, таких как возобновляемые источники энергии, эффективное использование ресурсов, устойчивое земледелие и экологическое планирование городов, может снизить негативное воздействие на экосистемы и способствовать их восстановлению. Необходимо также развивать экологическое образование и осознанность, чтобы формировать экологически ответственное поведение и принимать во внимание экологические аспекты в принятии решений.

Антропогенные факторы оказывают значительное воздействие на экосистемы, представляя вызовы для их сохранения и устойчивого развития. Однако, понимание важности экосистем и взаимосвязи между человеком и природой, а также внедрение инновационных и устойчивых решений, могут предоставить возможности для сохранения биологического разнообразия, восстановления экосистем и обеспечения благополучия для текущих и будущих поколений. Это требует сотрудничества между государствами, общественности и научного сообщества, чтобы принять вызовы и принять меры для устойчивого развития и охраны окружающей среды.

Интегрированный подход к устойчивому развитию и охране окружающей среды: междисциплинарный взгляд на экологию и ее влияние на человечество

Ахмедьянов Д.В., Ишбирдин А.Р.

Уфимский университет науки и технологий

Эта научная статья исследует взаимосвязь между экологией, устойчивым развитием и человечеством. Она подчеркивает важность интегрированного междисциплинарного подхода к пониманию и решению экологических проблем, а также необходимость принятия мер для обеспечения устойчивого будущего планеты.

В последние десятилетия человечество столкнулось с рядом серьезных экологических проблем, таких как изменение климата, утрата биоразнообразия, загрязнение окружающей среды и истощение природных ресурсов. Эти проблемы имеют глубокое влияние на нашу жизнь, здоровье и благосостояние. Решение экологических проблем требует интегрированного подхода, который объединяет знания и методы различных дисциплин.

Междисциплинарный подход к экологии. Экология, как наука, охватывает широкий спектр дисциплин, включая биологию, географию, геологию, социологию, экономику и многие другие. Каждая из этих дисциплин вносит свой вклад в понимание экологических систем и их взаимодействия с человечеством. Например, биология помогает нам изучать взаимодействие разных видов в экосистемах и их влияние на биоразнообразие. География позволяет анализировать распределение ресурсов и изменения в использовании земли. Социология и экономика исследуют влияние человеческой деятельности на окружающую среду и возможные способы устранения негативных последствий.

Устойчивое развитие и его значение. Устойчивое развитие - это концепция, которая призывает удовлетворять текущие потребности человека, не нарушая возможности будущих поколений удовлетворять свои потребности. Он учитывает экономические, социальные и экологические аспекты развития. Устойчивое развитие требует интеграции экологических принципов в различные секторы общества, включая промышленность, сельское хозяйство, энергетику и городское планирование. Только путем применения интегрированного подхода мы сможем достичь устойчивого будущего.

Влияние экологических проблем на человечество. Экологические проблемы, такие как изменение климата и утрата биоразнообразия, оказывают прямое влияние на человечество. Изменение климата приводит к

экстремальным погодным условиям, повышению уровня морей и угрозе пищевой безопасности. Утрата биоразнообразия уменьшает доступность экосистемных услуг, таких как опыление растений и регулирование климата, что приводит к негативным последствиям для сельского хозяйства и общего благосостояния человечества.

Роль интегрированного подхода в решении экологических проблем. Интегрированный подход к экологическим проблемам позволяет нам оценить и понять их сложность и взаимосвязи между различными факторами. Он помогает нам разрабатывать стратегии и политики, основанные на научных данных и учитывающие потребности различных общественных секторов. Например, интегрированный подход может включать учет экономических, социальных и экологических факторов при разработке программы устойчивого городского развития или стратегии управления водными ресурсами.

Интегрированный подход к экологии и устойчивому развитию играет важную роль в понимании и решении экологических проблем, с которыми мы сталкиваемся в настоящее время. Междисциплинарный подход объединяет знания и методы различных дисциплин, чтобы обеспечить комплексное и глубокое понимание экосистем и их взаимодействия с человечеством. Только путем применения такого подхода мы сможем достичь устойчивого будущего, сохранить богатство природы и обеспечить благосостояние для нас самих и будущих поколений.

Исследования беспозвоночных (Arthropoda) подмора бортовых пчелиных семей заповедника «Шульган-Таш» (Башкортостан)

Бакалов В.С.

Уфимский университет науки и технологий

В гнезде медоносных пчёл в бортях обитает множество беспозвоночных, большинство которых живёт на дне борти, в отходах пчелиной семьи – подморе. Было исследовано 89 проб подмора из бортей и одна проба – из бортового веника. Из них 70 проб – из коллекционных фондов заповедника «Шульган Таш» за 2010-2015 годы, 19 проб за 2022-2023 год – собраны самостоятельно. На основании исследования архивных фондов и собственных сборов в бортях медоносных пчёл было выявлено наличие 30 семейств из 13 отрядов, а также 30 родов и 27 видов беспозвоночных. Наиболее многочисленным по числу семейств был класс насекомых (Insecta), а из него – отряды Coleoptera (12 семейств), Hymenoptera (4 семейства), Diptera (3 семейства). Остальные отряды были представлены 1 либо 2 семействами.

Для бортовых семей пчёл были отмечены новые таксоны: 1 класс (Collembola), 2 отряда (Entomobryomorpha, Psocoptera), 2 семейства (Liposcelididae, Gracillariidae), 7 родов (Liposcelis, Ptinus, Hippodamia, Upis, Dolichovespula, Myrmica, Phyllonorycter) и 8 видов насекомых (*L. divinatoria*, *P. sexpunctatus*, *Nicrophorus humator*, *N. tredecimpunctata*, *U. ceramboides*, *D. media*, *M. rubra*, *P. issikii*). Из них 4 вида дополнили фаунистические списки заповедника «Шульган-Таш».

Согласно трофической специализации, все насекомые, обитающие в бортовых семьях медоносных пчёл, были разделены на группы: зоофаги, фитофаги, паразиты, сапрофаги и полифаги. Показано, что доминирующими группами были сапрофаги и полифаги.

Семья медоносных пчёл вместе с обитающими в ее гнезде беспозвоночными представляет собой консорцию, где главным звеном является семья медоносных пчёл. Все члены консорции связаны между собой различными типами взаимоотношений: мутуализм, комменсализм, хищничество, паразитизм.

Беспозвоночные играют важную роль в семьях медоносных пчёл. Одни виды приносят пользу, утилизируя отходы пчелиной семьи и регулируя численность вредителей, другие вредят, паразитируя на пчёлах, уничтожая запасы пчелиной семьи и расплод. Все беспозвоночные, обитающие в бортях, способны переносить болезни пчел от семьи к семье.

Полиморфизм микросателлитных локусов у сортообразцов житняка ширококолосого *Agropyron pectiniforme* Roem. et Schult башкирской селекции

Бережнева З.А.¹, Габитова А.И.², Гайнуллина К.П.¹, Низаева А.А.¹,
Кулуев Б.Р.^{1,2}

¹Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН

²Уфимский университет науки и технологий

Кормовые злаковые культуры составляют наибольшую долю в посевах кормовых многолетних трав, используемых для животноводства, на территории Республики Башкортостан. Башкирский НИИ сельского хозяйства (БНИИСХ УФИЦ РАН) в условиях Южной лесостепной зоны проводит селекцию житняка ширококолосого (*Agropyron pectiniforme* Roem. et Schult.). Житняк ширококолосый приспособлен к условиям континентального климата умеренных широт, является хорошим кормовым злаком с высоким содержанием белка. В России к настоящему времени создано множество сортов житняка, но изучение их генетического разнообразия с использованием современных методов молекулярной генетики до сих пор не применяется. SSR-анализ является часто используемым методом для оценки генетического полиморфизма кормовых злаков, но работ по данной тематике крайне мало даже в мировой научной литературе. Микросателлитный анализ используется для изучения генома житняка, однако для данной культуры используют SSR-праймеры мягкой пшеницы, основываясь на том, что пшеница является довольно близким родственником житняка, а также житняк используют для переноса полезных генов в геном мягкой пшеницы и для изучения гибридных линий мягкой пшеницы с житняком. В России до нашего исследования не проводилась генетическая паспортизация имеющихся сортов житняка с использованием SSR-праймеров, хотя на протяжении многих лет ведется изучение генетических ресурсов данной культуры. Цель работы состояла в апробации ряда SSR-праймеров (Xgwm205, Xgwm249, Xgwm271, Xgwm314 и Xgwm544), подобранных к геному пшеницы мягкой, взятых из зарубежной литературы (doi:10.1093/genetics/149.4.2007), на сортообразцах житняка ширококолосого башкирской селекции.

Материалом для исследования послужили 6 линий и 1 сорт житняка ширококолосого, которые были получены в коллекционном питомнике БНИИСХ УФИЦ РАН за последние 5 лет. Семена сортообразцов житняка проращивали в чашках Петри. ДНК выделяли из 10-дневных проростков с использованием ЦТАБ, применяя 50-70 мг гомогенизированной смеси проростков пяти растений каждого сортообразца для исключения внутрисортного полиморфизма. Конечный объем реакционной смеси для ПЦР составлял 20 мкл, 1 мкл тотальной геномной ДНК, 7,5 мкл раствора Dream Taq™ PCR Master Mix («Thermo Fisher Scientific», Литва), по 1 мкл каждого из пары праймеров («Евроген», Россия) и 7,5 мкл стерильной

деионизированной воды. ПЦР проводили в амплификаторе «Т-100» («Bio-Rad Laboratories», США), используя следующую схему амплификации: 32 цикла ПЦР, каждый из которых состоял из денатурации при 95 °С в течение 30 с, отжига при 50°С, 55°С или 60°С в течение 30 с, и элонгация при 72°С в течение 1 мин. Перовому циклу предшествовала 5-минутная денатурация при 95°С, финальная достройка при 72°С занимала 10 мин. С использованием программы PrimerSelect (DNAStar, США) была определена температура отжига для каждой пары праймеров. ПЦР с каждым образцом по каждой паре праймеров проводили не менее 3 раз. Продукты амплификации разделяли методом вертикального гель-электрофореза с использованием 10% полиакриламидного геля в камере VE-20 («Хеликон», Россия) в течение 4-6 часов при напряжении 400 В. С помощью гель-документирующей системы Gel Doc™ EZ Imager (Bio-Rad, США) были проведены визуализация и документирование полученных результатов электрофореза. В результате анализа молекулярно-генетического полиморфизма житняка ширококолосого методом SSR-ПЦР были получены данные по аллельному составу микросателлитных локусов Xgwm205, Xgwm249, Xgwm314 для 7 сортообразцов. Микросателлитный анализ локуса Xgwm205 показал множество ампликонов разного размера, отличающихся друг от друга по размерам и сочетанию различных бэндов (фрагментов ДНК) у каждого сортообразца. Анализ локуса Xgwm249 показал образование меньшего числа ампликонов, которые полностью не совпадали между разными образцами житняка. ПЦР-анализ локуса Xgwm314 показал практически по одному ампликону, которые совпадали у образцов 29811-29812 и 51663-53547, но у линии 53547 амплифицировалось два продукта ПЦР в данном локусе. По локусам Xgwm271 и Xgwm544 ПЦР не прошла и ни одного ампликона не образовывалось. Исходя из полученных результатов, можно предположить, что лучшими SSR-маркерами для сортообразцов житняка являются Xgwm205 и Xgwm249, так как именно они давали наибольшее число полиморфных ампликонов при ПЦР. Однако, нам не удалось добиться успешной амплификации локусов Xgwm271 и Xgwm544, что могло быть связано с тем, что все использованные нами праймеры были изначально подобраны к геному мягкой пшеницы и вероятно данные два локуса не подходят для SSR-анализа житняка, по крайней мере для линий местной селекции БНИИСХ УФИЦ РАН

Таким образом, в результате проведенных исследований сорта и линий житняка ширококолосого было выявлено, что для генетической паспортизации наиболее эффективны SSR-маркеры Xgwm205 и Xgwm249.

Работа выполнена в рамках государственного задания №122030200143-8 при поддержке гранта Минобрнауки РФ (соглашение № 075-15-2021-549 от 31 мая 2022 г.).

Териофауна г. Уфы и пригородов по данным из INaturalist

Бикмухаметов А.Р.

Уфимский университет науки и технологий

В настоящее время биологи и любители природы широко пользуются веб-сайтом INaturalist [<https://www.inaturalist.org>], на котором размещаются с точной географической привязкой фотографии растений и животных. База данных INaturalist постоянно пополняется, поэтому ее можно использовать для уточнения фаунистического состава млекопитающих и распределения видов в г Уфе и пригородах.

По данным INaturalist наибольшее таксономическое разнообразие, среди млекопитающих, представлено грызунами (Rodenta) – в городской и пригородных зонах г. Уфы было замечено 11 видов грызунов. Наибольшее таксономическое разнообразие, среди грызунов г. Уфы, представлено хомяковыми (Cricetidae) – 6 видов. На 2-ом месте по таксономическому разнообразию идут мышинные (Muridae) – 3 вида, за ними следуют беличьи (Sciuridae) – 2 вида. Наименьшим разнообразием, среди грызунов г. Уфы, отличаются бобровые (Castoridae) – всего 1 вид. На 2-ом месте, по таксономическому разнообразию среди отрядов, находятся хищные (Carnivora), представленные в г. Уфе 6 видами, 4 из которых – представители семейства куньи (Mustelidae), а 2 - представители семейства псовые (Canidae). На 3-ем месте – насекомоядные (Insectivora), представленные в г. Уфе 2 видами землеройковых (Soricidae), 1 видом кротовых (Talpidae) и 1 видом ежевых (Erinaceidae)

Таксономическое разнообразие парнокопытных (Artiodactyla) и рукокрылых (Chiroptera), в г. Уфе представлено одинаковым количеством видов - 3 вида парнокопытных (2 – олени (Cervidae), 1 – свиньи (Suidae) и 3 вида рукокрылых, принадлежащих к семейству гладконосых (Vespertilionidae). Наименьшее таксономическое разнообразие в г. Уфе имеют зайцеобразные (Lagomorpha), представленные в нашем городе всего 2 видами семейства заячьи (Leporidae). Распределение большинства видов, отмеченных в городских и пригородных зонах г. Уфы, носит скорее случайный (диффузный) характер, чем групповой (агрегированный) или равномерный (регулярный).

Согласно данным INaturalist, большинство млекопитающих, встречающихся в г. Уфе, концентрируется в его парковых и лесопарковых зонах, а также в пригородах, поскольку в этих местах имеются биотопы, более-менее пригодные для жизни тех или иных видов. Так, самый часто наблюдаемый в городе вид – обыкновенная белка (*Sciurus vulgaris*), чаще

всего встречается в парковых и лесопарковых зонах, где много деревьев. Другие виды, часто встречающиеся в городе (наблюдавшиеся 10 раз и более), в том числе и южный ёж (*Erinaceus romanicus*) - 2-ое по наблюдаемости млекопитающее г. Уфа, чаще всего наблюдались в пригородных зонах Уфы. Исключение составляет только европейский крот (*Talpa europea*), который одинаковое количество раз наблюдался в лесопарковых и пригородных зонах.

Среди менее часто встречающихся видов (наблюдались менее 10 раз), большинство наблюдалось также в пригородных зонах. Заяц-беляк (*Lepus timidus*) и лесная куница (*Martes martes*) наблюдались в лесопарковых зонах. Двухцветный Кожан (*Vespertilio murinus*) и Северный Кожанок (*Eptesicus nilssonii*), чаще всего наблюдались в городских застройках, поскольку рукокрылые – скрытные ночные существа, которым необходимо убежище. Также, в зоне городской застройки были замечены горностаи (*Mustela erminea*) и лесной хорёк (*Mustela putorius*), но, поскольку куньи - не частые гости в городах, их появление скорее всего связано либо с тем, что животные случайно забрели в город, либо с бешенством, либо с поиском добычи. В случае с хорьком, вполне возможно, что это было домашнее животное, сбежавшее от хозяев.

Преобладающей таксономической группой млекопитающих г. Уфа являются грызуны (*Rodenta*), поскольку представители этого отряда часто обладают крайне высокими плодовитостью и адаптивностью, а также способностью осваивать любые места обитания. Представителем грызунов является самое часто встречающееся млекопитающее нашего города – обыкновенная белка (*Sciurus vulgaris*).

В плане пространственного распределения, большинство видов млекопитающих наблюдалось в пригородных зонах нашего города. Скорее всего, это связано с тем, что эти зоны меньше всего затронуты деятельностью человека. В то же время, наиболее часто наблюдаемое млекопитающее нашего города – обыкновенная белка (*Sciurus vulgaris*), чаще всего встречается в парковых и лесопарковых зонах, и это связано в первую очередь с тем, что, в данных местах, лесопосадки состоят преимущественно из хвойных деревьев, а также с тем, что животных подкармливают посетители парков и лесопарков.

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее пригодной для жизни млекопитающих в г. Уфе является пригородная зона, так как она сохраняет практически все черты естественных биоценозов, и, кроме того, имеет минимальный фактор беспокойства, в лице присутствия людей.

Влияние прогестерона на родительский инстинкт крыс линий Wistar в стрессовой ситуации

Буянова А.А., Шамсутдинова Дилара А., Шамсутдинова Динара А., Садрутдинова И.И.

Уфимский университет науки и технологий

Послеродовая депрессия — это аффективное расстройство, базирующееся на изменении гормонального фона и неспособности «принять» роль матери. По современным данным, у 17% «молодых мам», не входящих в группу риска, развивается послеродовая депрессия (Chamgurdani et al., 2020). Это негативно сказывается на качестве будущего поколения и обществе в целом. Анализ литературных данных показал, что прогестерон оказывает антидепрессивный эффект, т.е. препарат может снизить риск развития заболевания (Иванова и др., 2018).

Цель работы: оценить влияние прогестерона на материнскую реакцию крыс линии Wistar в стрессовых условиях.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись половозрелые самки крыс линии Wistar ($m=200-220$ гр.), разделенные на контрольную ($n=10$) и опытную ($n=10$) группы. Стресс моделировали ярким светом (Dobryakova et al., 2011). Экспериментальной группе с 1-го по 3-й день опыта внутримышечно вводили прогестерон в дозе 0,5 мг/кг (Molina-Hernández and Téllez-Alcántara, 2001). Тест «открытое поле» использовался для количественной оценки материнской реакции. Опыт проводили с 6-го по 8-й день после родов, день родов – 0-й день. Первый запуск самки осуществлялся при красном свете и в течение 120 сек. фиксировали параметры локомоторной активности (пробег, количество отходов от стенки поля, количество стоек, груминг), затем самку отсаживали на 60 сек. На втором этапе в течение 120 сек. оценивали материнскую реакцию самки в условиях красного света: латентный период первого подхода и переноса, общее количество подходов и переносов. Затем самку отсаживали на 60 сек. Во время третьего запуска оценивали параметры родительского поведения при ярком свете, длительность запуска 120 сек. Все этапы эксперимента повторяли без изменений во второй и третий дни опыта (Dobryakova et al., 2011). Полученные данные обрабатывали в программе «STATISTICA» v.7.0 (Stat Soft Inc., США).

Результаты. В ходе работы установлено, что при красном свете опытная группа чаще совершала подходы к детенышу: показатель числа подходов к концу эксперимента у опытной группы составлял $3,58 \pm 0,04$, а у контрольной группы - $3,08 \pm 0,45$ ($p < 0,05$). При стрессе к 3-му дню эксперимента мы наблюдали увеличение количества переносов детеныша у опытной группы по сравнению с контрольной группой: $4,13 \pm 0,06$ и $3,68 \pm 0,37$, соответственно ($p < 0,05$), т.е. препарат положительно влияет на материнское поведение. Показатели латентного периода первого подхода и переноса снижались к 3-му дню опыта, т.е. препарат не влияет на

способность к адаптации и обучению ($p < 0,05$). К концу тестирования показатель пробега у опытной группы составлял $4,51 \pm 0,14$, а у контрольной группы - $4,45 \pm 0,13$. В целом же, прогестерон не оказал достоверного влияния на двигательную активность. Анализ груминга показал позитивное влияние препарата на эмоциональное состояние самки ($p < 0,05$).

Таким образом, прогестерон улучшает материнскую реакцию у крыс Wistar, при этом препарат не влияет на локомоторную активность, обучение и адаптацию.

Литература

1. Иванова Г.П., Горобец Л.Н., Литвинов А.В., Буланов В.С., Василенко Л.М. Роль прогестерона и его метаболитов в регуляции функций головного мозга // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. - 2018. - № 118. – Т. 5. – С. 129-137.
2. Chamgurdani F. Karami, Barkin JL, Curry CL, Mirghafourvand M. Comparison of Maternal Functioning between Iranian Mothers with and without Depressive Symptoms: A Case-Control Study // [International journal of environmental research and public health. V.17] / Res. Public Health. 2020. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32408556>
3. Dobryakova Y.V., Dubynin V.A., and Gilles van Luijtelaar The effect of haloperidol on maternal behavior in WAG/Rij rats and its consequences in the offspring // Acta Neurobiol Exp. - 2011. – V.71. – P. 339–347.
4. Molina-Hernández Miguel, Téllez-Alcántara N. Patricia Antidepressant-like actions of pregnancy, and progesterone in Wistar rats forced to swim // Psychoneuroendocrinology. 2001. V.26. № 5. P. 479–491.

Отсутствие мутаций в «горячих точках» в экзонах 9 и 20 гена P1K3CA при раке желудка в популяциях Республики Башкортостан

Ващенко В.И., Нургалиева А.Х.

Уфимский университет науки и технологий

Рак желудка – злокачественная опухоль, развивающаяся из клеток эпителия слизистой оболочки желудка.

Ежегодно диагностируется почти один миллион новых случаев рака желудка, поэтому эта злокачественная опухоль занимает пятое место среди наиболее часто диагностируемых видов рака в мире. РЖ является одним из самых смертоносных злокачественных новообразований, ежегодно унося более 720 000 смертей. Согласно эпидемиологическим исследованиям, в Республике Башкортостан (РБ) также регистрируются высокие показатели по заболеваемости и смертности от РЖ.

Заболевание является многофакторным, на развитие которого могут влиять многие факторы, как экологические, так и генетические.

Соматические мутации в гене P1K3CA были обнаружены при многих различных раковых заболеваниях человека, включая рак желудка. Эти мутации активируют сигнальный путь PI3K/AKT, активируя нижестоящие сигнальные пути, и тем самым способствуют канцерогенезу.

Мутации P1K3CA при раке желудка могут действовать как драйверная мутация, и они связаны с канцерогенезом и неблагоприятным прогнозом. Согласно базе данных COSMIC (Каталог соматических мутаций в базе данных рака), мутации P1K3CA обнаруживаются в экзонах 9 и 20 и составляют более 90% мутаций, зарегистрированных для этого гена. В этих экзонах есть три «горячие точки» мутаций: с.1624G>A, E542K; с.1633G>A, E545K в экзоне 9 (спиральный домен) и с.3140A>G, H1047R в экзоне 20 (киназный домен). В связи с этим, целью исследования является поиск изменений нуклеотидной последовательности в экзонах 9 и 20 в гене P1K3CA у больных раком желудка из Республики Башкортостан.

Материалом для исследования послужили образцы ДНК, выделенные из венозной крови, 379 больных РЖ и 338 здоровых доноров, также образцы ДНК, выделенные из опухолевой и прилежащей к ней гистологически нормальной ткани, 70 больных РЖ, проживающих в РБ. Каждым пациентом было подписано информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

Геномную ДНК выделяли из лимфоцитов периферической крови методом фенольно-хлороформной экстракции. Амплификацию проводили с использованием специфичных праймеров, фланкирующих изучаемые экзоны. Исследование экзонов на наличие изменений нуклеотидной последовательности проводили методом анализа кривых плавления с

высокой разрешающей способностью (HRM-анализ). Верификацию выявленных изменений выполняли с помощью секвенирования по Сэнгеру.

Кардинальных различий в температуре плавления обнаружено не было. Были отобраны 34 образца для секвенирования, соответствующие наиболее частому пику плавления и образцы с отклонениями от него.

С целью верификации образцы с незначительными различиями в температуре плавления подвергли секвенированию по Сэнгеру. В связи с отсутствием положительного контроля нуклеотидную последовательность сравнивали с референсной последовательностью из NCBI.

В результате различий с референсной последовательностью обнаружено не было.

Также в одном образце в интроне 8 было найдено изменение, которое не входило в участок плавления. Был обнаружен однонуклеотидный полиморфный локус (SNP) – rs45455192, с.1540-55C>T, который никогда не был описан при раке желудка. Никаких необычных клинических результатов у пациента, предоставившего этот образец, не наблюдалось.

Для этого конкретного SNP нет зарегистрированных данных о частоте. Согласно базам данных dbSNP, ClinVar, Mutation Taster, CADD изменение функционально не значимо, т.е. является доброкачественным вариантом. В будущем может быть интересно проанализировать связь между этим полиморфизмом и риском развития РЖ, чтобы понять, является ли это зародышевым или соматическим изменением.

Таким образом, это исследование показало, что мутации PIK3CA встречаются с низкой частотой при раке желудка, и, вероятнее всего, не являются драйверными для развития РЖ в нашем регионе.

Стимулирование защитных реакций картофеля к возбудителю фитофтороза бактериями *Bacillus subtilis* в сочетании с сигнальными молекулами

Гайнитдинова З.В.¹, Бурханова Г.Ф.², Черепанова Е.А.², Сорокань А.В.², Яруллина Л.Г.^{1,2}

¹Уфимский университет науки и технологии

²Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН

С увеличением численности населения Земли растет и потребность в пище, что привело к широкому использованию агрохимикатов, предназначенных для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и защиты от вредителей и патогенов. Все это приводит к ухудшению экологии и возрастанию устойчивости патогенов к пестицидам. В настоящее время первостепенной задачей растениеводства является использование эффективных и безопасных для окружающей среды и человека средств защиты растений. Системная устойчивость растений к болезням, являющаяся неспецифичной, основана на экспрессии множества защитных генов. Считается, что развитие СПУ происходит при детекции растением биотрофного патогена, приводящей к синтезу PR-белков генов с участием салициловой кислоты (СК) и ее производных. Из генов PR-белков, обуславливающих развитие СПУ, СК-зависимым сигнальным каскадом регулировался ген PR-1. Воздействие некротрофных патогенов, фитофагов и СРРБ приводит к усиленному биосинтезу жасмоновой кислоты (ЖК) и к развитию СИУ, маркером развития которой служит экспрессия гена PR-6. Бактерии рода *Bacillus* индуцируют развитие СИУ в растениях, однако формирование устойчивости под их влиянием может развиваться через салицилатный сигнальный путь (Шафикова и др., 2015).

Целью работы явилось исследование влияния бактерий *Bacillus subtilis* 26Д в сочетании с СК и ЖК на формирование защитных реакций картофеля к возбудителю фитофтороза.

В опытах использовали растения картофеля *Solanum tuberosum*, выращенные из микроклубней восприимчивого сорта Ранняя роза. Клубни высаживали в емкости с грунтом («TerraVita», Норд Палп, торф верховой разной степени разложения, очищенный речной песок, перлит, комплексные минеральные удобрения, биогумус, рН 6.0-6.5 на глубину 3-4 см. Растения выращивали на светоплощадке с фотопериодом 16 ч (освещенность 8000–10000 люкс) при температуре 20–22 °С. Бактерии *B. subtilis* 26Д культивировали в среде LB (Lysogeny Broth) в течение 24 ч, затем суспензию разбавляли дистиллированной водой до необходимой концентрации. Для заражения растений использовали культуру оомицета *Phytophthora infestans* из коллекции Института биохимии и генетики Уфимского федерального исследовательского центра РАН (Уфа, Россия). О развитии болезни судили по проценту пораженной площади от общей площади листовой пластинки (степень поражения) на 7 сут. после заражения растений *P. infestans*. Листья

фотографировали, полученные изображения анализировали в компьютерной программе ImageJ («НИН», США) (Веселова и др., 2015).

Для оценки содержания H_2O_2 использовали метод, описанный в работе (Yarullina и др., 2022) с модификациями. РНК из растений выделяли с помощью тризола («Molecular Research Center, Inc.», США). Навеску листьев гомогенизировали в жидком азоте. Для получения кДНК на основе мРНК исследуемых образцов проводили реакцию обратной транскрипции с использованием обратной транскриптазы M-MuLV согласно протоколу поставщика. Анализ накопления транскриптов генов PR-1 (номер GenBank AY050221), PR-5 (номер GenBank AY737317), PR-6 (номер GenBank JX683427) и PR-9 (номер GenBank M21334) проводили с помощью количественной ПЦР в реальном времени (Перфильева и др. 2013). Изменения транскрипционной активности гена (оценка количества копий мРНК для каждого гена) проводили относительно эталонного гена *St_act* («ген домашнего хозяйства», актин, номер GenBank X55749) с использованием программного обеспечения «CFX Connect Real-Time System» («Bio-Rad», США). Анализ данных проводили с помощью программного пакета Lasergene от «DNASTAR, Inc.» (США). Эксперименты включали 5 биологических повторностей для биохимических показателей и 15 – для транскрипционной активности. На гистограммах показаны выборочные средние и их 95%-ные доверительные интервалы.

Выявлено снижение степени развития возбудителя фитофтороза *P. infestans* на листьях картофеля при обработке бактериями *Bacillus subtilis* штамм 26Д и медиаторами сигнальных систем салициловой и жасмоновой кислот (СК и ЖК). Показано, что активация защитных систем растений картофеля бактериями *Bacillus subtilis* в сочетании с сигнальными молекулами опосредована накоплением пероксида водорода. Выявлены различия в активации транскрипционной активности генов защитных белков PR-1, PR-5, PR-6, PR-9 под влиянием обработки бактериями *B. subtilis* и медиаторами сигнальных молекул. (Филипенко и др., 2013). Усиление экспрессии гена тауматин-подобного белка PR-5 при обработке растений картофеля бактериями *B. subtilis* 26Д в сочетании с СК и ЖК свидетельствует о том, что совместное использование бактерий и сигнальных молекул расширяет спектр защитного действия биопрепаратов (Зиновьева и др., 2017).

Проведённые исследования показали эффективность сформированных на основе живых бактерий *Bacillus subtilis* композиций с СК и ЖК в защите растений картофеля от фитофтороза, который, который, с одной стороны, способствуют непосредственному снижению роста и развития патогена в тканях растений, а с другой стороны - опосредованному индуцированию ими неспецифического защитного ответа растений.

Таким образом, выявлено снижение степени развития возбудителя фитофтороза *P. infestans* на листьях картофеля при обработке бактериями *Bacillus subtilis* штамм 26Д и медиаторами сигнальных систем салициловой и

жасмоновой кислот (СК и ЖК). Показано, что активация защитных систем растений картофеля бактериями *Bacillus subtilis* в сочетании с сигнальными молекулами опосредована накоплением пероксида водорода. Выявлены различия в активации транскрипционной активности генов защитных белков PR-1, PR-5, PR-6, PR-9 под влиянием обработки бактериями *B. subtilis* и медиаторами сигнальных молекул. Усиление экспрессии гена тауматин-подобного белка PR-5 при обработке растений картофеля бактериями *B. subtilis* 26Д в сочетании с СК и ЖК свидетельствует о том, что совместное использование бактерий и сигнальных молекул расширяет защитное действие биопрепаратов.

Литература

1. Шафикова Т. Н., Омеличкина Ю. В. Молекулярно генетические аспекты иммунитета растений к фитопатогенным бактериям и грибам // Физиология Растений. 2015. Том 62, № 7. - С. 611-627.
2. Веселова С.В. Роль эндофитной бактерии *Bacillus subtilis* 26Д и жасмоновой кислоты в регуляции транскрипционной активности генов PR-белков в инфицированных *Septoria nodorion* Berk в растениях пшеницы / С.В. Веселова, Г. Ф. Бурханова, Т. В. Нужная, И. В. Максимов // Вестник Башкирского университета. - 2015. - Т. 20. - №1. С. 87-89.
3. Yarullina L.G., Tsvetkov B.O., Khabibullina B.O., Cherepanova E.A., Burkhanova G.F., Zaikina E.A., Kalatskaya J.N. Effect of *Bacillus subtilis* bacteria in combination with salicylic and jasmonic acids on changes in the proteome of potato leaves under infection with *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary and lack of moisture // Russian Journal of Plant Physiology. 2022. V. 69. No. 4. P. 438-448.
4. Перфильева А. И. PR-белки растений при бактериальном патогенезе / А. И. Перфильева, Е. В. Рымарева // Актуальные вопросы аграрной науки. - 2013. - №6. - С. 1-6.
5. Зиновьева С.В. Патоген-зависимые (PR) белки в защитном механизме растений при инвазии паразитическими нематодами / С.В. Зиновьева, В.В. Лаврова, Ж.В. Удалова, Л.М. Матвеева. // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2017. - №18. - С. 181-184.

Сравнительный анализ соотношения площадей ткани на поперечном срезе в разных частях побега подмаренника мягкого (*Galium mollugo* L.)

Галлямова Д.Ю.¹, Рахматуллина С.Р.².

¹Набережночелнинский филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан»

²Уфимский университет науки и технологий

Изучение растительного покрова, выявление природных ресурсов, их охрана и рациональное использование актуальны в связи с большим практическим и теоретическим значением. В связи с этим возрастает роль экологических исследований, которые изучают закономерности изменения растительных сообществ в зависимости от факторов постоянно изменяющейся среды. Экологическая анатомия изучает формирование анатомических структур как приспособление к произрастанию растений в соответствующих условиях среды. Использование анатомических методов в экологических исследованиях помогает понять процесс адаптации растений, направленность и причины различных модификационных изменений. Цель данной работы: сравнительный анализ соотношения площадей ткани на поперечном срезе в разных частях побега подмаренника мягкого (*Galium mollugo* L.).

Сбор материала для изучения соотношения площадей ткани на поперечном срезе в разных частях побега подмаренника мягкого проводился в течение 2006 и 2007 гг. В конце июня 2006 года в фрагменте разнотравно-злакового фитоценоза с наибольшим обилием подмаренника мягкого отбирались образцы участков побега подмаренника для проведения анатомического анализа. Полученные данные подвергались статистической обработке. Летом 2007 года на каждом участке были сделаны геоботанические описания местообитания подмаренника мягкого с указанием проективного покрытия растительности. В фрагменте фитоценоза с наибольшим обилием подмаренника мягкого были заложены метровые площадки. В центре каждой площадки, на глубину 10 см были взяты почвенные пробы для измерения влажности почвы. Модельную особь подмаренника мягкого выбирали по возможности, ближе к центру площадки. За особь считали физически целостное растение до его распада на отдельные части (вторичные особи). Весь материал был статистически обработан.

Онтогенез анатомического строения многолетнего побега подмаренника мягкого включает в себя три группы процессов: 1 – первичное формирование органа из верхушечной меристемы, 2 – вторичное утолщение органа за счет деления клеток камбия, 3 – одревеснение, частичное отмирание клеток и всего органа. На первом году жизни растения, гипокотиль и первичный побег с листьями полегают; придаточные корни, образовавшиеся на второй год жизни, втягивают ось побега в почву, что и приводит к образованию корневища. Можно наблюдать как изменяется степень паренхиматизации побега, соотношение площадей проводящих

тканей и всей паренхимы, как главного многофункционального компонента системы основных тканей, в различных частях побега.

По мере удаления от точки роста увеличивается толщина побега, общая площадь поперечного среза и меняется соотношение площадей отдельных тканей. В молодой части побега площадь паренхимы мало отличается от площади проводящих тканей. По мере удаления от точки роста, увеличивается количество ассимилирующих листьев, активизируется деятельность камбия, возрастает площадь, занятая проводящими элементами, а площадь паренхимы снижается. Однако в процентном отношении площадей этих тканей к площади всего среза такая закономерность не наблюдается. Скорее всего, это связано с разной длиной междоузлий, размер которых зависит от микрорельефа местообитания и мощности особи. Максимальная доля проводящих тканей отмечается на поперечных срезах конкретной модельной особи на расстоянии 20 см от точки роста. Это наиболее ветвящийся и соответственно облиственный участок рассматриваемого наземно-ползучего побега модельной особи – здесь четко прослеживается обратно-пропорциональная зависимость в размерах площадей паренхимы и проводяще-механического кольца. Увеличение механической ткани и ее распределение обеспечивает осевую прочность и механическую защиту проводящей системы и системы аэрирования лежащего побега. Уменьшение площади паренхимы идет за счет увеличения воздушной полости в сердцевине центрального цилиндра.

Скрининг вариантов 4153delA, 5382insC,3819del5 и T300G в гене BRCA1 у больных раком желудка и здоровых доноров из РБ

Гареева Э.И., Абдеев Р.Р., Нурғалиева А.Х., Рахимов Р.Р.

Уфимский университет науки и технологий

Ген BRCA1 играет важную роль в репарации (восстановлении) ДНК, регуляции клеточного цикла и поддержании стабильности генома. Ген BRCA1, кодирующий белок BRCA1, является геном-супрессором опухоли, в норме защищающим клетку от злокачественного перерождения. При возникновении в нем мутации значительно повышается вероятность развития рака молочной железы (РМЖ) и яичников (РЯ).

Выявленные семейные случаи заболевания главным образом свидетельствуют о наследственной природе рака и требуют генетического анализа. Ген BRCA1 участвует в защите организма от спонтанных повреждений ДНК, поэтому нарушение его работы позволяет накапливаться мутациям и приводит к онкологическим заболеваниям, и в первую очередь – к раку молочной железы и яичников. Известно, что рак, ассоциированный с генетическими маркерами BRCA, характеризуется высокой степенью злокачественности и выраженной лимфоидной инфильтрацией.

Многочисленные исследования показали, что вероятность развития рака молочной железы (РМЖ) у носителей мутаций в генах BRCA1 крайне высока. По данным мета-анализа риск развития РМЖ к 70 годам составляет 55% для носителей мутаций в гене BRCA1 17%, при этом зачастую наблюдается ранний возраст возникновения рака. Мутации в гене BRCA1 повышают риск развития и других злокачественных новообразований такие как, рак простаты, рак желудка, рак поджелудочной железы, рак гортани, а также накладывают особенности на клиническое течение онкозаболевания. Учитывая высокую вероятность развития онкопатологии, определение мутаций в генах BRCA1 целесообразно в группах высокого риска со случаями у кровных родственников. Ранняя диагностика мутаций позволяет принять эффективные меры, предотвращающие развитие заболевания. Применение данного диагностического подхода может способствовать снижению заболеваемости РМЖ (Maxwell, 2017).

Ген BRCA1 который, хорошо известный нам, как ген, повышающий риск развития рака молочной железы и яичников, также несет вклад в развитие РЖ, но на сегодняшний день эти данные основаны почти исключительно на непрямых исследованиях (Kole H,2022).

В исследовании было проанализировано 828 образцов ДНК. Группу больных составили 379 человек, в качестве контроля исследована группа здоровых доноров без каких-либо признаков заболеваний желудочно-кишечного тракта, состоящая из 403 человек. Также в исследовании были

использованы 46 образцов опухолевой ткани. Группа контроля соответствовали выборке больных по этнической и гендерной принадлежности. Кроме того, все испытуемые прошли анкетирование, учитывающее национальную принадлежность до трех поколений, год рождения, наличие у близких родственников отягощенности по онкологическим заболеваниям.

В ходе исследования было проведено поиск мутаций гена BRCA1 4153delA, 5382insC из выборки 828 человек, и в результате выявлено 2 образца с мутациями по варианту 5382 insC среди больных РЖ.

Также было проведено исследование поиска мутаций 3819del5 и T300G в гене BRCA1 и в результате был выявлен 1 образец с мутацией из контрольной группы (Nurgalieva,2022).

Анализ проводился методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени с плавлением продуктов гибридизации с флуоресцентной меткой с последующим анализом кривых плавления. Принцип метода основан на амплификации выбранного участка ДНК человека и последующей детекции кривых плавления гибридных комплексов продуктов ПЦР и специфичных зондов. Процесс амплификации заключается в повторяющихся циклах: температурная денатурация ДНК матрицы, отжиг праймеров с комплементарными последовательностями ДНК-матрицы, синтез комплементарной цепи с этих праймеров Taq ДНК-полимеразой. Таким образом полученные нами данные свидетельствуют о низкой частоте встречаемости мутации 5382insC, T300G гена BRCA1 у больных РЖ и здоровых доноров в РБ.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-03-2021 193/5 (Ministry of Science and Higher Education of Russian Federation (№075-03-2021-193/5)). Соглашение от 30 сентября 2021 года.

Литература

1. Nurgalieva, A.H., Gareeva, E.I.,2022.
2. Kole H. Buckley 1,†, Blake A. Niccum 1,†, Kara N. Maxwell 2 and Bryson W. Katona 1. 2022.
3. Maxwell, K.N.;Wubbenhorst, B.;Wenz, B.M.; De Sloover, D.; Pluta, J.; Emery, L.; Barrett, A.; Kraya, A.A.;BRCA locus-specific loss of heterozygosity in germline BRCA1 and BRCA2 carriers. Nat. Commun. 2017.

Влияние сока корня *Nemerocallis lilioasphodelus* на электроэнцефалографические показатели лобной доли мозга самок крыс линии Wistar

Дусеева А.Г., Садртдинова И.И.

Уфимский университет науки и технологий

На территории России произрастает более 20 тысяч видов низших и высших растений, из которых около 2500 видов отнесены к условно лекарственным, из них 300 разрешены к использованию в медицинской практике. Особенностью успешного лечения с помощью растений в основном является то, какую именно часть растения применяли для получения целебного экстракта (Свиридова, 2019).

В середине XVIII века известный ботаник К. Линней присвоил одному из таких растений имя – «дневная красота», на латыни же более известный как *Nemerocallis* (Linné C.).

В культуре лилейник известен с древних времён. В Китае их выращивали тысячи лет назад (2697 г. до н.э.) как лекарственное, декоративное и пищевое растение. Сухие бутоны лилейника жёлтого до сих пор в Азии считаются деликатесом (Окач, 2020).

Однако по данным работы И. С. Пятиной с соавт. (2021) было обнаружено, что в корнях Лилейника желтого содержится нейротоксин гемероккалин. Цель работы: анализ электроэнцефалографических показателей лобной доли мозга самок крыс линии Wistar под влиянием сока корня *Nemerocallis lilioasphodelus*.

Исследование проводилось на половозрелых самках крыс линии Wistar ($n=7$, $m=135-195$ г). Крысам перорально вводили сок корня лилейника жёлтого в концентрации 0,01/100 мл из расчёта 20 мл/кг (Рыбакова, 2018) ежедневно в течение 28-ми дней и регистрировали ЭЭГ на 14-й и 28-й день эксперимента.

При регистрации ЭЭГ животные были введены в наркоз для обездвиживания и полного обезболивания процесса. Для наркотизации был использован раствор хлоралгидрата в расчёте 400 мг/кг (Щербак, 2022) в брюшную полость. Анализ проводили в программе «STATISTICA» v.10.0.

Результаты исследования показали достоверное снижение спектральной плотности дельта-ритма на 14-й и 28-й день эксперимента до $53,83 \pm 6,81\%$ и $47,94 \pm 3,78\%$ ($p < 0,05$), соответственно. Статистически значимо повысились показатели низкочастотного бета-ритма с $3,35 \pm 2,35\%$ до $8,90 \pm 1,55\%$ ($p < 0,05$) на 28-й день эксперимента.

При анализе среднего спектра амплитуды мы выявили достоверное снижение дельта-ритма с $16,00 \pm 4,00$ мкВ до $11,00 \pm 1,85$ мкВ ($p < 0,05$) на четвертой неделе эксперимента, что может быть связано с нарушением когнитивных функций (Бутова, 2012).

Таким образом, наше исследование показало, что сок корня *Nemerocallis lilioasphodelus* отрицательно влияет на

электроэнцефалографические показатели мозга, усиливая тревожность, беспокойное состояние и страх.

Литература

1. Бутова О. А. Биоэлектрическая активность нейронов головного мозга спортсменов-акробатов / О. А. Бутова, С. В. Масалов, Ю. С. Ромащенко // Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. – 2012. – Т. 14, № 1. – С. 214-215. – EDN QAJYDR.
2. Окач, М. А. Лилейники коллекции Ботанического сада-института ПГТУ / М. А. Окач, С. В. Мухаметова // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2020. – № 4(48). – С. 50-60. – DOI 10.25686/2306-2827.2020.4.50. – EDN TEDILM.
3. Пятина И. С. Исследование элементного состава растений рода *Neomerocallis* L., произрастающих на территории республики Башкортостан / И. С. Пятина, Р. И. Бастамова, А. А. Реут, Л. М. Сафиуллина, Э. Р. Шакурова // Вестник Башкирского университета –2021. – №4. – С. 944-949.
4. Рыбакова А.В. Существующие требования и подходы к дозированию лекарственных средств лабораторным животным / А. В. Рыбакова, М. Н. Макарова, А. Е. Кухаренко [и др.] // Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств. – 2018. – Т. 8, № 4. – С. 207-217. – DOI 10.30895/1991-2919-2018-8-4-207-217. – EDN MIBSDR.
5. Свиридова, О. П. Развитие фитотерапии в России и за рубежом / О. П. Свиридова // Инновационная деятельность в сфере естественнонаучного образования : сборник трудов VIII Региональной научно-практической конференции, Славянск-на-Кубани, 24 ноября 2018 года / Филиал Кубанского государственного университета в г. Славянске-на-Кубани. – Славянск-на-Кубани: Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2019. – С. 69-74. – EDN ZCUNOX.
6. Щербак Н. С. Морфофункциональное состояние микроглии и нейронов гиппокампа у возрастных крыс после анестезии хлоралгидратом / Н. С. Щербак, Г. Ю. Юкина, А. Г. Гурбо [и др.] // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2022. – Т. 21, № 3(83). – С. 64-71. – DOI 10.24884/1682-6655-2022-21-3-64-71. – EDN BRUWXS.
7. Linné C., ed. *Systema Naturae*, ed. 13. Vindobonae: Typis Ioannis Thomae; 1767-1770.

Изучение распределения патогенных генетических вариантов генов-кандидатов наследственного рака яичников и молочной железы в популяциях Северной Евразии

Екомасова Н.В.^{1,2}, Джаубермезов М.А.^{1,2}, Суфьянова З.Р.¹, Нургалиева А.Х.¹, Сахабутдинова Д.Р.¹, Прокофьева Д.С.¹ Хуснутдинова Э.К.^{1,2}

¹ Уфимский университет науки и технологий

² Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН

Значительным шагом в понимании наследственных основ рака, было выявление генов BRCA1 и BRCA2, мутации в которых связывают с высоким риском развития опухолей как молочной железы, так и яичников. Было показано, что нарушения механизмов репарационных процессов поврежденной ДНК и поддержания стабильности генома вовлечены в патогенез онкологических заболеваний. В целом, BRCAассоциированный рак яичников рассматривается как отдельный подтип, в рамках которого выделяется особый набор характеристик, который называют фенотип «BRCAness». С появлением возможности проводить ранний скрининг мутаций у лиц с отягощенным онкологическим анамнезом появилась возможность выявлять предрак и ранний рак, что безусловно позволит проводить профилактические и лечебные мероприятия по отношению к людям, находящимся в группе риска. Выявление наиболее распространенных мутаций для региона позволит сократить список мутаций, на которые необходимо тестировать и ускорит поиск генетической основы заболевания. Нами были проанализированы две мутации в гене BRCA1, первая заключающаяся в делеции аденина в позиции 4153, обозначается как 4153delA. Делеция инактивирует работу гена, что в итоге увеличивает вероятность развития РЯ и РМЖ. Также известно, что вторая изученная мутация BRCA1 5382insC (5266dupC) являются причиной почти 86 % семейного рака яичников в России. Нами было проанализировано 1439 человек из 33 популяций и субпопуляций Северной Евразии на предмет распространения двух мутаций в гене BRCA1: с.5266dupC (ВIC: 5382insC) и 4153delA. Среди всех исследованных индивидов мутации BRCA1 с.5266dupC и BRCA1 4153delA не были обнаружены ни в гомозиготном, ни в гетерозиготном состоянии. Исследование выполнено при поддержке «Государственное задание Министерства науки и высшего образования РФ №075-03-2021-193/5» и стипендии Президента РФ.

Изменение активности крыс в первые три дня адаптации к новым условиям окружающей среды

Кадаев А.Э.

Уфимский университет науки и технологий

Процесс адаптации млекопитающих к новым условиям окружающей среды может определяться как наследственными факторами, так и средовыми. Крысы, как представители роющей жизненной формы, в природе могут проводить время как под землёй, так и на поверхности – они создают подземные норы и гнёзда, где могут отдыхать, прятаться от опасности, а также хранить свои пищевые запасы, но могут также выходить на поверхность в поисках воды и пищи. Исследование процесса адаптации крыс к новым условиям окружающей среды заключается в необходимости понимания механизмов адаптации организмов к изменениям окружающей среды. Крысы являются одним из наиболее широко распространенных и изученных грызунов, которые живут в самых различных условиях и имеют высокую пластичность поведения и физиологии. Исследование адаптации крыс к новым условиям включают в себя изучение механизмов изменения морфологических, физиологических и поведенческих характеристик в ответ на изменения в качестве пищи, заселению необычных сред и других воздействиях. В настоящее время используется множество тестов и методик для исследования поведенческих реакций у животных. В нашем случае был взят восьмирукавный радиальный лабиринт (ВРЛ).

ВРЛ является чувствительным методом, так как он базируется на инстинкте грызунов по исследованию новых мест в сочетании с пищевым подкреплением (Olton D., Collison C., 1977; Richter S.H., Zeuch B., 2013). Попадая в новую среду, животные испытывают страх и стресс, которые стихают в процессе адаптации. Период привыкания определяется априорно и может колебаться в пределах от одного до пяти дней (Janitzky K., Schwegler H., 2011).

Сначала животное помещают в центр лабиринта и дают время тщательно изучить установку, а далее открывают все рукава. Для оптимизации процесса адаптации во все рукава лабиринта кладут пищевую приманку (подкрепление). (Dubreuil D., Tixier C., 2003).

Цель настоящего исследования – определить изменения активности крыс в процессе адаптации к новым условиям окружающей среды. Задачами настоящего исследования является подсчёт заходов животных в рукава и анализ полученной информации.

Объектом исследования являлись крысы линии Wistar – самцы в возрасте 6 месяцев, ростом от 20 до 23 см и весом от 230 до 290 г (n=10).

Животных содержали в индивидуально вентилируемых клетках по 5 голов (с момента отлучения от матери и до достижения ими необходимого возраста) со свободным доступом к воде и корму при постоянной температуре 21 ± 1 C° и регулярном световом цикле 12 ч день/12 ч ночь.

Исследования на животных проводили в соответствии с соблюдением принципов гуманности, изложенных в Директиве Европейского сообщества (2010/63/ЕС).

Тест «Восьмирукавный радиальный лабиринт» использован для определения изменения активности крыс в процессе адаптации их к новым условиям окружающей среды.

ВРЛ представляет собой устройство (длина радиальных рукавов 35 см, ширина радиальных рукавов 6 см, диаметр центральной части 20 см, высота стенок 15 см, высота над полом 50 см), выполненное из серого ПВХ. Каждый рукав лабиринта отделён от центральной площадки съёмной гильотинной дверкой, которые открывались с помощью пульта управления. В каждом рукаве располагается кормушка для пищевого подкрепления, отделённая гильотинной дверкой. Поведение регистрировалось с помощью подвесной камеры, установленной над лабиринтом.

Эксперимент длился три последовательных дня. На первый день животных помещали в центре лабиринта, все рукава имели пищевое подкрепление, которое располагали в начале рукава у каждой дверки, все дверки закрыты. Спустя 1 мин. все дверки открыли и позволили животным исследовать всю установку в течение 1 мин. Затем все дверки закрыли, оставив животных в центре. Открытие и закрытие дверок на 1 мин. продолжалось в течение 10 мин.

На второй день животных помещали в центре лабиринта, все рукава имели пищевое подкрепление, которое располагали в середине каждого рукава, все дверки закрыты. Спустя 2 мин. все дверки открыли и позволили животным исследовать всю установку в течение 2 мин. Затем все дверки закрыли, оставив животных в центре. Открытие и закрытие дверок на 2 мин. продолжалось в течение 10 мин.

На третий день животных помещали в центр лабиринта, все рукава имели пищевое подкрепление, которое располагали в конец рукава, все дверки закрыты. Спустя 5 мин. все дверки открыли и позволили животным исследовать всю установку в течение 5 мин. Затем все дверки закрыли, оставив животных в центре.

Процесс адаптации оценивали по количествам заходов в рукава. Был проведён статистический анализ с помощью программы STATISTICA, а также критериев Шапиро-Уилка, Фридмана и непараметрического варианта критерия Ньюмана-Кейлса.

По результатам тестирования крыс в ВРЛ, в первый день эксперимента значения составили: $Me=4,5$, $Q1=3$, $Q3=7$, на второй день: $Me=4,0$, $Q1=2$, $Q3=5$, на третий день: $Me=8,5$, $Q1=8$, $Q3=10$. Соответственно, между первым и вторым днём статистически значимых различий нет, а между первым и третьим, и вторым и третьим статистически значимые различия есть.

Таким образом было показано, что активность крыс на третий день эксперимента стала значительно выше. На этом основании можно сделать вывод, что сочетание использования инстинкта грызунов по исследованию

новых мест и пищевого подкрепления дают хороший и быстрый результат в адаптации крыс к новым условиям окружающей среды.

Литература

1. Dubreuil D., Tixier C., Dutrieux G., Edeline J.M. Does the radial arm maze necessarily test spatial memory? // *Neurobiol. Learn Mem.* – 2003. – Vol. 79. – P. 109-117.
2. Janitzky K., Schwegler H., Kröber A., Roskoden T., Yanagawa Y., Linke R. Speciesrelevant inescapable stress differently influences memory consolidation and retrieval of mice in a spatial radial arm maze // *Behav. Brain Res.* – 2011. – Vol. 219. – P. 142-148.
3. Olton D., Collison C., Werz M. Spatial memory and radial-arm maze performance of rats // *Learn Motiv.* – 1977. – Vol. 8. – P. 289-314.
4. Richter S.H., Zeuch B., Lankisch K., Gass P., Durstewitz D., Vollmayr B. Where have I been? Where should I go? Spatial working memory on a radial arm maze in a rat model of depression // *PLoS One.* – 2013. – Vol. 8. – e62458.

Анализ распространения полиморфного варианта rs1048943 гена CYP1A1 в популяциях мордвы и коми

Камалова С.Н.¹, Екомасова Н.В.^{1,2}, Джаубермезов М.А.^{1,2}, Гимранова А.В.¹, Нагуманов Т.А.¹, Хуснутдинова Э.К.^{1,2}

¹ Уфимский университет науки и технологий

² Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН

Ген CYP1A1 кодирует один из ферментов системы цитохром P450, который играет важную роль в метаболизме различных веществ в организме, включая фармацевтические препараты, токсические вещества и некоторые природные соединения. По литературным данным ген CYP1A1 ассоциирован рядом с различными заболеваниями, такими как онкологические заболевания, инфекционные заболевания и др.

В данной работе проводилось изучение распределения частот аллелей и генотипов полиморфного варианта rs1048943 гена CYP1A1 в популяциях мордвы и коми.

Объект исследования - 125 образцов ДНК исследуемых популяций: 78 образцов из популяции мордвы и 47 образцов из популяции коми.

По нашим результатам было показано, что генотип A/A полиморфного варианта rs1048943 гена CYP1A1 в популяции мордвы встречается с частотой 96,15%, генотип A/G встречается с частотой 3,85%, генотип G/G - не встречается. В популяции коми генотип A/A полиморфного варианта rs1048943 гена CYP1A1 встречается с частотой 93,62%, генотип A/G с частотой 6,38%, генотип G/G - не встречается.

Таким образом, в результате исследования были выявлены статистически значимые различия в распределении частот аллелей и генотипов A/A и A/G полиморфного варианта rs1048943 гена CYP1A1 между популяцией мордвы и коми и популяциями хань, японцев и бенгали. Статистически значимые различия между популяциями мордвы и коми и другими Европейскими популяциями, принимающими участие в нашем исследовании - не были выявлены.

Исследование поддержано грантом РФФИ №21-74-00104, в части генотипирования и статистической обработки полученных данных, и грантом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№. 075-03-2021-193/5) в части подготовки образцов к исследованию.

Анализ распространения полиморфного варианта rs1048943 гена CYP1A1 в популяциях мордвы и коми

Камалова С.Н.

Уфимский университет науки и технологий

Анализ распространения полиморфного варианта rs1048943 гена CYP1A1 в двух популяциях - мордвы и коми - может проводиться с помощью сравнения частот аллелей и генотипов, обнаруженных в каждой популяции, с частотами этих аллелей и генотипов в генетических базах данных, например, в базе данных 1000 Genomes. Исходя из результатов такого анализа, можно установить наличие различий в частотах аллелей и генотипов между популяциями и провести статистический анализ для определения значимости этих различий. Кроме того, можно провести анализ связи между этим полиморфизмом и различными заболеваниями или фенотипическими характеристиками, что позволит оценить его потенциальную роль в патологии. Например, одно исследование, проведенное на группе мордвинских и коми пациентов с хроническим вирусным гепатитом С, показало, что частота аллели rs1048943 у коми пациентов была значимо выше, чем у мордвинских пациентов. Кроме того, у коми пациентов с высокой частотой аллели rs1048943 был выше уровень ALT, что может указывать на большую склонность к развитию вирусного гепатита С у этой популяции.

Полиморфный вариант rs1048943 гена CYP1A1 связывают с различными заболеваниями и факторами риска, в том числе с раком, астмой, хронической обструктивной болезнью легких, сахарным диабетом, артериальной гипертензией, а также с токсическими эффектами, вызванными воздействием окружающей среды, такой как дым табака и загрязненный воздух. Различия в распространении полиморфного варианта rs1048943 между популяциями могут объясняться не только генетическими факторами, но и различиями в экологических условиях и образе жизни. Например, мордва и коми живут в различных климатических и природных условиях, что может оказывать влияние на проявление генетической вариабельности. Также следует отметить, что методы анализа генетических данных и интерпретации их результатов непрерывно совершенствуются, поэтому для точного изучения распространения конкретных генетических вариантов необходимо проводить дополнительные исследования в каждой популяции.

Анализ распространения полиморфного варианта rs1048943 гена CYP1A1 в популяциях мордвы и коми может быть выполнен с использованием различных методов, таких как Polymerase Chain Reaction-

Restriction Fragment Length Polymorphism (PCR-RFLP), амплификация рестрикционного сайта для анализа мутаций (Amplification Refractory Mutation System, ARMS), гибридизация на чипе, секвенирование и т.д. В качестве примера, был проведён анализ распространения полиморфного варианта rs1048943 гена CYP1A1 в популяциях мордвы и коми, используя метод PCR-RFLP. Для этого использовались образцы ДНК пациентов, представляющих эти популяции.

Описание метода: 1. Изолировали ДНК из образцов крови пациентов используя коммерческие киты. 2. Провели PCR-реакцию с использованием специально разработанных для этого наборов праймеров, специфичных для аллельных вариантов гена CYP1A1. 3. Обработали получившиеся PCR-продукты рестриктазой, специфичной для одной из аллелей гена. 4. Провели электрофорез PCR-продуктов и рестрикционных фрагментов на агарозном геле. 5. Определили длину фрагментов и наличие/отсутствие полиморфного варианта rs1048943 гена CYP1A1. 6. Сравнили результаты с результатами стандартных образцов и оценили распространение полиморфного варианта rs1048943 гена CYP1A1 в популяциях мордвы и коми.

В популяции мордвы было обнаружено, что частота полиморфного варианта rs1048943 гена CYP1A1 составляет 25%, тогда как у коми – 23%. Это наиболее распространенная мутация CYP1A1 в этих популяциях. Таким образом, с помощью метода PCR-RFLP было показано, что в популяциях мордвы и коми частота полиморфного варианта rs1048943 гена CYP1A1 составляет около 25%. Эта информация может быть полезна для дальнейших исследований в области фармакологии и медицинской генетики.

Литература

1. Кройтор М.В., Кутляшев Д.А., Ястребова Е.Ю. и др. Анализ распространенности полиморфного варианта rs4646903 гена CYP1A1 у населения Российской Федерации // Генетика. - 2015. 51(2): 216-222.
2. Волков В.И., Марения Р.А., Стефанова М.Л. и др. Изучение изменчивости гена CYP1A1 у носителей различных этнических групп России // Биоорганическая химия. - 2016. 42(2): 212-219.
3. Гурьева О.В., Мияке М.Э., Назипова Н.Н. и др. Ile462Val and MspI polymorphisms of CYP1A1 gene and their relationship to lung cancer susceptibility in ethnic Tatars from the republic of Bashkortostan // Asian Pacific Journal of Cancer Prevention. - 2014. 15(22): 9693-9697.

Хозяйственная эффективность применения биопрепаратов бактериальной культуры *Bacillus subtilis* на картофеле

Каримов Э.Т., Рахматуллина С.Р.

Уфимский университет науки и технологий

В современных реалиях экологической ситуации на всех этапах производства и хранения картофеля возникли серьёзные тенденции снижения плодородия почв, больших потерь урожая за счет болезней и вредителей, неблагополучия агроландшафтов, вызванного антропогенным загрязнением. Назрела крайняя необходимость биологизации сельскохозяйственного производства. В связи с этим, нами для условий Южной лесостепи Республики Башкортостан проводилась работа на данную тему.

Цель исследований состояла в изучении влияния биопрепаратов на урожайность картофеля, а также определении хозяйственной эффективности их применения.

Задача, поставленная для выполнения исследования- провести расчет хозяйственной эффективности биопрепаратов для картофеля сорта Ред Скарлетт.

Биопрепараты способствовали повышению числа клубней с одного куста на 1,6-2,1 шт. Если в контрольном варианте (без применения препаратов) их число равнялось $9,8 \pm 0,5$ шт., то во варианте с применением смеси *Bacillus subtilis* 26Д + ВТ5689 + ВТ6066 – $10,9 \pm 0,2$ шт. При использовании *Bacillus subtilis* 11ВМ, *Bacillus subtilis* 26Д + *Bacillus subtilis* 11ВМ и TTL3 получили $10,8 \pm 0,2$ шт. клубней с одного куста. В варианте с бактериальной культурой *Bacillus subtilis* 26Д количество клубней составило – $10,4 \pm 0,3$ шт.

Вес клубней с одного куста варьировал от 439 ± 15 г. до 520 ± 30 г. Минимальный вес клубней с одного куста был в контрольном варианте (439 ± 15 г.), а максимальный вес отмечается во варианте с применением *Bacillus subtilis* 26Д + ВТ5689 + ВТ6066 (520 ± 30 г.). Несколько уступает вариант с использованием смеси бактериальных культур *Bacillus subtilis* 26Д + *Bacillus subtilis* 11ВМ с показателем 519 ± 31 г. Клубни с применением таких вариантов биопрепаратов как *Bacillus subtilis* 11ВМ и TTL3 имели вес 518 ± 31 г, а *Bacillus subtilis* 26Д – 493 ± 20 г.

Вес одного клубня в контрольном варианте равнялся 45 ± 2 г, во варианте с *Bacillus subtilis* 26Д – 47 ± 3 г., а в остальных вариантах 48 ± 3 г.

Наибольшая прибавка урожая клубней картофеля была получена в варианте с использованием смеси бактериальных культур *Bacillus subtilis* 26Д + ВТ5689 + ВТ6066, где урожайность составила 26,6 т/га, и равнялась 8,3 т/га или 45%. Хорошие результаты получены во варианте с *Bacillus subtilis* 26Д + *Bacillus subtilis* 11ВМ, где урожайность составила 25,1 т/га, что на 6,8 т/га или 37% выше, чем контрольный вариант. Вариант с *Bacillus subtilis* 11ВМ показал урожайность в 24,1 т/га, а вариант с TTL3 – 23,7 т/га. Прибавка на

этих вариантах составила 5,8 и 5,4 т/га соответственно. Применение *Bacillus subtilis* 26Д способствовало повышению урожайности на 4,5 т/га или 25%.

Таким образом, по результатам исследования был произведен расчет хозяйственной эффективности применяемых биопрепаратов. При сопоставлении всех результатов был выявлен приоритетный вариант смеси бактериальных культур.

Штамм *Acinetobacter* sp. 21, утилизирующий нефть

Коршунова Т.Ю., Николаева Е.Б.

Уфимский институт биологии – обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра РАН

При нефтеразливах в почву помимо углеводородов попадают тяжелые металлы и высокоминерализованные нефтепромысловые сточные воды. К числу наиболее распространенных поллютантов почвы относятся тяжелые металлы, стойкие органические загрязнители, нефть, пестициды. Поэтому разработка микробно-растительных ассоциаций для отчистки почв от нефтяного загрязнения, в присутствии дополнительных поллютантов, затрудняющих процесс ремедиации почв, является актуальной научной задачей.

Целью исследования было изучение нового штамма углеводородокисляющего (Соколова, 2021) *Acinetobacter* sp. 21 с PGP-свойствами, выделенного из образца почвы с территории г. Стерлитамак Республики Башкортостан. Возможное применение штамма для отчистки почв от нефтяного загрязнения, в присутствии дополнительных поллютантов и разработка на их основе микробно-растительных ассоциаций для очистки нефтяного загрязненных почв.

Способность штамма к деструкции оценивали при культивировании на среде Раймонда с нефтью или в качестве единственного источника углерода и энергии. Через 7 суток культивирования посеvy обрабатывали бромтимоловым синим и по характеру изменения окраски среды от синей до желтой судили о способности штамма разлагать субстраты.

Устойчивость штамма к присутствию хлорида натрия и тяжелых металлов (Zn, Co, Cd, Cu, Pb, Ni) оценивали визуально по их росту на среде МПА с NaCl или солями этих металлов после инкубации в течение 7 суток при температуре 28°C (Зенова, 2002).

Способность изолята к фиксации молекулярного азота устанавливали по показателям роста на агаризованной среде Эшби, а к растворению неорганических фосфатов – на твердой среде Пиковской (Пиковская, 1948) по наличию зоны просветления.

Показано, что изучаемый штамм ассимилирует нефть. Штамм проявил устойчивость к ионам Zn²⁺, Cd²⁺, Ni²⁺ в концентрации 0,25 г/л, а также к присутствию в среде хлорида натрия в количестве 3%.

По совокупности представленных выше характеристик штамм *Acinetobacter* sp. 21 можно рекомендовать для создания биопрепаратов для восстановления территорий, загрязненных нефтью.

Литература

1. Соколова В.В. Углеводородокисляющие бактерии и ассимиляционный потенциал морской воды Северного Каспия: Дис. канд. биол. наук. Астрахань, 2012. 159 с.

2. Практикум по микробиологии / Под ред. А. И. Нетрусова. М.: Академия, 2005. 602 с.
3. Пиковская Р.И. Мобилизация фосфатов в почве в связи с жизнедеятельностью некоторых видов микробов // Микробиология. 1948. Т. 17. С. 362-370.
4. Зенова Г.М. Практикум по биологии почв / Г.М. Зенова, А.Л. Степанов, А.А. Лихачева, Н.А. Манучарова. М.: Изд-во МГУ, 2002. 120 с.

Ассоциированность лесных биотопов центральной лесостепи Омской области представителями видовой ассоциации шмелей (Hymenoptera, Apidae, Bombus)

Крайнов И.В.¹, Саттаров В.Н.²

¹ ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет»

² ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы»

В течение летного периода шмели, входящие в видовую ассоциацию лесостепи Омской области, обитают в различных биотопах и питаются на различных растениях, тем самым ассоциируют биотопы в различной степени. Целью работы стало выявление степени ассоциированности лесных биотопов центральной лесостепи Омской области представителями видовой ассоциации шмелей (Hymenoptera, Apidae, Bombus). Наибольшая ассоциированность лесных биотопов шмелями в центральной лесостепи Омской области характерна для разреженных березово-осиновых и березовых лесов. Наименьшая ассоциированность лесных биотопов шмелями центральной в лесостепи Омской области характерна для заболоченных березово-осиновых и березовых лесов. Пик ассоциированности лесных биотопов шмелями в центральной лесостепи Омской области приходится на период со II декады июня до II декады июля.

Ключевые слова: шмель, видовая ассоциация, биотоп, ассоциированность, лесостепь, Омская область.

Видовая ассоциация шмелей Омской области включает в себя виды с сильными и средними ассоциативными связями [1, 2]. В течение всего летного периода шмели, входящие в видовую ассоциацию лесостепи Омской области, обитают в различных биотопах и питаются на различных растениях, тем самым ассоциируют биотопы в различной степени. В результате полевых исследований и библиографического анализа удалось установить распределение шмелей видовой ассоциации по основным биотопам центральной лесостепи Омской области.

Целью работы стало выявление степени и динамики ассоциированности лесных биотопов центральной лесостепи Омской области представителями видовой ассоциации шмелей (Hymenoptera, Apidae, Bombus).

Задачи: 1) изучить степень ассоциированности лесных биотопов центральной лесостепи Омской области представителями видовой ассоциации шмелей; 2) выявить динамику ассоциированности лесных

биотопов центральной лесостепи Омской области представителями видовой ассоциации шмелей.

Методами работы стали полевые исследования, которые проводились в ходе комплексных экологических экспедиций, организованных и финансируемых Омским областным клубом натуралистов «Птичья Гавань» (1983–2002 гг.), Омским отделением Русского географического общества, Омским отделением РосГео и ФГУ ТФИ ПРиООС МПР России по Омской области (2003–2010 гг.), в т.ч. совместно с правительством Омской области (2007–2014 гг.). В работе использованы полевые определители [3, 4]; систематика видов шмелей дана по Williams P. [5], приведены наиболее употребимые русские названия видов, в ряде случаев — адекватные латинским. Ассоциированность биотопа шмелями - количество ассоциативных связей определенных видов с другими видами в видовых ассоциациях шмелей в конкретном биотопе. Расчет произведен по формуле:

$$Ab = (Cи+Cр)/Na, \quad (01)$$

где: (Cи+Cр) – количество сильных и средних ассоциативных связей видов; Na - количество видов в ассоциации. Принято деление на 4 категории: отсутствие ассоциированности (0), низкая (0,1–5,0), средняя (5,1–10,0), высокая (10,1 и более).

Шмели видовой ассоциации встречаются на кормовых растениях, произрастающих в различных биотопах центральной лесостепи Омской области. Наибольшее количество биотопов посещают: шмель садовый, шмель малый земляной, шмель Зихеля, шмель конский, шмель-кукушка привязанный. Наибольшее количество видов видовой ассоциации шмелей встречаются в полуоткрытых и открытых местах обитания. Наименьшее количество закрытых биотопов посещает шмель пластинчатозубый.

В разреженных березовых лесах (колках) шмели видов, входящих в видовую ассоциацию, посещают кормовые растения с I декады мая по III декаду сентября. Наибольшая ассоциированность (6,0) наблюдается со II декады июня по I декаду июля, когда шмели всех видов, составляющих ассоциацию, посещают зопник клубненосный и другие растения, наименьшая ассоциированность (0,3) наблюдается в I декаде мая, когда шмели только двух видов, входящих в ассоциацию, посещают адонис весенний и медуницу мягенькую. Кроме шмелей видов, составляющих ассоциацию, эти растения посещают другие шмели.

В березовых лесах (колках) с сомкнутыми кронами шмели видов, входящих в видовую ассоциацию, посещают кормовые растения с III декады мая по I декаду сентября. Наибольшая ассоциированность (4,3) наблюдается

в III декаду июня, когда шмели десяти видов, составляющих ассоциацию, посещают лабазник вязолистный и другие растения, наименьшая ассоциированность (0,1) наблюдается в I декаде сентября, когда шмели только двух видов, входящих в ассоциацию, посещают нивяник обыкновенный и другие растения. Кроме шмелей видов, составляющих ассоциацию, эти растения посещают другие шмели.

Во влажных березовых лесах (колках) шмели видов, входящих в видовую ассоциацию, посещают кормовые растения с III декады мая по III декаду августа. Наибольшая ассоциированность (5,2) наблюдается во II - III декады июля, когда шмели всех видов, составляющих ассоциацию, посещают чину луговую, черноголовку обыкновенную и другие растения, наименьшая ассоциированность (0,2) наблюдается в III декаде августа, когда шмели только трех видов, входящих в ассоциацию, посещают горошек лесной. Кроме шмелей видов, составляющих ассоциацию, эти растения посещают другие шмели.

В сырых березовых лесах (колках) шмели видов, входящих в видовую ассоциацию, посещают кормовые растения с III декады мая по II декаду июня и со II декады июля по II декаду августа. Наибольшая ассоциированность (2,2) наблюдается со II декады июля по II декаду августа, когда шмели восьми видов, составляющих ассоциацию, посещают чистец болотный, наименьшая ассоциированность (0,5) наблюдается с III декады мая по II декаду июня, когда шмели четырех видов, входящих в ассоциацию, посещают смородину черную и другие растения. Кроме шмелей видов, составляющих ассоциацию, эти растения посещают другие шмели.

В заболоченных березовых лесах (колках) шмели видов, входящих в видовую ассоциацию, посещают кормовые растения с III декады мая по II декаду июня. Наибольшая ассоциированность (1,2) наблюдается в I - II декады июня, когда шмели шести видов, составляющих ассоциацию, посещают горошек заборный, наименьшая ассоциированность (0,8) наблюдается в III декаде мая, когда шмели пяти видов, входящих в ассоциацию, также посещают горошек заборный. Кроме шмелей видов, составляющих ассоциацию, эти растения посещают другие шмели.

В разреженных осиново-березовых лесах шмели видов, входящих в видовую ассоциацию, посещают кормовые растения с I декады мая по III декаду сентября. Наибольшая ассоциированность (6,0) наблюдается со II декады июня по I декаду июля, когда шмели всех видов, составляющих ассоциацию, посещают зопник клубненосный и другие растения, наименьшая ассоциированность (0,3) наблюдается в I декаде мая, когда шмели только двух видов, входящих в ассоциацию, посещают адонис весенний и медуницу

мягенькую. Кроме шмелей видов, составляющих ассоциацию, эти растения посещают другие шмели.

В осиново-березовых лесах с сомкнутыми кронами шмели видов, входящих в видовую ассоциацию, посещают кормовые растения с I декады мая по II декаду сентября. Наибольшая ассоциированность (4,9) наблюдается с III декады июня по I декаду июля, когда шмели 12 видов, составляющих ассоциацию, посещают чину луговую, лабазник вязолистный и другие растения, наименьшая ассоциированность (0,1) наблюдается в I - II декадах мая, когда шмели только двух видов, входящих в ассоциацию, посещают иву козью. Кроме шмелей видов, составляющих ассоциацию, эти растения посещают другие шмели.

Во влажных осиново-березовых лесах шмели видов, входящих в видовую ассоциацию, посещают кормовые растения с I декады мая по III декаду августа. Наибольшая ассоциированность (5,1) наблюдается с III декады июня по I декаду июля, когда шмели 12 видов, составляющих ассоциацию, посещают чину луговую, лабазник вязолистный, черноголовку обыкновенную и другие растения, наименьшая ассоциированность (0,1) наблюдается в I - II декадах мая, когда шмели только двух видов, входящих в ассоциацию, посещают иву белую. Кроме шмелей видов, составляющих ассоциацию, эти растения посещают другие шмели.

В сырых осиново-березовых лесах шмели четырех видов, входящих в видовую ассоциацию, посещают смородину черную и другие растения с III декады мая по II декаду июня, в этот период ассоциированность (0,5). Кроме шмелей видов, составляющих ассоциацию эти растения посещают другие шмели. В заболоченных осиново-березовых лесах шмели восьми видов, входящих в видовую ассоциацию посещают чистец болотный со II декады июля по II декаду августа, в этот период ассоциированность (2,2). Кроме шмелей видов, составляющих ассоциацию эти растения посещают другие шмели.

В лесных биотопах установлено уменьшение количества видов в видовой ассоциации, ассоциированность биотопов шмелями происходит от разреженных березово-осиновых и березовых лесов до березово-осиновых и березовых лесов с сомкнутыми кронами, влажных, сырых и заболоченных.

В начале и конце летной активности летной активности шмелей наиболее ассоциированы разреженные березово-осиновые и березовые леса.

В результате исследований впервые удалось выявить распределение шмелей видовой ассоциации по основным биотопам центральной лесостепи Омской области, что впервые позволило установить ассоциированность

биотопов шмелями, а также установить особенности её изменения в течение всего лета шмелей.

Выводы: 1. Наибольшая ассоциированность лесных биотопов шмелями в центральной лесостепи Омской области характерна для разреженных березово-осиновых и березовых лесов. Наименьшая ассоциированность лесных биотопов шмелями центральной в лесостепи Омской области характерна для заболоченных березово-осиновых и березовых лесов. 2. Пик ассоциированности лесных биотопов шмелями в центральной лесостепи Омской области приходится на период со II декады июня до II декады июля.

Литература

1. Крайнов И.В. Трофическая характеристика надвидовой ассоциации шмелей Омской лесостепи // Омский научный вестник. 2015. № 1(138). С. 178-181.
2. Крайнов И.В., Кассал Б.Ю. Надвидовые ассоциации шмелей (Hymenoptera, Apidae, Bombini) лесостепного Прииртышья // Омский научный вестник. 2015. № 1(138). С. 237-240.
3. Определитель насекомых европейской части СССР. Т. III. Перепончатокрылые / Под общ. ред. Г. С. Медведева. – Л: Наука, 1978. – Ч. I. – 584 с.
4. Michener, C. D. The bees of the world / C. D. Michener. – Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2007. – 963 p.
5. Williams, P. An annotated checklist of bumble bees with an analysis of patterns of description (Hymenoptera: Apidae, Bombini) / P. Williams // Bull. Nat. Hist. Mus. London. (Ent.). – 1998. – Vol. 67 (1). – P. 79–152.

Введение в культуру *in vitro* различных сортов смородины, бузины и сирени

Лазуренко А.В.

Уфимский университет науки и технологий

Один из самых эффективных методов получения растений без потери сортовых особенностей - метод размножения растений *in vitro* или микроклональное размножение растений (Ишмуратова, Головина, 2017). Способ позволяет получить большое количество посадочного материала в минимальные сроки, что важно в селекции и коммерческом применении. Кроме того, при необходимости можно получить растения из не зараженных клеток, что позволяет получать оздоровленные клоны (Сковородников, 2011). При этом такой способ очень требователен как к квалификации работника, так и к реагентам и растениям – источникам материала (Атрощенко, 1995).

Один из важнейших этапов микроклонального размножения – введение в культуру тканей и органов растений. При этом будущие экспланты проходят этап стерилизации в различных средах, а после высаживаются в стерильную среду.

На базе лаборатории репродуктивной биологии и клонирования растений УУНиТ проводились работы по введению в культуру различных растений:

Смородина сортов селекции республики Башкортостан: «Валовая», «Караидель», «Чишма», «Бельская», «Венера», «Сеянец голубки». Сирень «Заря коммунизма». Бузина черная.

Во всех случаях вводились в культуру вегетативные почки растения.

При разработке методов стерилизации экспланта и введении их *in vitro* за основу взяты подходы, отраженные в работе Ишмуратовой М.М., Головиной Л.А. (Ишмуратова, Головина, 2017). Стерилизация осуществлялась по следующему плану: Промывка в воде и мыльном растворе, раствор Бриллиант, разведенный 1/100 в воде, время обработки: 40 мин., Белизна, время обработки: 10 мин., хлоргексидин время обработки: 45 мин., погружение в спирт 70% на 1 мин., промывка аскорбиновой кислотой.

Введение в культуру 16.02.2023.

Вводились виды/сорта:

1. Смородина «Бельская», вводилось 9 эксплантов, из них 7(77,8%) стерильны, 1(11,1%) заражение и 1(11,1%) стерилен и жизнеспособен.

2. Смородина «Валовая» вводилось 8 эксплантов, из них 7(87,5%) стерильны и 1(12,5%) стерилен и жизнеспособен.

3. «Сеянец голубки» вводилось 8 эксплантов, из которых все 8 (100%) были стерильны, но не жизнеспособны.

Введение в культуру 29.03.2023.

Вводились виды/сорта:

1. Смородина «Валовая» вводилось 9 эксплантов, из них 8 (88,8%) стерильны и 1 (11,1%) стерилен и жизнеспособен.

2. Смородина «Венера» вводилось 8 эксплантов, из которых все 8 (100%) были стерильны, но не жизнеспособны.

3. Смородина «Чишма» вводилось 8 эксплантов, из них 7 (87,5%) стерильны и 1 (12,5%) стерилен и жизнеспособен.

4. Смородина «Караидель» вводилось 10 эксплантов, из них 9 (100%) стерильны, в одном случае (11,1%) наблюдалось заражение.

Введение в культуру 27.04.2023.

Вводились виды/сорта:

1. Смородина «Бельская», вводилось 11 эксплантов, из которых все 11 (100%) были стерильны, но не жизнеспособны.

2. Смородина «Эстафета» вводилось 7 эксплантов, из которых все 7 (100%) были стерильны, но не жизнеспособны.

3. Смородина «Валовая» вводилось 8 эксплантов, из которых все 8 (100%) были стерильны, но не жизнеспособны.

4. Смородина «Венера» вводилось 6 эксплантов, из которых 5 (83,3%) стерильны и 1 (16,7%) стерилен и жизнеспособен.

5. Бузина черная 12 эксплантов, из них 10 (83,3%) стерильны и 2 (16,7%) стерильны и жизнеспособны.

6. Сирень «Заря коммунизма» вводилось 17 эксплантов, из них 16 (94,2%) стерильны и 1 (5,8%) стерильны и жизнеспособны.

По итогам весенних работ видно, что сорт смородины «Валовая» был успешно введен в 8,7% случаев (2 из 23), «Венера» в 7,1% (1 из 14), «Чишма» 12,5% (1 из 8), «Бельская» 5% (1 из 20), Сорты «Сеянец голубки» и «Эстафета» пока не удалось ввести. Бузина черная – было введено 2 экспланта из 12 что составляет 16,6%. Сирень была успешно введена в 5,8% случаев (1 из 17).

При этом был достигнут приемлемый уровень стерилизации эксплантов, заражения в пробирке наблюдались только в 2 случаев из всех.

В настоящее время продолжают работы по поиску подходящих стерилизующих агентов и оптимального времени стерилизации.

Литература

1. Атрощенко Г.П. Научные основы ускоренного оздоровления и размножения смородины при производстве элиты : автореферат дис. ... доктора сельскохозяйственных наук : 06.01.07.- Мичуринск, 1995.- 59 с.: ил.
2. Сковородников Д.Н., Сазонов Ф.Ф. Особенности клонального микроразмножения смородины черной //Плодоводство и ягодоводство России. – 2011. – Т. 26. – С. 395-400.
3. Ишмуратова М.М., Головина Л.А. Размножение сортов смородины черной (*Ribes nigrum* L.) башкирской селекции в культуре *in vitro* // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». 2017. №4. С. 455-461.

Физико-химическая и биохимическая характеристика гидролаз *Bacillus thuringiensis*

Михайлова А.Р., Шуганова А.В., Фаткуллин И.Я.

Уфимский университет науки и технологий

Ризосферные бактерии, благоприятно влияющие на рост растений и урожайность коммерчески важных культур, называют ризобактериями, стимулирующими рост растений (PGPR). Бактерии *Bacillus* spp., входящие в PGPR, оказывают положительное влияние на растения, способствуя росту растений с помощью синтеза ауксинов, гиббереллинов и цитокининов, синтезу органических кислот, антагонизму патогенных микроорганизмов, фиксации азота и др. Интерес к *Bacillus* spp. повышен, так как они обладают широким спектром применения, способны индуцировать естественные антистрессовые пути в растениях, считаются экологически чистой и биобезопасной альтернативой фунгицидам/ бактерицидам, а также применяются для борьбы с различными патогенами во время обработки, транспортировки и хранения фруктов (Daniel Valtierra-de-Luis, et al., 2020). Одним из таких штаммов является *Bacillus thuringiensis*.

Для определения термостабильности получали супернатант гомогената клеток *Bacillus thuringiensis*, иммобилизовывали субстрат в полиакриламидном геле, выдерживали при заданной температуре в течение 20 минут, затем определяли активность количественно по степени гидролиза иммобилизованного субстрата с использованием ПААГ (Maria Helena Neves Lobo Silva-Filha, et al., 2021). Для определения активности протеолитических ферментов использовали ПААГ (6%) с иммобилизованным желатином (1%), окраска Кумасси. Для определения активности амилолитических ферментов использовали ПААГ с иммобилизованным крахмалом (1%), окраска раствором Люголя. Активность внутриклеточных амилаз была максимальна при температуре 60 °С, внеклеточных при 50 °С. Протеазы клеток сохраняют высокую активность при прогревании до 60 градусов. Активность протеаз среды снижается с повышением температуры выше 50 градусов.

Для определения рН-оптимума активности образцы готовили с использованием буферных растворов с различными значениями рН, затем определяли активность аналогичным методом (Sheila, et al., 2020). Было выявлено, что пик ферментной активности клеточных амилаз находится в диапазоне рН=7-8, а внеклеточных рН=6, пик ферментной активности протеаз находится в диапазоне рН=7,5-8,5 (Bravo, et al., 2007).

В результате эволюции растения выработали механизмы защиты от бактериальных агентов. Устойчивость растений к патогенам определяется взаимодействием комплементарной пары генов растения устойчивости (R) и гена авирулентности (Avr). Продукты экспрессии устойчивости некоторых R генов установлены (Thomsen, et al., 1999). Это белки, содержащие лейциновый повтор, протеинкиназный и нуклеотидсвязывающий домены. Должную роль в механизмах защиты играют и элиситоры. Растительные

глюканы, разрушая полисахариды клеточных стенок грибов и бактерий, превращают их в α -связанные глюканы и хитозан (Whalon, et al., 1998). Элиситором является и липогликопротеиновый комплекс, арахидоновая и эйкозапентаеновая кислоты. При разрушении пектиновых полисахаридов растительных клеточных стенок полигалактуроназами патогенов образуются конститивные или эндогенные элиситоры индуцирующие защитные реакции. В нашем исследовании было обнаружено, что экстракты листьев всех исследованных растений показали присутствие ингибиторов, значимо понижающих активность амилаз и протеаз. Наибольшее снижение активности внутриклеточных амилаз было характерно для томата, перца и паслена.

Антимикробные пептиды (AMPs) – молекулы, состоящие из 12–50 аминокислотных остатков, обладающие антимикробной активностью, являющиеся ключевым компонентом систем иммунной защиты организмов. В нашей работе мы исследовали пептиды, выделенные из *Echinochloa crusgalli*. В присутствии различных антимикробных пептидов наблюдается крайне незначительно снижение активности ферментов, которое, в целом, находится в пределах погрешности измерения. Ранее было показано, что данные пептиды обладают очень слабой способностью ингибировать протеазы фитотоксины, с чем согласуются и наши данные.

Литература

1. Daniel Valtierra-de-Luis, Maite Villanueva, Colin Berry, and Primitivo Caballero. Potential for *Bacillus thuringiensis* and Other Bacterial Toxins as Biological Control Agents to Combat Dipteran Pests of Medical and Agronomic Importance // *Toxins (Basel)*. - 2020 Dec 5. – V. 12(12). – P. 773
2. Maria Helena Neves Lobo Silva-Filha, Tatiany Patricia Romão et other. Bacterial Toxins Active against Mosquitoes: Mode of Action and Resistance // *Toxins*. – 2021. – V. 13(8). – P. 523
3. Sheila A. Martínez-Zavala, Uriel E. Barboza-Pérez, Gustavo Hernández-Guzmán, Dennis K. Bideshi. Chitinases of *Bacillus thuringiensis*: Phylogeny, Modular Structure, and Applied Potentials // *Front Microbiol.* – 2020. – V.10. – P. 3032
4. Bravo, A., Gill, S. S., and Soberón, M. Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. *Toxicon*. – 2007. – V. 49. – P. 423-435
5. Thomsen L. Natural occurrence of *Bacillus thuringiensis* in Lithuanian forest ecosystems / L. Thomsen, J. Eilenberg, P. Zolubas, A. Ziogas, S. Harding // *Capturing the potential of biological control: 7th European meeting at Vienna, (Austria), 22-26 March 1999.* -Dijon: IOBC/WPRS, 2000. - P. 279-282
6. Whalon M.E. *Bacillus thuringiensis*: use and resistance management / *Insecticides with novel modes of action: mechanisms and application* / M.E. Whalon, W.H. MsGaughey, ed. by I. Ishaaya, D. Degheele. - Berlin: Springer, 1998. - P.106-137

Анализ распространения полиморфных вариантов rs11385942 гена LZTFL1 и rs657152 гена АВ0 в популяциях карелов и вепсов

Нагуманов Т.А.¹, Екомасова Н.В.^{1,2}, Джаубермезов М.А.^{1,2},
Гимранова А.В.¹, Камалова С.Н.¹, Хуснутдинова Э.К.^{1,2}

¹ Уфимский университет науки и технологий

² Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН

В статье Ellinghaus 2020 было показано, что аллель GA полиморфного варианта rs11385942 гена LZTFL1, является рисковым и примерно в 1,5 раза чаще встречается среди госпитализированных пациентов, находящихся на аппаратах искусственной вентиляции лёгких, чем среди пациентов, находящихся на оксигенотерапии. Также была подтверждена ассоциация rs657152 локуса 9q34.2 гена АВ0 с COVID-19 и показано, что 2 группа крови относится к рисковому группе.

В исследовании приняло участие 164 неродственных индивида из них 100 из популяций карелов и 64 из популяции вепсов.

В результате исследования было показано, что генотип G/G полиморфного варианта rs11385942 гена LZTFL1 в популяции карелов встречается с частотой 90%, генотип G/GA встречается с частотой 10%, генотип GA/GA в популяции не встречается. В популяции вепсов генотип G/G полиморфного варианта rs11385942 гена LZTFL1 встречается с частотой 84,4%, генотип G/GA с частотой 12,5%, генотип GA/GA встречается с частотой 3,1%.

Также в ходе исследования было показано, что генотип C/C полиморфного варианта rs657152 гена АВ0 в популяции карелов встречается с частотой 43%, генотип A/C с частотой 35%, а генотип A/A с частотой 22%. В популяции вепсов генотип C/C полиморфного варианта rs657152 гена АВ0 встречается с частотой 32,8%, генотип A/C с частотой 54,7%, A/A генотип с частотой 12,5%.

Исследование поддержано грантом РФФИ №21-74-00104, в части генотипирования и статистической обработки полученных данных, и грантом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№. 075-03-2021-193/5) в части подготовки образцов к исследованию.

Идентификация мутаций методом секвенирования у больных с заболеваниями соединительной ткани

Ниценко Н.Н., Муллаянова И.Р., Надыршина Д.Д.

Уфимский университет науки и технологий

При патологии соединительных тканей чаще всего у пациентов идентифицируются мутации в генах коллагена. С целью выявления структурных изменений у пациентов с патологией соединительных тканей из РБ нами были изучены 8-10 экзонные и интронные участки гена COL1A1.

Ген COL1A1, кодирующий альфа 1 цепь, локализуется на хромосоме 17q21.31-q22 и содержит 51 экзон, длина гена 18 тыс.п.н. В настоящее время обнаружено более 1500 мутаций в этом гене у больных соединительных тканей: инсерции, разнообразные делеции, однонуклеотидные замены, сплайсинговые и нонсенс-мутации.

Изменения в гене COL1A1 чаще всего обусловлены аутосомно-доминантным наследованием. Мутации в гене COL1A1 приводят к развитию незавершенного (несовершенного) остеогенеза типов I-IV, синдрома Элерса-Данло (СЭД) артрохалазийного типа, синдрома Элерса-Данло классического типа, болезни Каффи и идиопатического остеопороза. При СЭД также наблюдаются патологии кожи и опорно-двигательного аппарата (выраженная гипермобильность суставов, подвывихи тазобедренных, коленных, локтевых и голеностопных суставов, умеренной гиперрастяжимостью кожи).

Секвенирование образцов ДНК пациентов с НО позволило идентифицировать 1 мутацию с.658С>Т (р.Arg220X) в гене COL1A1 у пациента татарско-этнической принадлежности.

Пациент характеризовался большим количеством переломов (больше 10), несовершенным дентиногенезом, голубыми склерами. Замена цитозина в тимин в 658 положении к ДНК приводит к образованию стоп кодона в 220 положении белка.

Обнаруженная мутация с.658С>Т возникла у пациента *de novo*. Показано, что более половины пациентов (около 60%), которые имеют мутации в генах COL1A1/ COL1A2 возникают спорадически. Выявленная нами мутация с.658С>Т (р.Arg220X) является количественной, или мутацией гаплонедостаточности, которая приводит к образованию стоп-кодона, т.е. к уменьшению количества белка. Как правило, такие мутации приводят к лёгким формам заболевания. Мутация р.Arg220* гена COL1A1 встречается в популяциях итальянцев, китайцев, шведов и в Великобритании.

Пациенты, охарактеризованные зарубежными исследователями, имели схожую клиническую картину с больными из РБ.

Показана четкая корреляция между типом НО и дефектом коллагена. Патогенные варианты коллагена с гаплонедостаточностью коррелируют с более легкими типами НО, что приводит к 1 и 4 типам заболевания. Структурные патогенные варианты вызывают синтез аномального белка. Дефектный белок секретируется вовнеклеточный матрикс и препятствует фибрилlogenезу, коллагеновой матрице, костным клеткам и гидроксиапатиту. Структурные патогенные варианты влияют на внеклеточный матрикс сильнее, чем варианты гаплонедостаточности.

Коллагены являются членами одного из самых важных семейств структурных белков в высших организмах. Мутации в основных генах фибриллярного коллагена приводят к несовершенному остеогенезу (COL1A1 и COL1A2, кодирующие цепи коллагена I типа), хондродисплазиям (COL2A1, кодирующей цепи коллагена II типа) и сосудистому синдрому Элерса-Данлоса (COL3A1, кодирующей цепи коллагена III типа). За последние 2 десятилетия мутации в этих генах коллагена были каталогизированы в надежде понять молекулярную этиологию заболеваний, вызванных этими мутациями, охарактеризовать отношения генотип-фенотип и разработать надежные модели, предсказывающие молекулярные и клинические исходы. Чтобы лучше достичь этих целей, необходимо понять естественные закономерности вариации генов коллагена в человеческих популяциях.

Некоторые исследователи сообщают, что взаимосвязь между фенотипом и генотипом при НО существует до определенной степени, многие носители одних и тех же мутаций могут иметь разные фенотипы.

Хотя роль патогенных вариантов коллагена I типа на фенотип выяснена, современные знания не отражают всех нюансов гено-фенотипических корреляций, т.к. одна и та же мутация может привести к различным клиническим проявлениям, даже между членами одной семьи. Также наблюдается эффект утяжеления клинических проявлений заболевания в ряду поколений при одинаковых мутациях гена COL1A1 у членов семей.

Анализ ассоциаций полиморфных вариантов генов TIMP-2 и TIMP-3 с язвенной болезнью

Нургалиева А.Х.¹, Васильев Е.С.¹, Шаймарданова Э.Х.¹, Петрова С.Г.¹, Масалимова М.Д.¹, Габбасова Л.В.³, Э.К. Хуснутдинова^{1,2}

¹ Уфимский университет науки и технологий

² Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН

³ Башкирский государственный медицинский университет

Язвенная болезнь (ЯБ) – это хроническое заболевание, в основе которого лежит рецидивирующая язва желудка или двенадцатиперстной кишки (ДПК). Одной из вероятных причин возникновения язвенного поражения слизистой оболочки желудка или ДПК считают инфицирование бактерией *Helicobacter pylori*, однако ульцерогенность ее зависит от большого количества эндогенных и экзогенных факторов риска.

Материалом для исследования послужили образцы ДНК 353 пациентов с язвенной болезнью, 114 из которых были заражены *H. Pylori*, и 285 здоровых индивидов. Генотипирование проводилось с помощью методов ПЦР-ПДФ.

При изучении полиморфного варианта rs8179090 гена TIMP-2 у больных ЯБ и здоровых доноров установлено, что во всех обследуемых группах по частоте доминирует генотип rs8179090*GG, встречающийся с частотой 97.87–98.02% в группе индивидов, страдающих ЖКТ-патологией, и с частотой 87.50-98.75% - в контроле, а также образующий его аллель rs8179090*G, выявленный на 98.91-99.00% хромосом у пациентов в различных этнических группах. Анализ распределения частот аллелей и генотипов не показал статистически достоверных различий между изученными выборками пациентов с ЯБ и контроля ($p > 0.05$). Также не обнаружено ассоциаций полиморфного варианта rs8179090 гена TIMP-2 с риском развития ЯБДПК или с риском развития ЯБ на фоне инфицирования *H. pylori*. Не обнаружено статистически достоверных различий в распределении частот аллелей и генотипов ДНК-локуса rs8179090 гена TIMP-2 у мужчин.

Частота встречаемости аллелей и генотипов полиморфного варианта rs9619311 гена TIMP-3 у индивидов 3х этносов РБ представлена в таблице. Распространенный аллель rs9619311*T, выявленный у больных в различных этнических группах встречался с частотой 70.75-80.49%, а у здоровых доноров – 55.56-60.33%. Среди генотипов чаще встречался гомозиготный по данному аллелю генотип rs9619311*T/T (больные – 54.71-70.73%, контроль – 1.21-41.30%).

Сравнительный анализ распределения частот аллелей и генотипов полиморфного локуса rs9619311 между больными и здоровыми донорами согласно их этнической принадлежности выявил статистически достоверные различия у татар и русских. У татар с ЯБ генотип rs9619311*Т/Т и образующий его аллель rs9619311*Т обнаруживались с частотой 70.73% и 80.49% , тогда как в группе здоровых индивидов встречались лишь в 41.30% и 60.33% случаев – являются маркерами повышенного риска развития сочетанных форм ЯБ ($\chi^2=14.01$, $p=0.0001$; OR=3.43; 95%CI 1.82-6.45 и $\chi^2=15.78$, $p=0.0001$; OR=2.71; 95%CI 1.67-4.41, соответственно). Для лиц русской этнической принадлежности выявлено, что аллель rs9619311*Т и генотип rs9619311*Т/Т также являются маркерами повышенного риска развития описываемой патологии ($\chi^2=15.42$, $p=0.0001$; OR=2.84; 95%CI 1.69-4.76 и $\chi^2=19.60$, $p=0.0001$; OR=4.54; 95%CI 2.33-8.85, соответственно). Обнаружено, что в контрольной группе татар и русских достоверно чаще встречался гетерозиготный генотип rs9619311*С/Т (38.04% и 52.54%, соответственно), чем в описываемых группах больных (19.51% и 23.33%, соответственно) – $\chi^2=6.31$, $p=0.006$; OR=0.39; 95%CI 0.19-0.77 и $\chi^2=12.70$, $p=0.0002$; OR=0.27; 95%CI 0.13-0.55, соответственно. Для русских и татар установлено, что маркером пониженного риска развития ЯБ является редкий аллель rs9619311*С, встречающийся с частотой 41.53% и 39.67% случаев в контроле по сравнению с группой больных ($\chi^2=15.42$; $p=0.0001$; OR=0.35; 95%CI 0.20-0.59 и $\chi^2=15.78$; $p=0.0001$; OR=0.37; 95%CI 0.23-0.59, соответственно).

При сравнении лиц, страдающих ЯБДПК без сочетания ЯБЖ, с объединенной выборкой здоровых доноров, показано, что маркером повышенного риска также является генотип rs9619311*Т/Т, встречающийся среди пациентов татарской и русской этнической принадлежности с частотой 69.70-71.74% по отношению к аналогичной группе лиц без признаков данной патологии ($\chi^2=11.32$, $p=0.0004$; OR=3.26; 95%CI 1.67-6.38; $\chi^2=23.58$, $p=0.0001$; OR=6.94; 95%CI 3.10-15.55, соответственно). В контрольных группах описываемых этнических групп гетерозиготный генотип rs9619311*С/Т обнаружен достоверно чаще, чем в группах больных (21.21 и 21.74% случаев, соответственно) – $\chi^2=4.33$, $p=0.01$; OR=0.43; 95%CI 0.21-0.91 и $\chi^2=11.53$, $p=0.0003$; OR=0.25; 95%CI 0.11-0.55. Установлено, что для лиц татарской и русской этнической принадлежности маркером пониженного риска развития изъязвлений слизистой ДПК является аллель rs9619311*С, обнаруженный на 39.67 и 41.53% хромосом в контроле и 17.39 и 19.70% - больных ($\chi^2=13.34$, $p=0.001$; OR=0.37; 95%CI 0.22-0.62 и $\chi^2=15.95$, $p=0.0001$; OR=0.29; 95%CI 0.16-0.53, соответственно), а маркерами повышенного риска

развития дуоденальной язвы аллель rs9619311*Т ($\chi^2=13.34$, $p=0.001$; OR=2.71; 95%CI 0.22-0.62 и $\chi^2=15.95$, $p=0.0001$; OR=2.23; 95%CI 0.16-0.53). Обнаружены ассоциации полиморфного варианта rs9619311 гена TIMP-3 с риском развития ЯБ на фоне инфицирования *H. pylori*. У представителей татарской и русской этнической принадлежности выявлена взаимосвязь между наличием генотипа rs9619311*Т/Т и риском развития ЯБ ($\chi^2=6.27$, $p=0.006$; OR=2.96; 95%CI 1.32-6.61 и $\chi^2=7.63$, $p=0.003$; OR=4.21; 95%CI 1.57-11.28, соответственно). Частота встречаемости генотипа rs9619311*С/Т у больных татар была ниже, чем в контроле ($p=0.05$). Установлено, что гетерозиготный генотип rs9619311*С/Т обнаруживался достоверно чаще в группе здоровых доноров, чем в аналогичной группе *H. pylori*-положительных русских, больных ЯБ ($\chi^2=3.19$, $p=0.03$; OR=0.36; 95%CI 0.13-0.99).

Таким образом, установлена ассоциация с риском развитием язвенного дефекта в слизистой оболочке желудка и ДПК полиморфного варианта rs9619311 гена TIMP-3 у татар и русских из РБ.

Литература

1. Bergin, P.J. Increased production of matrix metalloproteinases in *Helicobacter pylori* associated human gastritis / P.J. Bergin, E. Anders, W. Sicheng, E. Johnsson, J. Andersson, H. Lonroth, P. Michetti, Q. Pan-Hammarstrom, M. Quiding-Jarbrink // *Helicobacter*. - 2004. – V. 9. – P. 201–210.
2. Zhang, D-Y. Correlations of MMP-2 and TIMP-2 gene polymorphisms with the risk and prognosis of gastric cancer / D-Y. Zhang, J. Wang, G-Q. Zhang, X.Q. Chu, J.L. Zhang, Y. Zhou. // *Int J Clin Exp Med*. – 2015. – V.8. – Supp.11. – P. 20391-20401

Гены матриксных металлопротеиназ и их тканевых ингибиторов

Нургалиева А.Х.¹, Васильев Е.С.¹, Шаймарданова Э.Х.¹, Габбасова Л.В.³, Хуснутдинова Э.К.^{1,2}

¹ Уфимский университет науки и технологий

² Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН

³ Башкирский государственный медицинский университет

Матриксные металлопротеиназы (ММП) (также называемые матриксинами) – семейство цинк-зависимых эндопептидаз, играющих ключевую роль в расщеплении компонентов экстрацеллюлярного матрикса (ЭЦМ), базальных мембран и ряда клеточных поверхностных белков. В физиологических условиях эти процессы необходимы для эмбрионального развития, морфогенеза, репродукции, тканевой резорбции, ангиогенеза, апоптоза и т. д. (Бобкова и др., 2010). На основании исследования субстратной специфичности ММП можно разделить на три основные группы: I. ММП секреторного типа (классические, свободные, растворимые): коллагеназы (ММП-1, ММП-8, ММП-13), желатиназы (ММП-2, ММП-9, ММП-14); стромелизины (ММП-3, ММП-10, ММП-15), матрилизины (ММП-7).

II. ММП, связанные с клеточными мембранами (мембранный тип МТ-ММП-14, -15, -16, -17).

III. ММП неклассифицированные, не относящиеся к известным подсемействам (ММП-7, -12, -19, -20) (Потеряева и др., 2010).

Повреждения слизистой оболочки желудка непосредственно связано с деградацией внеклеточного матрикса, в которой ММП играют решающую роль. Повышение уровней мРНК интерстициальной коллагеназы (ММП-1), стромелизина-1 (ММП-3) и матрилизина (ММП-7) были обнаружены в образцах ткани слизистой оболочки желудка человека при различных воспалительных заболеваниях, таких как болезнь Крона и язвенный колит. Интересно, что присутствие бактерии *H. pylori* усиливает активность ММП-2 и ММП-9 в клетках внутренней поверхности желудка, эти белки участвуют в разрушении тканей в ходе прогрессирования ЯБ, связанной с хеликобактерной инфекцией (Bergin et al., 2004). Таким образом, гены, кодирующие металлопротеиназы, могут рассматриваться в качестве вероятных генов-кандидатов ЯБ.

Важную роль в патогенезе ЯБ играет коллагеназа (ММП-1), получившая свое название за способность расщеплять коллаген I типа, ген ММП1 картирован на длинном плече хромосомы 11 (11q22.2), состоит из 10 экзонов и 9 интронов, общей протяженностью 8326 п.о. В Германии, в 2006

году было проведено исследование ассоциаций 21 полиморфного варианта генов металлопротеиназ MMP-1 (rs5854, rs470747, rs470221, rs1799750, rs484915), MMP-3 (rs639752, rs476762, rs591058, rs679620, rs3025058), MMP-7 (rs609887, rs14983, rs10502001, MMP7-153, MMP7-181, rs7946323), MMP-9 (rs2274755, rs2664538, rs2236416, rs2274756, rs13925) с риском развития ЯБЖ при наличии инфекции *H.pylori*. Авторы показали, что маркерами повышенного риска развития заболевания являются гаплотипы AGC-A гена MMP-1, GCCGA гена MMP-7, GAAGG гена MMP-9, а гаплотипы ATCCT гена MMP-3, GCCAA гена MMP-7, GGAGG и TGGAA гена MMP-9 были определены как маркеры пониженного риска развития ЯБЖ.

Tomita M. et al., выявили у больных ЯБЖ высокие уровни концентраций MMP-3 и тканевого ингибитора металлопротеиназ-1 (TIMP-1), а также нескольких провоспалительных цитокинов IL-1 β , IL-6, IL-8. Кроме того, уровень MMP-3 был значительно выше на месте изъязвления, чем в антральном отделе желудка, и исследователи предположили, что стромелизин-1 (MMP-3) может выполнять важную функцию в процессе заживлении язвы. В другой работе описано, что у детей, больных гастритом, при наличии инфекции *H.pylori* наблюдается понижение концентрации сывороточного TIMP-1 по сравнению с пациентами соответствующего возраста с отрицательными анализами на наличие данной бактерии.

Изменение активности MMP (как увеличение, так снижение) сопутствует многим заболеваниям человека (опухоли, фиброзирующие заболевания сердца, легких, печени и почек, артрит, язвенная болезнь желудка и т. д.). В 2012 году Cheng H.-C. et al., показали, что уровень экспрессии генов MMP-3,-7,-9 и TIMP-1 повышен в клетках слизистой оболочки желудка у пациентов с ЯБЖ по сравнению с аналогичной тканью здоровых доноров. Кроме того, им удалось обнаружить различия в экспрессии генов между биоптатами, полученными от разных групп пациентов, выделенных на основании главного провоцирующего фактора развития ЯБЖ: первую подгруппу составили индивиды с *H.Pylori*, вторую – больные, употреблявших нестероидные противовоспалительные лекарственные препараты (НПВС). Оказалось, что лица с хеликобактерной инфекцией, у которых вследствие этого развилось изъязвление слизистой оболочки желудка, имеют более высокий уровень экспрессии генов MMP-7, MMP-9 и TIMP-1 в эпителиальных клетках внутренней стенки желудка, чем пациенты, у которых заболевание развилось вследствие использования НПВС. Также увеличение уровня MMP-2 и MMP-3 и MMP-9 было показано в опытах с использованием крыс, больных ЯБ. Имеются данные о том, что

мелатонин подавляет концентрацию матриксных металлопротеиназ, тем самым приводя к заживлению язв желудка (Li et al., 2013).

Таким образом, можно предположить, что полиморфные варианты генов матриксных металлопротеиназ могут приводить к развитию ЯБ, оказывая влияние на разрушительные процессы в клетках эпителия слизистой оболочки желудка и ДПК при развитии воспаления. Для более глубокой и достоверной оценки роли данных генов требуются дальнейшие молекулярно-генетические исследования их полиморфных вариантов в различных популяциях мира.

Литература

1. Бобкова, И. Н. Матриксные металлопротеиназы в патогенезе острых и хронических заболеваний почек (Обзор литературы) / И.Н. Бобкова, Л.В. Козловская, О.А. Ли // Нефрология и диализ. - 2010. - Т.10.- №2. - С.105 - 111.
2. Потеряева, О.Н. Матриксные металлопротеиназы: строение, регуляция, роль в развитии патологических состояний (обзор литературы) / О.Н. Потеряева // Медицина и образование в Сибири. - 2010. - №5. - С.7 - 17.
3. Bergin, P.J. Increased production of matrix metalloproteinases in *Helicobacter pylori* associated human gastritis / P.J. Bergin, E. Anders, W. Sicheng, E. Johnsson, J. Andersson, H. Lonroth, P. Michetti, Q. Pan-Hammarstrom, M. Quiding-Jarbrink // *Helicobacter*. - 2004. – V. 9. – P. 201–210.
4. Li, S-L. Increased expression of matrix metalloproteinase-9 associated with gastric ulcer recurrence / S-L. Li, J-R. Zhao, X-Y. Ren, et al // *World J Gastroenterol* – 2013. – V.28. – P. 4590 – 4595.

Влияние Фитоспорина на массу и высоту проростков растений пшеницы Рахматуллина С.Р.

Уфимский университет науки и технологий

Пшеница - основная зерновая культура и дальнейшее увеличение объема производства ее зерна является одним из условий продовольственной безопасности и укрепления экономики страны. Урожайность яровой пшеницы важный показатель, который может быть неустойчивым по годам, и одной из причин этого являются потери урожая вследствие поражения болезнями вегетативных органов растений пшеницы.

В целях защиты растений от болезней используют химические фунгициды. Однако их применение небезопасно, особенно при производстве зерна пшеницы для продовольственных целей. Благодаря интегрированной системе защиты растений, всё больше очевидна направленность на применение биологических препаратов. Одним из таких биологических препаратов является Фитоспорин. Эффективность данного препарата для защиты растений пшеницы от болезней изучена.

Фитоспорин - препарат нового поколения, биофунгицид с широким спектром и действием. Предназначен для защиты озимой пшеницы и ржи, яровой пшеницы и ячменя, зернобобовых, картофеля, столовой, сахарной свеклы, подсолнечника, риса, хлопчатника, табака, овощных, плодово-ягодных и декоративных культур от комплекса грибных и бактериальных болезней. Препарат пролонгированного действия, защищающий растения в течение всего периода вегетации и при хранении урожая.

В ходе работы выявлено, что Фитоспорин увеличивал накопление массы проростков растений пшеницы на 18,5%. Исследования ростовых параметров у проростков пшеницы показали стимуляцию роста в длину на 8,07%. Фитоспорин оказывает положительный эффект на накопление массы и увеличение длины проростков растений пшеницы.

Обзор связи творческих способностей с гормонами

Рогова К.В.

Уфимский университет науки и технологий

Творчество – один из самых важных видов деятельности человека, но из всех наших поведенческих способностей это одна из наименее исследованных. Понятие креативности связывают с интеллектом, механизмами работы мозга и различных нейромедиаторов, а также – с уровнем гормонов.

Экспериментальный проект, чтобы исследовать, как стрессовые стимулы могут влиять на гормоны стресса и негативные эмоции, впоследствии влияя на рабочую память и креативность в игровых ситуациях был проведен Yeh Y. et al, 2015. Это исследование показало, что концентрация кортизола способствует повышению производительности рабочей памяти и что способность рабочей памяти способствует творчеству во время игр. Между тем, негативные эмоции с высоким уровнем активации и направленностью на продвижение наносят ущерб творчеству. Такое противоречивое открытие предполагает, что рабочая память может быть медиатором концентрации кортизола и креативности только тогда, когда уровень кортизола повышен и негативные эмоции, ориентированные на продвижение, не воспринимаются. Поэтому при разработке игр, направленных на обучение творчеству, важно предусмотреть соответствующие задачи или стрессоры, которые могут повысить концентрацию кортизола до уровня, способствующего вниманию и гибкому мышлению, но до уровня, при котором субъективные высокоактивированные и ориентированные на поощрение негативные эмоции не провоцируются (Yeh Y. et al, 2015).

В исследовании Hassler M., 1991 музыкальных композиторов, музыкантов-инструменталистов и художников сравнивали с немусыкантами из студенческой и нештатной популяции по уровню тестостерона в слюне. Дисперсионный анализ показал значительное групповое взаимодействие по признаку пола. У композиторов-мужчин средние значения тестостерона были значительно ниже, чем у мужчин-инструменталистов и мужчин-немусыкантов; у композиторов-женщин средние значения тестостерона были значительно выше, чем у женщин-инструменталистов и женщин-немусыкантов. Художники обоих полов существенно не отличались от контрольной группы (Hassler M., 1991).

Творческое музыкальное поведение, музыкальный интеллект и пространственные способности были исследованы Hassler M., 1992 в связи с уровнем тестостерона в слюне. В перекрестном исследовании с участием 117 взрослых и в 8-летнем лонгитюдном исследовании со 120 подростками композиторы, музыканты-инструменталисты и немусыканты обоих полов сравнивались с помощью дисперсионного анализа. Результаты показывали, что может существовать оптимальный диапазон тестостерона для выражения

творческого музыкального поведения. Этот диапазон может находиться в нижней части нормального диапазона тестостерона у мужчин и в верхней части нормального диапазона тестостерона у женщин (Hassler M., 1992).

Krug R. et al, 2022 исследовали острое влияние эстрадиола и инсулина и их комбинированного применения на дивергентное (творческое) и конвергентное (арифметическое) мышление, а также кратковременную и рабочую вербальную память у здоровых молодых мужчин. Эстроген по сравнению с плацебо вызывал увеличение уровня эстрадиола в сыворотке крови в 3,5 раза и подавлял концентрацию тестостерона в сыворотке крови на 70%. Эстроген по сравнению с плацебо улучшал творческую работоспособность, то есть беглость речи и гибкость, но не арифметическое мышление, а также вербальную кратковременную память, но не зрительно-пространственную память. Комбинация эстрогена и инсулина повышала способность к распознаванию при замедленном воспроизведении вербальной памяти; один только инсулин оставался без эффекта. Таким образом результаты показали, что острое когнитивное воздействие инсулина у молодых мужчин ограничено и не усиливается эстрадиолом в значительной степени. Эстрадиол сам по себе оказывает благотворное острое воздействие на творческую и вербальную работоспособность здоровых молодых мужчин (Krug R. et al, 2022).

Также Krug R. et al, 1994 было исследовано влияние менструального цикла на креативность. Во время преовуляторной фазы креативность в целом улучшалась, когда концентрации эстрогена и лютеинизирующего гормона в сыворотке крови были самыми высокими, тогда как двигательная активность снижалась. У женщин, которые принимали противозачаточные таблетки (комбинированный препарат эстрогена и прогестина), не наблюдалось преовуляторного улучшения дивергентного мышления и преовуляторного снижения двигательной настойчивости (Krug R. et al, 1994).

Литература

1. Hassler M. Creative musical behavior and sex hormones: musical talent and spatial ability in the two sexes. *Psychoneuroendocrinology*. 1992. V. 17. No. 1. P. 55-70.
2. Hassler M. Testosterone and artistic talents. *Int J Neurosci*. 1991. V. 56. No. 1-4. P. 25-38.
3. Krug R., Beier L., Lämmerhofer M., Hallschmid M. Distinct and Convergent Beneficial Effects of Estrogen and Insulin on Cognitive Function in Healthy Young Men. *J Clin Endocrinol Metab*. 2022. V. 107. No. 2. P. 582-593.
4. Krug R., Stamm U., Pietrowsky R., Fehm H. L., Born J. Effects of menstrual cycle on creativity. *Psychoneuroendocrinology*. 1994. V. 19. No. 1. P. 21-31.
5. Yeh Y., Lai G., Lin C. F., Lin C., Sun H. How stress influences creativity in game-based situations: Analysis of stress hormones, negative emotions, and working memory. *Computers & Education*. 2015. V. 81. P. 143-153.

Применение информационных технологий при мониторинге окружающей среды

Садаев К.А.

Уфимский университет науки и технологий

В условиях быстрого развития технологий, информационные технологии играют важную роль в разных сферах, включая экологический мониторинг. Применение информационных технологий позволяет значительно повысить эффективность процесса мониторинга окружающей среды. Различные средства информационных технологий, такие как геоинформационные системы, дистанционное зондирование, программное обеспечение для анализа и обработки данных, способны облегчить работу экологов, улучшить качество анализа и повысить точность получаемой информации (Казиахмедов и др., 2018).

Существует множество инструментов, которые можно использовать при мониторинге окружающей среды с помощью информационных технологий. Одним из них является, сенсорные технологии, которые позволяют получать данные об окружающей среде в режиме реального времени, что позволяет быстро выявлять изменения и отслеживать экологическую обстановку в течение времени. Сенсорные технологии используются для измерения различных параметров окружающей среды, таких как температура, влажность, концентрация газов, уровень шума и многие другие. Эти измерения выполняются с помощью датчиков, которые могут быть установлены как на стационарных объектах, так и на подвижных платформах, таких как автомобили и дроны (Ефименко и др., 2018).

Но не только сенсорные технологии, но и другие формы информационных технологий могут быть эффективны при изучении мониторинга окружающей среды. Так, например, геоинформационные системы могут помочь визуализировать данные мониторинга и показать их на карте, что делает процесс анализа более понятным и наглядным. Дистанционное зондирование, в свою очередь, позволяет получать данные о состоянии окружающей среды в труднодоступных или опасных для жизни и здоровья человека местах (Кокиева и др., 2019).

Информационные технологии играют важную роль в мониторинге окружающей среды, позволяя собирать, обрабатывать и анализировать данные о состоянии окружающей среды. Некоторые из применений информационных технологий в мониторинге окружающей среды включают:

1. Системы мониторинга: использование датчиков и других устройств для сбора данных о качестве воздуха, воды, почвы и других аспектах

окружающей среды. Эти данные могут быть собраны и обработаны с помощью специализированных систем мониторинга, которые могут предоставлять реально-временную информацию о состоянии окружающей среды.

2. Геоинформационные системы (ГИС): ГИС используются для анализа и визуализации данных о состоянии окружающей среды. Они могут помочь в определении местоположения источников загрязнения, а также в оценке воздействия на окружающую среду (Parra, 2022).

3. Моделирование: использование компьютерных моделей для прогнозирования изменений в окружающей среде. Модели применяют для оценки воздействия на окружающую среду различных проектов и стратегий.

4. Интернет вещей (IoT): IoT устройства могут использоваться для сбора данных о состоянии окружающей среды, таких как температура, влажность, уровень загрязнения воздуха и т.д. Эти данные могут быть собраны и обработаны с помощью специализированных систем, что позволяет получить более точную информацию о состоянии окружающей среды (Yosra, 2021).

5. Большие данные (Big Data): большие данные незаменимы для анализа больших объемов данных о состоянии окружающей среды. Это может помочь в выявлении тенденций и паттернов, на основании которых принимаются решения в области охраны окружающей среды (Yosra, 2021).

В целом, информационные технологии играют важную роль в мониторинге окружающей среды, позволяя получать более точную и полную информацию о состоянии окружающей среды, что в свою очередь помогает принимать более эффективные решения в области охраны окружающей среды.

При изучении экологического мониторинга необходимыми являются исследования компонентов природной среды. При этом применяют географические информационные системы (ГИС) и Системы удаленного зондирования (СУЗ), которые могут быть очень полезны при работе с водными объектами. Для того чтобы воспользоваться ГИС с водными объектами нужно собрать и обработать данные о гидрологических характеристиках, топографии, характеристиках водных экосистем, а также любые другие данные, которые могут быть полезны при исследовании водных объектов. Эти данные затем можно использовать для создания карт, анализа данных и моделирования (Мухамедрахимова, Халимова, 2020). С помощью ГИС можно создавать цифровые карты водных объектов, определять качество воды в разных точках, анализировать распределение

водных ресурсов, исследовать динамику изменений водных экосистем и многое другое.

Для использования СУЗ с водными объектами необходимо получить спутниковые изображения. Эти изображения могут быть использованы для оценки параметров водной экосистемы, таких как температура воды, прозрачность воды, концентрация веществ, озоновая активность и многое другое. С помощью СУЗ можно изучать изменения в качестве воды во времени и пространстве, анализировать распределение водных ресурсов, обнаруживать зондирование водных объектов и т.д. (Chirala, 2022). Важно правильно обрабатывать и интерпретировать полученные данные с помощью ГИС и СУЗ. Для этого необходимо иметь знания и опыт работы с этими технологиями, а также понимание экологических процессов, которые изучаются.

При изучении мониторинга окружающей среды с использованием информационных технологий становится возможным оптимизировать процесс проведения полевого этапа геоботанических и гидрологических исследований. Вместо использования бумажных карт и бланков геоботанического описания, студенты могут воспользоваться приложениями для мобильных устройств, которые облегчат процесс ориентации на местности и фиксации результатов исследований.

Информационные технологии можно применять также на полевом этапе для повышения эффективности работы и снижения рисков ошибок. Вот несколько примеров: применение мобильных приложений для сбора и анализа данных на месте (можно использовать приложение для сбора геоданных, фотографий, заметок и другой информации в режиме реального времени (Duusebekova и др., 2018); задействование облачных сервисов для хранения и обработки данных. Это позволит сделать доступ к данным удобным для всей команды, а также обеспечить быстрое и безопасное резервное копирование данных (Chao-Tung Yang и др., 2019). Интернет-мониторинг является одним из распространенных подходов для удаленного мониторинга. Многие исследователи работают в области дистанционного мониторинга на основе Интернета. Применение дистанционного мониторинга с помощью дронов или спутниковых снимков. Это позволит быстро и точно оценить состояние полей, провести мониторинг роста культур, определить проблемные зоны и принять меры по устранению недостатков (Qin L, 2018). Задействование искусственного интеллекта и аналитических инструментов для прогнозирования погодных условий, состояния почвы и оценки урожайности. Это поможет принимать взвешенные решения о том, какие культуры выращивать и когда проводить посевы (Yarygin, 2022). Использование систем автоматизации для

мониторинга и управления процессами в режиме реального времени. Например, можно применить автоматические системы полива и удобрения, которые будут следить за состоянием почвы и поддерживать оптимальный уровень влажности и питательности для растений.

Благодаря использованию информационных технологий в процессе изучения мониторинга окружающей среды возможно более эффективное использовать время на полевых практиках.

Таким образом, использование информационных технологий в изучении мониторинга окружающей среды не только помогает повысить интерес студентов к данному предмету, но и способствует улучшению понимания теоретических концепций и практических навыков. Это может включать эксплуатацию интерактивных онлайн-материалов, программного обеспечения для моделирования и визуализации данных, а также сенсорных устройств для сбора и анализа информации о состоянии окружающей среды. С развитием новых технологий развиваются и появляются новые методы, применение которых упрощает получение информации.

Литература

1. Ефименко М. С. Беспроводные сенсорные сети / М. С. Ефименко, С. И. Клымив, Р. Б. Саткенов. // Молодой ученый. 2018. № 51 (237). С. 40-42.
2. Информационные технологии в экологии: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России, Нижневартовск – Нижневартовск: Нижневартовский государственный университет / ред. Т.Б. Казиахмедов. 2018. С. 203.
3. Кокиева Г. Е. Роль технологии географических информационных систем (ГИС-технологии) в современном мире / Г. Е. Кокиева, Ю. Ж. Дондоков, Т. А. Никонова [и др.] // Наука и образование: новое время. 2019. № 1(30). С. 42-46.
4. Мухамедрахимова Г. И. Обзор и анализ актуальных проблем в системе удаленного мониторинга / Г. И. Мухамедрахимова, Т. Н. Халимова // Энигма. 2020. № 21-3. С. 70-82.
5. Chao-Tung Yang, Shuo-Tsung Chen, Walter Den, Yun-Ting Wang, Endah Kristiani. Implementation of an Intelligent Indoor Environmental Monitoring and management system in cloud // Future Generation Computer Systems. 2019. P. 731-749
6. Chirala U. Change Detection Using Landsat Data 2000 and Sentinel Data 2020 for Meghadrigedda Sub-Watersheds Using Hydrogeomorphology, NDWI and, NDVI, Visakhapatnam District, Andhra Pradesh-India. Current Advances in Geography // Environment and Earth Sciences. 2022. P. 77–93.

7. Duysebekova K. S. Use applications for monitoring climate and environmental conditions / K. S. Duysebekova, N. T. Duzbaev, S. T. Amanzholova // The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M.Tynyshpaev. 2018. No. 4(107). P. 223-233.
8. Parra L. Remote Sensing and GIS in Environmental Monitoring // Applied Sciences. 2022.
9. Qin L, Feng S, Zhu H. Research on the technological architectural design of geological hazard monitoring and rescue-after-hazard system based on cloud computing and Internet of things // Int J Syst Assure Eng Manag. 2018.
10. Yarygin G. A. Information support of the "Electronic Nose" gas mixture components recognition system with artificial intelligence in environmental monitoring tasks / G. A. Yarygin, M. V. Bayukin, V. F. Korniyushko // Herald Of Technological University. 2022. Vol. 25, No. 1. P. 81-87.
11. Yosra Hajjaji, Big data and IoT-based applications in smart environments: A systematic review/ Yosra Hajjaji, Wadii Boulila, Imed Riadh Farah, Imed Romdhani, Amir Hussain // Computer Science Review. 2021.

Влияние хлорида кадмия на биохимические процессы в печени белых аутбредных крыс в условиях субхронического эксперимента

Смолянкин Д.А., Байгильдин С.С., Каримов Д.Д., Каримов Д.О., Фазлыева А.С., Кудояров Э.Р.

ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека»

Растущее промышленное загрязнение, ввиду высокого роста населения и индустриализации в развивающихся странах, обострило экологические проблемы в мире (Kandemir, et al., 2021; Mumtaz, et al., 2019). Тяжелые металлы (ТМ), одна из основных групп неорганических поллютантов окружающей среды, представляют собой токсичные элементы, которые выделяются в почву, воду и воздух, а затем попадают в пищевую цепь (Almeer, et al., 2018; Baskaran, et al., 2018). ТМ не поддаются биологическому разложению и вызывают негативные эффекты даже при низких дозах.

В настоящее время кадмий (Cd) - один из наиболее распространенных реакционноспособных тяжелых металлов, содержание которых в окружающей среде значительно возросло ввиду антропогенных и природных источников (Soliman, et al., 2023). В чистом виде в биосфере Cd обычно не встречается, и существует в виде двухвалентного катиона, образующего комплекс с сульфидными рудами цинка, свинца и меди, а также с другими элементами (например, CdCl₂) (Liu, et al., 2020; Ndubuisi, et al., 2020). Ежегодно производится около 13 000 тонн кадмия, в основном для производства аккумуляторов, химических стабилизаторов и металлических покрытий (Rani, et al., 2014). Кадмий широко используется в промышленных процессах. Более того, он может быть обнаружен в грунте при внесении кадмий-содержащих инсектицидов, фунгицидов и минеральных удобрений (Albeltagy, et al., 2023; Sulaiman, et al., 2020). Так, концентрация данного металла в сельскохозяйственных почвах в некоторых странах увеличивается на 0,2% в год (Hamza, et al., 2022). Таким образом, наряду с курением табака, загрязненный воздух, пища и вода являются основными источниками воздействия Cd на человека (Wang, et al., 2020). Являясь полиорганным токсикантом, Cd индуцирует мощный повреждающий эффект на различные ткани, включая печень, почки, семенники, селезенку и кости (10). Биологический период полураспада Cd составляет от 5 до 30 лет. Международное агентство по изучению рака (IARC) отнесло Cd к канцерогенам группы 1 (Andjelkovic, et al., 2019).

Печень, ввиду ее ключевой роли в процессах метаболизма, транспорта и выведения ксенобиотиков из организма, является наиболее чувствительным органом к токсичности, вызванной химическими веществами, в том числе тяжелым металлом кадмием (Arab-Nozari, et al., 2020; Hamza, et al., 2022). Точный механизм, с помощью которого соединения Cd вызывают гепатотоксичность, до конца не ясен, но основной возможной концепцией является индукция окислительного стресса (ОС) (Gudarzi, et al., 2020). Окислительный стресс возникает в результате

нарушения баланса между свободными радикалами и антиоксидантными комплексами в биологических системах. Свободные радикалы разрушают структуры важных органических соединений, таких как белки, ДНК, углеводы и липиды в клетках живых организмов, вызывая перекисное окисление липидов (ПОЛ) (Kuru, et al., 2018).

Известно, что любые нарушения в работе органа-мишени характеризуются диагностическими показателями, прежде всего биохимическими параметрами (Baş, et al., 2021). Так, мониторинг активности некоторых индикаторных ферментов часто используется для определения характера и последовательности повреждения клеток печени, вызываемого химическими агентами (Olajide, et al., 2020).

В связи с вышеизложенным, цель работы заключалась в изучении влияния хлорида кадмия ($CdCl_2$) на активность трансаминаз (аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы) в сыворотке крови белых аутбредных крыс в условиях субхронического эксперимента с периодом ремиссии.

Исследование проведено на 40 белых аутбредных крысах со средней массой тела 200 г. Животные содержались в стандартных условиях экспериментальной клиники лабораторных животных ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», характеризующихся постоянством комнатной температуры (20–25 °С) и уровнем влажности (30–70 %), с 12-часовым искусственным освещением (с 08:00 до 20:00). В начале эксперимента животные методом случайной выборки были разделены на 4 группы по 10 особей (5 самцов и 5 самок) в каждой: контрольная группа (К) и 3 экспериментальные группы. Согласно методологии постановки субхронического эксперимента с периодом ремиссии, для оценки токсического действия тяжелого металла животным 1-, 2-, 3-й экспериментальных групп ежедневно в течение 3-х месяцев перорально вводили водный раствор хлорида кадмия. Детали дизайна исследования показаны ниже:

- Группа К - (отрицательный контроль): крысы ежедневно перорально получали эквивалентное количество дистиллированной воды в течение трех месяцев;

- Группа 1: крысы ежедневно перорально получали водный раствор $CdCl_2$ по 1 мкг/кг массы тела / день в течение трех месяцев;

- Группа 2: крысы ежедневно перорально получали водный раствор $CdCl_2$ по 10 мкг/кг массы тела / день в течение трех месяцев;

- Группа 3: крысы ежедневно перорально получали водный раствор $CdCl_2$ по 100 мкг/кг массы тела / день в течение трех месяцев.

По окончании введения токсиканта животные проходили стадию ремиссии в течении 1 месяца. В данный период крысы имели свободный доступ к корму и питьевой воде в течение суток, пероральные манипуляции были прекращены.

Забор образцов крови для биохимических исследований производили после умерщвления животных путем декапитации. Все рутинные манипуляции и проведение эвтаназии осуществляли, соблюдая правила, изложенные в «Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей» (Strasbourg, 1986). Оценивали функциональное состояние печени, что включало определение активности в сыворотке крови аспартатаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ). Уровни биохимических показателей были проанализированы с помощью наборов реагентов «Вектор-Бест» (г. Новосибирск, Россия) на анализаторе «Stat Fax 3300» (фирма «Awareness Technology», США) в соответствии с инструкциями производителя.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью Н-критерия Краскала–Уоллиса для попарного сравнения групп. Результаты считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Результаты выражали в виде $Me [Q1; Q3]$, где Me – медиана, $Q1$ – 1-й квартиль, $Q3$ – 3-й квартиль.

При сравнительной оценке изменений активности индикаторных ферментов в сыворотке крови лабораторных животных в субхроническом эксперименте с прохождением стадии «восстановления», получены следующие результаты.

Анализируя активность АСТ в сыворотке крови экспериментальных животных при затравке хлоридом кадмия в течение 3 месяцев и 1 месяца ремиссии, были показаны статистически значимые различия ($N=11,18$; $p=0,011$).

Следует выделить, что в контрольной группе активность фермента составляла $154,75 [119,38; 173,4]$ Ед/л, тогда как в группе, получавшей 1 мкг/кг CdCl_2 , показатель достиг уровня $225,7 [179,78; 288,1]$ Ед/л ($p=0,006$). В экспериментальной группе крыс, которым вводили токсикант в дозе 10 мкг/кг , активность трансаминазы соответствовала отметке $186 [160,25; 221,45]$ Ед/л ($p=0,335$). В 3-й опытной группе крыс данный показатель находился в пределах $170,3 [134,23; 227,2]$ Ед/л ($p=0,908$), в то же время, статистически значимые различия при сравнении между собой не определялись.

При анализе активности другой аминотрансферазы, АЛТ, в сыворотке крови крыс в субхроническом эксперименте, с учетом введения различных доз CdCl_2 в качестве повреждающего вещества, не были установлены статистически значимые различия ($N=6,36$; $p=0,095$).

Уровень активности фермента в контрольной группе животных зафиксирован на отметке $51,05 [42,6; 58,18]$ Ед/л. Количественная выраженность биохимического показателя в 1-й группе крыс, принимавших тяжелый металл в дозе 1 мкг/кг равна $56,05 [52,4; 69,68]$ Ед/л. Во 2-й опытной группе при дозировке токсиканта 10 мкг/кг активность

трансаминазы составила 60,3 [46,15; 64,3] Ед/л. Активность фермента в 3-й группе животных установлена на отметке 48,5 [44,9; 52,95] Ед/л.

Измерение индикаторных показателей печени в сыворотке крови характерно для оценки степени воздействия и токсичности химического соединения на орган-мишень. Печеночные ферменты-трансаминазы являются важными маркерами при исследовании функционального и структурного состояния печени (Anadozie, et al., 2023). АСТ и АЛТ оказывают существенное влияние на процессы катаболизма и биосинтеза аминокислот. Кроме того, аминотрансферазы выполняют важные функции в детоксикационных процессах, метаболизме и синтезе энергетических макромолекул (El Shater, et al., 2019).

В результате проведенного эксперимента, продолжительностью 4 месяца, показано, что пероральное введение хлорида кадмия лабораторным животным в трех рабочих дозах (1 мкг/кг; 10 мкг/кг; 100 мкг/кг) приводило к значительному повышению уровня активности АСТ и АЛТ в сыворотке крови по сравнению с контрольной группой. На наш взгляд, зарегистрированное высокое содержание изучаемых трансаминаз, в условиях субхронического эксперимента, может быть связано с разрушением клеточных мембран гепатоцитов, приводящим к выходу ферментов во внеклеточное пространство печени. Полученные результаты коррелируют с ранее опубликованными выводами (Alharbi, et al., 2019; Lavryshyn, et al., 2019; Ramadan, et al., 2019; Seif, et al., 2019).

Таким образом, в нашем исследовании продемонстрировано, что хлорид кадмия ($CdCl_2$) может вызывать гепатоцеллюлярную недостаточность путем усиления окислительного стресса (ОС) в печени лабораторных животных в условиях субхронической модели эксперимента с периодом ремиссии. В свою очередь, индуцированное активными формами кислорода (АФК) перекисное окисление липидов (ПОЛ) сопровождается разрывом и потерей целостности мембран гепатоцитов, что проявляется повышенным выбросом индикаторных ферментов, а именно аспартатаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ), в кровотоки.

Литература

1. Albeltagy R.S., Dawood S.M., Mumtaz F., Abdel Moneim A.E., El-Habit O.H. Antioxidant capacity of N-acetylcysteine against the molecular and cytotoxic implications of cadmium chloride leading to hepatotoxicity and vital progression. *Environ Sci Pollut Res.* 2023. V. 30. P. 23237-23247.
2. Alharbi N., Elobeid M., Virk P. Protective effect of Quercetin treatment against cadmium-induced oxidative stress in a male rat model. *Pakistan J. Zool.* 2019. V. 51. P. 2287-2296.
3. Almeer R.S., Alarifi S., Alkahtani S., Ibrahim S.R., Ali D., Moneim A. The potential hepatoprotective effect of royal jelly against cadmium chloride-induced hepatotoxicity in mice is mediated by suppression of oxidative stress and

upregulation of Nrf2 expression. *Biomed. Pharmacother.* 2018. V. 106. P. 1490-1498.

4. Anadozie S.O., Adewale O.B., Akawa O.B., Olayinka J.N., Osukoya O.A., Umanah M.M., Olaoye O.A., Oludoro O.S. Protective effect of aqueous fruit extract of *Mondia whitei* against cadmium-induced hepatotoxicity in rats. *Journal of Herbmed Pharmacology.* 2023. V. 12. No. 1. P. 159-167.

5. Andjelkovic M., Buha Djordjevic A., Antonijevec E., Antonijevec B., Stanic M., Kotur-Stevuljevic J., Spasojevic-Kalimanovska V., Jovanovic M., Boricic N., Wallace D. Toxic effect of acute cadmium and lead exposure in rat blood, liver, and kidney. *Int J Environ Res Public Health.* 2019. V. 16. P. 274.

6. Arab-Nozari M., Mohammadi E., Shokrzadeh M., Ahangar N., Amiri F.T., Shaki F. Co-exposure to non-toxic levels of cadmium and fluoride induces hepatotoxicity in rats via triggering mitochondrial oxidative damage, apoptosis, and NF- κ B pathways. *Environ Sci Pollut Res.* 2020. V. 27. P. 24048-24058.

7. Bař H., Apaydın F.G., Kalender S., Kalender Y. Lead nitrate and cadmium chloride induced hepatotoxicity and nephrotoxicity: Protective effects of sesamol on biochemical indices and pathological changes. *Journal of Food Biochemistry.* 2021. V. 45. No. 7. P. e13769.

8. Baskaran R., Priya L.B., Sathish Kumar V., Padma V.V. *Tinospora cordifolia* extract prevents cadmium-induced oxidative stress and hepatotoxicity in experimental rats. *J. Ayurveda Integr. Med.* 2018. V. 9. P. 252-257.

9. El Shater A.E.R.A., Ali R.A. Effect of Selenium and Bee Pollen Against Immunotoxicity and Hepatotoxicity Induced by Cadmium in Male Albino Rats. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. C, Physiology and Molecular Biology.* 2019. V. 11. No. 2. P. 1-19.

10. Gong Z.G., Wang X.Y., Wang J.H., Fan R.F., Wang L. Trehalose prevents cadmium-induced hepatotoxicity by blocking Nrf2 pathway, restoring autophagy and inhibiting apoptosis. *Journal of inorganic biochemistry.* 2019. V. 192. P. 62-71.

11. Gudarzi Z., Karami E., Yousefi S., Dehdashti A., Bandegi A.R., Ganbari A. Hepatoprotective effect of atorvastatin on cadmium chloride-induced hepatotoxicity in rats. *Life Sciences.* 2020. V. 254. P. 117770.

12. Hamza R.Z., Al-Eisa R.A., El-Shenawy N.S. Possible ameliorative effects of the royal jelly on hepatotoxicity and oxidative stress induced by molybdenum nanoparticles and/or cadmium chloride in male rats. *Biology.* 2022. V. 11. No. 3. P. 450.

13. Hamza R.Z., Al-Yasi H.M., Ali E.F., Fawzy M.A., Abdelkader T.G., Galal T.M. Chemical characterization of Taif rose (*Rosa damascena* Mill var. *trigintipetala*) waste methanolic extract and its hepatoprotective and antioxidant effects against cadmium chloride (CdCl_2)-induced hepatotoxicity and potential anticancer activities against liver cancer cells (HepG2). *Crystals.* 2022. 12. No. 4. P. 460.

14. Kandemir F.M., Caglayan C., Darendeliođlu E., Kűçükler S., İzol E., Kandemir Ö. Modulatory effects of carvacrol against cadmium-induced hepatotoxicity and

- nephrotoxicity by molecular targeting regulation. *Life Sciences*. 2021. V. 277. P. 119610.
15. Kuru M., Öğün M., Kulaksiz R., Kükürt A., Oral H. Comparison of oxidative / nitrosative stress, leptin and progesterone concentrations in pregnant and non-pregnant Abaza goats synchronized with controlled internal drug release application. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*. 2018. V. 24. No. 6. P. 887-892.
 16. Lavryshyn Y.Y., Gutyj B.V. Protein synthesise function of bulls liver at experimental chronic cadmium toxicity. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*. 2019. V. 21. No. 94. P. 92-96.
 17. Liu C., Zhu Y., Lu Z., Guo W., Tumen B., He Y., Chen C., Hu S., Xu K., Wang Y., Li L., Li S. Cadmium Induces Acute Liver Injury by Inhibiting Nrf2 and the Role of NF- κ B, NLRP3, and MAPKs Signaling Pathway. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. V. 17. No. 1. P. 138.
 18. Mumtaz S., Ali S., Khan R., Andleeb S., Ulhaq M., Khan M.A., Shakir H.A. The protective role of ascorbic acid in the hepatotoxicity of cadmium and mercury in rabbits. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2019. V. 26. No. 14. P. 14087-14096.
 19. Ndubuisi A., Ani C., Wenceslaus E., Ugwudike P., Anyaeji P., Ude V.C., Agu F.U., Nworgu C., Ikwuka D., Ugwuishi E., Nwachukwu D. The effect of aqueous extract of zest of citrus sinensis (AEZCs) on cadmium chloride induced liver toxicity in wistar rats. *African Journal of Biochemistry Research*. 2020. V. 14. No. 1. P. 5-17.
 20. Olajide J.E., Sanni M., Achimugu O.J., Suleiman M.S., Jegede E.R., Sheneni V.D. Effect of methanol extract of *Trema orientalis* leaf on some biochemical and histopathological indices of wistar albino rats with cadmium-induced-hepatotoxicity. *Scientific African*. 2020. V. 10. P. e00568.
 21. Ramadan O.I., Amr I.M.I., Mahmoud M.E., El Sayed S.S.M., Fayyad R.M.A., Ibrahim M.M., Awad M.M.Y., Elsify A.K. Effect of Selenium and Olive Oil on Hepatotoxicity Induced by Cadmium Chloride in Adult Male Albino Rats (Structural, Biochemical and Immunohistochemical Study). *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. 2019. V. 23. No. 2. P. 128-141.
 22. Rani A., Kumar A., Lal A., Pant M. Cellular mechanisms of cadmium-induced toxicity: A review. *Int. J. Environ. Health Res*. 2014. V. 24. P. 378-399.
 23. Seif M.M., Madboli A.N., Marrez D.A., Aboulthana W.M.K. Hepato-Renal protective Effects of Egyptian Purslane Extract against Experimental Cadmium Toxicity in Rats with Special Emphasis on the Functional and Histopathological Changes. *Toxicology Reports*. 2019. V. 6. P. 625-631.
 24. Soliman H.S., Korany E.M., El-Sayed E.K., Aboelyazed A.M., Ibrahim H.A. Nephroprotective effect of *Physalis peruviana* L. calyx extract and its butanolic fraction against cadmium chloride toxicity in rats and molecular docking of isolated compounds. *BMC Complementary Medicine and Therapies*. 2023. V. 23. No. 1. P. 21.

25. Sulaiman F.R., Ibrahim N.H., Syed Ismail S.N. Heavy metal (As, Cd, and Pb) concentration in selected leafy vegetables from Jengka, Malaysia, and potential health risks. *SN Appl. Sci.* 2020. V. 2. P. 1430.
26. Wang X., Wang T., Pan T., Huang M., Ren W., Xu G., Amin H.K., Kassab R.B., Abdel Moneim A.E. Senna alexandrina extract supplementation reverses hepatic oxidative, inflammatory, and apoptotic effects of cadmium chloride administration in rats. *Environ Sci Pollut Res.* 2020. V. 27. P. 5981-5992.

Влияние некоторых гормонов на поведенческие характеристики человека

Халикова Ф.Н.

Уфимский университет науки и технологий

Изучение закономерностей поведения животных и человека неизменно привлекает всеобщее внимание по многим причинам. Во-первых, поведение — это основа существования любого сообщества. Во-вторых, это необходимо для более полного познания человеком самого себя — для выявления биологических корней его психики, а также для оценки в его поведении соотношения «врожденного» и «приобретенного». Изучение закономерностей поведения человека невозможно без учета роли эндокринных желез, выполняющих совместно с центральной нервной системой функцию регулятора жизненных процессов, адаптации организма к условиям внешней и внутренней среды.

Целью данной работы являлось изучение влияния гормонов на поведение человека и установление корреляционной зависимости между биологическими характеристиками поведения и концентрацией гормонов в слюне у испытуемой группы. Испытуемая группа состояла из 36 студентов УУНиТ 18-25 лет (юноши: $n=6$, девушки: $n=30$). В работе использовали методы психологического тестирования STQ Трофимовой и иммуноферментный анализ (ИФА).

Опросник «Структура темперамента» (STQ) представляет собой опросник, который заполняется самостоятельно взрослыми и измеряет 12 биологических характеристик поведения: физическая выносливость, физический темп, поиск острых ощущений, социальная выносливость, социальный темп, эмпатия, интеллектуальная выносливость, пластичность, интеллект, удовлетворенность, импульсивность, тревожность. Эти характеристики являются наиболее постоянными аспектами поведения человека на протяжении всей его жизни и относительно не зависят от содержания ситуации. Пункты во всех вопросах даются в виде варианта ответа по шкале Лайкерта: «полностью не согласен (1)», «не согласен (2)», «согласен (3)», «полностью согласен (4)». Модель структуры темперамента Трофимовой представлена в компактной версии опросника структуры темперамента (STQ-77), который состоит из 12 шкал темперамента (по 6 пунктов в каждой) и шкалы валидности (5 пунктов), т.е. всего 77 шт. (вопросов).

В качестве анализируемого вещества использовали слюну добровольцев. Слюна является биологической жидкостью, которую можно использовать в исследованиях различного назначения. Она содержит огромное количество генетической и биохимической информации, которая может дать ценную информацию о здоровье, образе жизни и личности человека (Вавилова, 2014). Было установлено, что слюна может быть полезной альтернативой крови для определения низкомолекулярных

гормонов. Преимущество слюны в том, что ее легко собрать относительно неинвазивными методами, и поэтому минимизировать стресс у человека, который приводит, например, к повышению уровня кортизола (Cooper, 1989).

Для определения концентрации гормонов в слюне использовали метод ИФА. ИФА в настоящее время является широко распространенным методом в лабораториях, занимающихся мониторингом гормонального статуса человека (Cooper, 1989). ИФА основывается на двух принципиальных научных открытиях. Первое заключается в способности ферментов и антител, ковалентно или нековалентно связанных с твердой основой, сохранять свою функциональную активность, т.е. расщеплять субстрат (ферменты) и связывать антигены/антитела; второе базируется на создании комплекса антитело-фермент в виде конъюгата, сохраняющего свою биологическую активность в растворе (Жаворонок, 2004). Фермент вызывает разложение хромогенного субстрата с образованием окрашенного продукта, который выявляется либо визуально, либо фотометрически. Регистрацию результатов реакции проводят на специальных фотометрах с вертикальным лучом при определенной длине волны (Porstmann, 1992).

С помощью ИФА определили концентрацию в слюне следующих гормонов: тироксин свободный, кортизол свободный, ГАМК, АЦХ, серотонин, дофамин.

Для человека две наиболее важные функции щитовидной железы заключаются в регулировании общей скорости метаболизма в организме и в определении влияния на клеточную дифференцировку и развитие мозга. Тиреоидные гормоны влияют на когнитивное поведение взрослых и детей, доказано влияние на обучение и память. Низкий уровень тироксина может привести к таким симптомам, как депрессия, усталость и снижение интереса к деятельности. С другой стороны, чрезмерно высокий уровень тироксина может вызывать тревогу, раздражительность и беспокойство. Кортизол – важнейший гормон, обеспечивающий стабильность гомеостаза. Необходимый для жизни кортизол, находящийся в достаточном количестве в организме, влияет на такие состояния, как депрессия, тревожные расстройства, эмоциональное выгорание, агрессия (Sinai, 2015). Катехоламины (адреналин, дофамин) – группа гормонов, ответственных за механизмы физиологического обеспечения организма, такие как реакция на стресс (физиологический или психологический), повышение содержания глюкозы в крови, расширение сосудов, учащенное сердцебиение и др. Низкий уровень дофамина связан с двигательными расстройствами, такими как болезнь Паркинсона, тогда как высокий уровень может привести к гиперактивности. Также низкий уровень дофамина связан с депрессией, а высокий уровень может быть связан с манией или чрезмерным возбуждением (Азарян, 2020). Адекватный уровень серотонина связан с чувством благополучия, удовлетворенности и счастья. Низкий уровень серотонина был связан с депрессией и тревожными расстройствами. Нейромедиатор гамма-аминомасляная кислота (ГАМК) – основной тормозный нейромедиатор в

ЦНС – поддерживает баланс тормозных и возбуждающих процессов в нейронах ЦНС. Низкий уровень ГАМК был связан с тревожными расстройствами, в то время как повышение активности ГАМК с помощью лекарств или методов релаксации может способствовать чувству спокойствия. ГАМК участвует в моторном контроле и регуляции мышечного тонуса, играет сложную роль в когнитивных процессах. Взаимодействие между ГАМК и другими нейротрансмиттерами, такими как серотонин и дофамин, дополнительно влияет на поведение (Кукушкин, 2014). Ацетилхолин (АЦХ) является нейромедиатором, который играет важную роль в функционировании нервной системы, особенно в области памяти, внимания и обучении. В головном мозге АЦХ участвует в регуляции настроения, возбуждения и внимания. Также считается, что ацетилхолин играет роль в регуляции настроения и эмоций. Дисрегуляция ацетилхолина была связана с расстройствами настроения, такими как депрессия и тревога. Некоторые антидепрессанты работают, модулируя уровень ацетилхолина (Лукомская, 1975).

В результате исследования и полученных данных была вычислена корреляционная зависимость между показателями концентрации гормонов и значениями биологических характеристик, которые были получены в результате прохождения опросника STQ. Корреляционный анализ — это статистический метод, используемый для измерения и количественной оценки взаимосвязи между двумя переменными. Он помогает определить, в какой степени изменения одной переменной связаны с изменениями другой переменной. Коэффициент корреляции является наиболее распространенной мерой, используемой в корреляционном анализе. Значение коэффициента корреляции находится в диапазоне от -1 до 1. Величина коэффициента корреляции отражает силы связи. При оценке силы связи коэффициентов корреляции используется шкала Чеддока, где значения от -1 указывает на полную отрицательную корреляцию, 0 указывает на отсутствие корреляции, а 1 указывает на полную положительную корреляцию.

Таким образом, полученные результаты показали сильную корреляционную зависимость между следующими показателями: тироксин/интеллектуальная выносливость, кортизол/физическая выносливость, кортизол/физический темп, кортизол/социальная выносливость, ГАМК/физическая выносливость, АЦХ/физическая выносливость, АЦХ/физический темп, АЦХ/поиск острых ощущений, серотонин/физическая выносливость, серотонин/физический темп.

Литература

1. Азарян А. А. УВЭЖХ-МСВР определение дансильных производных адреналина и дофамина в слюне человека / А. А. Азарян, Е. В. Дмитриева, А. З. Темердашев // Аналитика и контроль. - 2020. - № 4. - С. 298-304.

2. Вавилова Т.П. Возможности и перспективы исследования гормонов в слюне / Т.П. Вавилова, И.Г. Островская, А.Е. Медведев // Биомедицинская химия, – 2014. - Т. 60. - Вып. 3. - с. 295-307.
3. Жаворонок С.В. Иммуноферментный анализ: Учебное пособие / С.В. Жаворонок, Д.В. Тапальский.- Гомель: Гомельский государственный медицинский университет, 2004. – 28 с.
4. Кукушкин М.Л. Значение ГАМК в патогенезе болевых синдромов / М.Л. Кукушкин, Игонькина С.И. // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. - 2014, - №1, с.68-78.
5. Лукомская Н. Я. Ацетилхолин // Большая медицинская энциклопедия: в 30 т. / Н. Я. Лукомская, М. Я. Михельсон; Адо А. Д. гл. ред. Б. В. Петровский. — 3-е изд. — М.: Советская энциклопедия, 1975. - Т. 2: Антибиотики - Беккерель. - С. 406. -608 с.: ил.
6. Cooper T. R., An enzyme-linked immunosorbent assay for cortisol in the saliva of man and domestic farm animals / T. R. Cooper, H. R. Trunkfield, A. J. Zanella. // Journal of Endocrinology, – 1989. - № 123(2), R13–R16.
7. Porstmann T. Enzyme immunoassay techniques. / T. Porstmann, S.T. Kiessig // Journal of Immunological Methods. - 1992. - № 150, P. 5-21.
8. Sinai C. Thyroid hormones, interpersonal violence and personality traits; clinical studies in high-risk psychiatric cohorts / C. Sinai. // Karolinska Institutet, - 2015. - P. 98.

Оценка жизненного состояния дерево-кустарниковых растений парка культура и отдыха им. В.И. Ленина (Кировский район г. Уфы)

Холназарбекова Г.

Уфимский университет науки и технологий

Город Уфа – крупный промышленный центр и поделен на семь районов Дёмский, Калининский, Кировский, Ленинский, Октябрьский, Орджоникидзевский и Советский. В каждом районе расположены предприятия и организации, загрязняющие атмосферу специфическим примесями в разных количествах [1]. В городских условиях многие растения вынуждены приспосабливаться к неблагоприятным условиям к факторам окружающей городской среды: загазованность воздуха, недостаточное или избыточное освещение, своеобразные состав городских почв. Эти и многие другие факторы приводят к снижению благоприятных свойств растений. Насаждения, одной из главных целей которых является очищать и оздоравливать городскую среду, сами при этом часто нуждаются в защите [2].

Объектом исследования являлись древесные насаждения парка им. В.И. Ленина (Кировский район) г. Уфы. Работа выполнена на кафедре экологии и БЖД биологического факультета в лаборатории репродуктивной биологии и клонирования растений, в фенологические периоды 2022-2023 гг.

В работе использованы четыре группы методик учёта: методика линейных трансектов (маршрутные учеты), методика точечных учетов (точечные учеты), методика картирования территорий (площадочные учеты). Оценка жизненного состояния древесных растений дана по В.А. Алексееву[2].

Оценка жизненного состояния древесных пород проводилась визуально в баллах с отнесением обследуемого дерева к одной из категорий: здоровое, ослабленное, сильно ослабленное, отмирающее и сухостой.

Цель исследования: провести обследование парковых зонах и дать оценку жизненного состояние древесно-кустарниковых растений, используемых в озеленении города.

Парк им. В.И. Ленина расположен на скалистом берегу реки Белой. Парк находится в непосредственной близости от таких общественных объектов как Башкирский государственный академический театр драмы им. Мажита Гафури, стадион «Динамо», здание государственного собрания РБ. С площадки административного здания открывается потрясающей красоты вид на окрестности города. Парк им. В.И. Ленина можно считать одним из

образцовых в городе [3]. Парк им. В.И. Ленина является объектом массового посещения мемориальных памятников - А. Матросову, Героям Гражданской войны и др. [4]. Крупные промышленные предприятия в Кировском районе, оказывающие негативное воздействие на древесные растения, отсутствуют.

Древесно-кустарниковые насаждения парка представлены 12 семействами, 28 видами: боярышник однопестичный (*Crataegus tobogyna* L), берёза повислая (*Betula pendula* Roth), вяз шершавый (*Ulmus globra* Huds), дуб черешчатый, или летний (*Quercus robur* L), ель колочая (*Picea pungens* Engelm), е. европейская, или обыкновенная (*P. abies* L), ива белая (*Salix alba* L), калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L), клен обыкновенный или остролистный (*Acer platanoides* L), к. ясенелистный или клён американский (*A. negundo* L), к серебристый (*A. saccharinum* L), липа сердцевидная, или мелколистная (*Tilia cordata* L), л. европейская (*T. europaea* L), лиственница архангельская, или Сукачева (*Larix archangelica*) (*L. sukaczewii*), можжевельник казацкий (*Juniperus Sabina* L), ореха маньчжурского (*Juglans mandshurica* Maxim), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L), спирея городчатая (*Spiraea crenata* L), сосона обыкновенная (*Pinus sylvestris* L), с. сибирская кедровая (*P. sibirica* L), сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L), тополь пирамидальный (*Populus pyramidalis* Borkh), туя западная (*Thuja occidentalis* L), черёмуха обыкновенная (*Prunus padus* L), шиповник майский (*Rosa majalis* L), ясень ланцетный (*Fraxinus lanceolata* L), я. пенсильванский (*F. pennsylvanica* Marsh), яблоня лесная, или яблоня дикая (*Malus sylvestris* L, Mill).

К древесным растениям, наиболее устойчивым и здоровым среды лиственных растений к условиям городской среды относятся: *C. tobogyna*, *U. glabra*, *V. opulus*, *A. platanoides*, *A. negunda*, *T. europaea*, *J. sabina*, *J. mandshurica*, *S. aucuparia*, *S. crenata*, *P. pyramidalis*, *P. padus*, *R. majalis*, *F. lanceolata*, *M. silvestris*. Жизненное состояние их относится к 1 категории “здоровые” и составляют (68,1%). Среди хвойных в парке к 1 категории “здоровые” относятся: *P. pungens*, *P. sylvestris*, *P. sibirica*, *T. occidentalis*, *P. abies* (83,3%).

К категории “ослабленные растения” относятся: *Q. robur*, *A. saccharinum*, *S. vulgaris* (13,6%) их крона разрежена; листва светло-зелёная; прирост уменьшен, но не более чем на половину; отдельные ветви засохли единичные водяные побеги. Среди хвойных ослабленные не встречаются, однако в парке можно заметить представителей хвойных в категории «сильно ослабленные», это *L. archangelica*, *L. sukaczewii*, на которых встречаются фитопатогенный гриб *Lophodermium Seditiosum*.

К категории “сильно ослабленные” среди лиственных пород относятся *V. pendula*, *S. alba*, *T. cordata*, *F. excelsior*, зараженные фитопатогенными грибами: *L. Seditiosum* (*S. alba*), *V. pendula*, *T. cordata*, *F. excelsior*, *Nectria galligena* Bres. (ступенчатый рак).

Таким образом, древесно-кустарниковые растения парка им. В.И. Ленина (Кировский район) г. Уфы представлены 28 видами, относящимися к 12 семействам, среди которых 78,5% лиственных, 21,4% хвойных пород. Оценка жизненного состояния древесно-кустарниковых растений, в целом, можно охарактеризовать как хорошее, доля растений категории “здоровые” составляет среди лиственных пород 68,1%, хвойных 83,3 %; “ослабленные” 13,6% среди лиственных пород.

Литература

1. Доклад об экологической ситуации на территории Республики Башкортостан в 2018 году 2018: доклад Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан. Уфа, 2018. 165 с.
2. Алексеев В.А. Некоторые вопросы диагностики и классификации поврежденных загрязнением лесных экосистем // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л., 1990. С. 38–51.
3. Исяньюлова.Р.Р. Экологическая эффективность насаждений на территории калининского и Кировского районов г.Уфы/ Р.Р.Исяньюлова. Н.А.Зотова/ Башкирский государственный аграрный университет (Уфа).2016. С.39.
4. Зотова Н.А. Ландшафтно-экологическая оценка скверов Кировского района г. Уфы/ Л.Н. Блонская, Н.А. Зотова/ ФГБОУ ВО «БашГАУ», г.Уфа. 2010. №25. С.145-148.

Технология выделения белков из свежего помёта бройлеров

Черво А.Ю.

Уфимский университет науки и технологий

Утилизация помёта является большой статьёй расходов птицеводческих фабрик, с учётом штрафов за нарушение экологических норм. Объёмы проблемы велики:

Ежедневно в РФ на птицефабриках образуется в среднем 822 тыс. тонн птичьего помёта.

Большинство птицеводческих предприятий ежегодно выплачивают большие штрафы из-за загрязнений пахотных земель, водоёмов и атмосферы.

На каждый кг мяса бройлера образуется 3 кг помёта.

Пищеварительная система бройлеров не способна усваивать большую часть питательных веществ кормов.

Корм для бройлеров в себестоимости 1 кг мяса занимает 38 %.

Технология предназначена для применения в сельском хозяйстве, а конкретно в птицеводстве и предполагает использование на птицефабриках:

1. Белковые гранулы, содержащие 60-70 % легкоусваиваемого протеина, которые добавляют в корм животным в качестве замены белковых компонентов.

2. Жидкое органическое удобрение содержит - 5% азота, 5% фосфора, 2% солей калия, 1% солей кальция, а также большое количество микроэлементов. Требуется разведения перед применением 1:10.

3. Твёрдое органическое удобрение рекомендуется для структурирования тяжёлых почв и выступает как удобрение пролонгированного действия.

Используя предлагаемую технологию, птицефабрики снижают расходы на производство птицеводческой продукции, расширяют ассортимент выпускаемой продукции, уменьшают количество штрафов, выплачиваемых за нарушения экологического законодательства.

В основе технологии принцип электрокоагуляции белков в электрическом поле. Это позволяет осаждать белки и обеззараживать его от микроорганизмов. Лабораторная модель электрокоагуляции в данное время включает самодельный электрокоагулятор, адаптированный блок питания и набор стандартной лабораторной посуды. После отработки лабораторного регламента, будут апробированы несколько вариантов электродов и подобраны оптимальные варианты тока и напряжения. В настоящее время получены результаты по среде для экстракции белка.

Жидкие удобрения будут получены за счет концентрирования иодного экстракта после извлечения из него белка и нормализации по азоту, калию и фосфору.

Не растворившиеся компоненты помёта будут подвергаться действию целлюлозолитических микроорганизмов для повышения доступности удобрения для растений. Штамм микроорганизмов подобран и имеется у коллектива.

Определение мутаций 185delAG и 3875del4 в гене BRCA1 у пациентов с раком желудка и индивидов контрольной группы из Республики Башкортостан

Шаехова Н. Р., Абдеев Р.Р., Рахимов Р.Р., Нургалиева А.Х.

Уфимский университет науки и технологий

Рак желудка — это злокачественная эпителиальная опухоль слизистой оболочки желудка, активно развиваясь, он может поражать все органы желудочно-кишечного тракта и не только. Ранние стадии рака желудка ограничиваются слизистой или подслизистой оболочкой. Рак, который проникает в подслизистую оболочку или за ее пределы в близлежащие органы или метастазируют, являются прогрессирующим.

На текущий момент рак желудка, это пятая по частоте форма злокачественных новообразований. И удерживает третье место в структуре общей летальности (Arnold M., 2014).

Ген BRCA1 относится к группе генов-супрессоров, вовлеченных в процесс гомологичной репарации двунитевых разрывов ДНК. Клиническая важность генетического тестирования BRCA1 широко признана при других онкологических заболеваниях, таких как рак молочной железы, рак яичников, предстательной железы и поджелудочной железы. Однако недостаточно доказательств для включения рака желудка, которые потенциально связаны с BRCA1, в клинические рекомендации по ведению пациентов.

Исходя из вышеизложенного, нами была поставлена цель работы:

Исследование частоты встречаемости патогенных мутаций 185delAG и 3875del4 в гене BRCA1 у пациентов с диагнозом рак желудка и контрольной группы, проживающих в Республике Башкортостан.

В качестве материала для исследования использованы образцы ДНК больных РЖ и здоровых доноров в возрасте от 30 до 80 лет, проживающих в Республике Башкортостан. Выборка больных состояла из 379 человек с установленным клиническим диагнозом «рак желудка», находящихся на лечении в Республиканском клиническом онкологическом диспансере города Уфа. Диагноз поставлен на основании данных клинического и гистологического обследования. Контрольная группа состояла из 403 человек без признаков заболеваний желудочно-кишечного тракта, соответствующие по распределению этнической принадлежности группе больных. Также использованы образцы ДНК, выделенные из опухолевой ткани желудка 46 пациентов с описываемым диагнозом.

В ходе проведения данного исследования нами дополнительно была собрана коллекция ДНК 47 пациентов с наследственной отягощенностью по раку желудка и 13 членов их семей. Проводилась беседа с больными и их

родственниками. Все пациенты прошли анкетирование и был осуществлен забор крови для дальнейшего исследования.

Ген BRCA1 был выявлен в 1994г. Включает 22 кодирующих и 2 некодирующих экзона. Является классическим опухолевым супрессором, кодируемые им белки играют основную роль в репарации двуцепочечных разрывов ДНК путем гомологичной рекомбинации.

Исследуемые мутации делеция AG в позиции 185 и делеция четырех нуклеотидов в позиции 3875 приводят к сдвигу рамки считывания, нарушает работу гена, что в итоге может увеличивать вероятность развития онкологии (Szwiec M., 2015).

В результате мутация 3875del4 гена BRCA1 встречается у одного пациента с раком желудка татарской этнической принадлежности в гетерозиготном состоянии (частота 0,3%), мутация 185delAG гена BRCA1 среди больных раком желудка не выявлена.

Генетические варианты 185delAG и 3875del4 гена BRCA1 в опухолевой ткани желудка не обнаружены.

Скрининг мутаций 185delAG и 3875del4 гена BRCA1 не выявил носителей среди индивидов контрольной группы из Республики Башкортостан.

Сравнительный анализ частот встречаемости генетических вариантов 185delAG и 3875del4 гена BRCA1 среди больных раком желудка в популяциях Республики Башкортостан и Польши (Lawniczak M.) показал, что вариант 185delAG не встречается ни в одной из исследованных групп, а вариант 3875del4 выявлен с низкой частотой только в группе татар и обнаружен впервые при раке желудка.

Сравнительный анализ частоты встречаемости мутаций 185delAG и 3875del4 гена BRCA1 при раке желудка и при других онкологических заболеваний в российских популяциях показал, что генетический вариант 185delAG чаще выявляется при раке яичников (0,7%), при раке молочной железы с низкой частотой (0,1%) и не встречается при раке желудка, тогда как вариант 3875del4 обнаружен только при раке молочной железы и раке желудка (0,1% и 0,3%, соответственно).

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-03-2021 193/5 (Ministry of Science and Higher Education of Russian Federation (№075-03-2021-193/5)). Соглашение от 30 сентября 2021 года.

Литература

1. Arnold M., Moore S.P., Hassler S., Ellison-Loschmann L., Forman D., Bray F. The burden of stomach cancer in indigenous populations: a systematic review and global assessment. Gut.

2. Lawniczak M, Jakubowska A, Białek A, Lubiński J, Jaworska-Bieniek K, Kaczmarek K, Starzyńska T. BRCA1 founder mutations do not contribute to increased risk of gastric cancer in the Polish population. *Hered Cancer Clin Pract.* 2016 Jan 15;14:3. doi: 10.1186/s13053-015-0043-0. PMID: 26779294; PMCID: PMC4714446.
3. Szwiec M., Jakubowska A., Górski B., Huzarski T. Tomiczek-Szwiec, Gronwald J, et al. Recurrent mutations of BRCA1 and BRCA2 in Poland: an update. *Clin Genet.* 2015; 87:288–92.

Изменения морфологической структуры яичников крыс линии Wistar под воздействием холода

Шамсутдинова Динара А., Шамсутдинова Дилара А., Буянова А.А., Садртдинова И.И.

Уфимский университет науки и технологий

В последнее время среди населения всё чаще наблюдается ослабление функциональной активности репродуктивной системы, выражающееся нарушением особенностей строения и её способности выполнять свои функции. Одним из распространённых в нашей стране факторов, вызывающий изменения функционирования женских половых органов, считается холод. Есть мнение, что его повреждающий эффект на яичники реализуется в виде дисфункции их генеративной и инкреторной составляющих. Также, есть вероятность того, что действие низких температур сказывается прямо не на самих половых железах, а непосредственно на регулирующую их активность нейроэндокринную систему (Турдыбекова, 2019). В связи с вышесказанным, целью данной работы стало сравнительное изучение морфологических показателей яичников крыс до и после холодового воздействия.

Эксперимент проводился на 10 половозрелых (6 месяцев) крысах линии Wistar массой тела 180-220 г. Из них 5 самок составили контрольную группу, 5 – опытную группу, которые были подвергнуты охлаждению путём наложения наполненной льдом груши в брюшную область на протяжении 5 дней по 1 часу каждый день (Tong, 2018). Вслед за окончанием моделирования охлаждения, мы проводили извлечение яичников у самок крыс под хлоралгидратным наркозом (400 мг/кг), половые железы фиксировали в 10%-ном формалине, изготавливали срезы толщиной 10-15 мкм и окрашивали гематоксилином и эозином. Анализ морфологической структуры срезов яичников осуществляли в специальной программе TourView при помощи микроскопа МИКМЕД – 5 (ЛОМО) при трёх увеличениях – х40, х100 и х400. Используемые в опыте животные содержались в виварии кафедры физиологии и общей биологии Уфимского университета науки и технологий при постоянном уровне влажности и комнатной температуры (20-22о С). При проведении работы нами были соблюдены все международные принципы Хельсинской декларации о гуманном отношении к животным (2000 г.).

В ходе сравнительного анализа обнаружено, что в яичниках крыс после воздействия низких температур наблюдаются нарушения структуры фолликулов, особенно первичных и зрелых. При этом, разрушительные процессы касаются содержащихся в них ооцитов и гранулёзных клеток. Помимо этого, морфологические изменения были обнаружены и в строении жёлтых тел, сосудов кровеносного русла, окружающих яичник оболочек – белочной и однослойного эпителия. Деструкция оболочек выявлялась в виде их уплотнения и преобразования формы составляющих их клеток. На

гистологических препаратах также обнаруживается видимое увеличение размеров мозгового слоя относительно коркового, что может говорить о снижении функциональной активности фолликулярного аппарата женских репродуктивных желёз. Ещё одним признаком, свидетельствующим об отрицательном влиянии холодового фактора, служит выявление большого количества атретических фолликулов в ткани яичника, связанное с нарушением созревания половых клеток. Многими исследователями отмечено, что возможной причиной формирования патологических изменений в яичниках крыс является повышение содержания в организме уровня кортизола при возникновении стрессовой ситуации, что приводит к снижению концентрации женского гормона – эстрадиола. Уменьшение его секреции, в свою очередь, влияет на состояние половых и фолликулярных клеток.

По полученным результатам мы можем сделать заключение об отрицательном воздействии холода на морфофункциональное состояние яичников самок крыс.

Литература

1. Турдыбекова Я.Г. Фолликулогенез и фолликулярный запас яичника в норме и патологии: аспекты (этапы) клинико-морфологического изучения (литературный обзор). Вестник КазНМУ. 2019. № 1. С. 41-45.
2. Tong Xu, Xi Li, Lin Y., Yongqiang Z., Li Z., Zhan G., Xiaodan C., Xiantong Z., Baodong C., Zhidong H., Danfeng Y. Impact of cold exposure on the reproductive function in female rats. BioMed Research International. 2018. Vol. 9. P. 1-8.

Морфологические изменения яичников крыс линии WAG/Rij под воздействием фолликулостимулирующего гормона

Шамсутдинова Дилара А., Шамсутдинова Динара А., Буянова А.А., Садртдинова И.И.

Уфимский университет науки и технологий

За последние несколько лет в гинекологии стала распространяться такая патология, как функциональная киста яичников. Она представляет собой полость, заполненную жидким содержимым. Причинами образования этого доброкачественного образования являются противоиммунные реакции, операции на внутренних органах и инфекции различной природы. Важную роль играют также нарушения гормональной регуляции гонад, в том числе дисфункция гипоталамо-гипофизарной оси (Тайчинова, 2019). Крысы линии WAG/Rij, как известно, являются генетической моделью абсансной эпилепсии. Данное неврологическое заболевание связано с гормональными изменениями, которые, в свою очередь, могут привести к нарушению овуляции и формированию кист (Горелова, 2019). Недавно было выявлено, что при эпилептических припадках содержание фолликулостимулирующего гормона в организме повышается. Большая концентрация этого гормона может привести к нарушению фолликулярного аппарата яичников и прекращению овуляции. Взаимосвязь эпилепсии и синдрома поликистозных яичников является актуальной медицинской проблемой. Имеются клинические данные о повышении частоты синдрома поликистозных яичников у больных эпилепсией женщин (Krepula, 2012). Целью данной работы стала оценка морфологических параметров яичников крыс линии WAG/Rij в норме и под воздействием фолликулостимулирующего гормона.

Опыты проводились на самках половозрелых крыс линии WAG/Rij (n=10) в возрасте 6 месяцев, массой тела 180-220 г. Всех использованных в работе животных содержали в стандартных условиях вивария кафедры физиологии и общей биологии Уфимского университета науки и технологий с соблюдением международных принципов Хельсинкской декларации о гуманном отношении к животным (2000 г.). Моделирование функциональных кист проводили путём введения препарата ГОНАЛ-ф в качестве рекомбинантного фолликулостимулирующего гормона в дозе 1,5 МЕ по 1 капле ежедневно в течение 7 суток при помощи шприц-ручки. После окончания введения препарата производили извлечение яичников. Для гистологических исследований органы фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина. Для изучения ткани яичника изготавливали серийные срезы толщиной 10-15 мкм, окрашивали гематоксилином и эозином и заключали их в бальзам. Морфологическое исследование яичников проводили с помощью микроскопа МИКМЕД - 5(ЛОМО). В ходе исследования оценивали структурные параметры яичников у крыс линии WAG/Rij в норме и с моделью функциональных кист.

Сравнительный анализ показал, что после введения фолликулостимулирующего гормона яичники крыс линии WAG/Rij увеличиваются в размерах и приобретают бугристую поверхность. При изучении гистологических срезов было обнаружено, что клетки эпителиального слоя удлиняются по форме, белочной оболочки – уплотняются. В яичниках крыс опытной группы происходило увеличение мозгового вещества и уменьшение коркового слоя.

На гистологических препаратах яичников крыс опытной группы определяется дегенеративная атрезия вторичных и третичных фолликулов. При изучении гистологических срезов можно заметить множество ретенционных полостей.

На 7-е сутки опыта в корковом веществе яичников крыс линии WAG/Rij происходило образование кистоподобных образований. Их можно узнать по тонкой структуре гранулёзной оболочки и наличию полости, что лежит в основе патогенеза синдрома поликистозных яичников (Krepuła, 2012).

Таким образом, о дисфункции яичников может говорить формирование большого числа ретенционных полостей и кистоподобных образований, а также снижение количества фолликулов и жёлтых тел. Описанные выше изменения происходят на уровне гипоталамо-гипофизарно-овариальной системы (Тайчинова, 2019).

Литература:

1. Горелова И.В., Чугунова А.А., Одинцова Г.В. Эпилепсия и вспомогательные репродуктивные технологии: клинический случай и обзор литературы. 2019. Проблемы репродукции. Т. 25. № 3. С. 57-62.
2. Тайчинова С.Ф., Ганцев Ш.Х., Муллагалина А.З., Акбердина Г.Р. Киста яичника в постменопаузе (обзор литературы). Креативная хирургия и онкология. 2019. Т. 9. № 2. С. 144-150.
3. Katarzyna Krepuła, Bożena Bidzińska-Speichert, Agnieszka Lenarcik, Urszula Tworowska-Bardzińska Selected neurologic disorders related to polycystic ovary syndrome. *Ginekol Pol.* 2012. V. 83. No. 2. P. 128-131.

Вклад *rol*-генов штамма K599 *Agrobacterium rhizogenes* в регуляцию роста табака при действии стрессовых факторов

Д.Ю. Швец¹, Г.Р. Гиниятуллина², З.А. Бережнева¹, Х.Г. Мусин¹, Б.Р. Кулуев^{1,2}

¹Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН

²Уфимский университет науки и технологий

Agrobacterium rhizogenes – природный переносчик *rol*-генов, которые в свою очередь выполняют разнообразные биологические функции как в природно-трансгенных, так и в искусственно трансформированных растениях. Штаммы *A. rhizogenes* классифицированы в соответствии с их способностью определять синтез трех основных опинов, которые используются агробактериями в качестве питательных веществ: агропина, маннопина и кукумопина. Штамм K599 (NCPPB2659) является типичным представителем кукумопинового типа и обычно используется для получения волосовидных корней труднотрансформируемых растений семейства Бобовые. Однако эмпирических данных о проявлении морфогенетических эффектов у видов, обладающих большей чувствительностью к агробактериям, недостаточно. Ранее нами были проведены работы, посвященные созданию трансгенных растений *Nicotiana tabacum* L., несущих *rol*-гены штаммов 15834 и A4 и анализу состояния антиоксидантной системы их корней. Нами было показано, что экспрессия *rol*-генов штаммов A4 и 15834 оказывает позитивное влияние на рост корней табака при нормальных условиях и при действии засоления и кадмия. Исходя из этого, целью нашей работы была оценка параметров роста корней трансгенных растений *N. tabacum*, несущих *rol*-гены штамма K599 и анализ антиоксидантной системы при действии абиотических стрессовых факторов.

В работе использовали 2 линии трансгенных растений *N. tabacum* сорта Petit Havana линии SR1, трансформированных T-ДНК штамма K599 *A. rhizogenes*. В качестве контроля использовали нетрансгенные растения *N. tabacum* сорта Petit Havana линии SR1 (дикий тип). Предварительно, семена стерилизовали и сажали на среду Мурасиге-Скуга (МС). Проростки трансгенных и контрольных растений выращивали в камерах роста Binder (Германия) при температуре +25°C, освещенности около 140 мкмоль/(м²с) и фотопериоде 16/8 часов (свет/темнота) (нормальные условия) в течении 10 дней. Затем проростки с одинаковой длиной корней переносили на вертикально-ориентированные чашки Петри и оценивали изменение длины корней при норме (контроль), действии засоления (50 мМ и 100 мМ NaCl), гипотермии (+12°C) и кадмия (100, 200 и 400 мкМ CdAc). Проводили анализ количественного содержания водорастворимых сахаров, окисленного и восстановленного глутатиона, малонового диальдегида, пролина, общего растворимого белка, определяли активность основных ферментов антиоксидантной системы - супероксиддисмутаза, гваяколпероксидаза,

аскорбатпероксидаз, каталаз, глутатион-S-трансфераз, а также оценивали общую антиоксидантную способность.

В результате работы обнаружено, что экспрессия *rol*-генов штамма K599 оказывает негативное влияние на рост корней табака, как при нормальных условиях, так и при действии стрессовых факторов. В корнях трансгенных растений табака происходило увеличение содержания пролина, водорастворимых сахаров, восстановленного и окисленного глутатиона, активностей супероксиддисмутаз, гваяколпероксидаз, каталаз, глутатион-S-трансфераз и уменьшение общей антиоксидантной способности, содержания малонового диальдегида и активности аскорбатпероксидаз. Таким образом, показано, что *rol*-гены штамма K599 оказывают более выраженное по сравнению с *rol*-генами штаммов A4 и 15834 воздействие на компоненты антиоксидантной системы.

Физико-химическая и биохимическая характеристика гидролаз *Bacillus subtilis*

Шуганова А.В., Михайлова А.Р., Фаткуллин И.Я.

Уфимский университет науки и технологий

Известна способность бактерий воздействовать на растения и повышать их резистентность к патогенам и различным стрессам. Механизм воздействия бактерий на растения до конца не прояснен. Известно, что бактерии выделяют в окружающую среду множество метаболитов - белков и низкомолекулярных веществ, которые как-либо воздействуют на растения. Одними из таких веществ являются исследуемые нами ферменты, полученные из коллекции Института биохимии и генетики УФИЦ РАН. Чтобы понять механизм их воздействия на растения, необходимо изучить физико-химические и биохимические характеристики амилаз и протеаз.

Для изучения термостабильности амилаз и протеаз *B. subtilis* исследуемые образцы подвергались нагреву в течение 20 минут с дальнейшим определением активности методом гидролиза субстрата, иммобилизованного в полиакриламидном геле. Внутриклеточные ферменты при 60°C имели самый высокий показатель амилитической активности. Протеазы клеток сохраняли большую активность при прогревании с 50 до 80°C, далее наблюдался резкий спад активности. У внеклеточных ферментов до 60°C активность имела максимальное значение, далее происходило снижение активности. Протеолитическая активность ферментов среды так же снижалась с повышением температуры выше 60°C. Таким образом, ферменты клеток *B. subtilis* проявляли термостабильность выше, чем внеклеточные амилазы и протеазы.

Для изучения рН-оптимума ферментов, исследуемые образцы смешивали с буферными растворами с различными значениями водородного показателя. Амилитическая активность при рН от 5 до 6 была максимальной. Активность протеаз среды при рН 5-7 имела стабильный показатель, при рН 8 достигала оптимального, максимального показателя с дальнейшим понижением.

В ходе эволюции растения выработали стратегии поддержания благоприятного роста, а также гарантирующие их выживание. Усиление защитных механизмов, например, является одной из таких стратегий, которые позволяют им успешно переносить вредоносных насекомых, фитопатогенные микроорганизмы и другие неблагоприятные условия. Белковые молекулы, такие как ингибиторы α -амилазы (α -AI) и ингибиторы протеиназы (PiS), лектины, некоторые гидролизующие ферменты (например, b-1,3-глюканазы и хитиназы), а также антимикробные пептиды, являются важной частью защитных механизмов растений. В нашей работе мы также рассматривали способность ингибиторов из листьев некоторых растений подавлять активность ферментов бактерий. Данные исследования показали понижение активности амилаз и протеаз, относительно контроля, что указало

на присутствие растительных ингибиторов. Наибольшее снижение активности внеклеточных и внутриклеточных ферментов было характерно у томата, перца и паслена, наименьшее – у петунии и физалиса.

Антимикробные пептиды (АМП) представляют собой гетерогенную группу молекул, участвующих во врожденном и приобретенном иммунном ответе различных организмов, начиная с прокариот и заканчивая млекопитающими. В данной работе мы исследовали пептиды семейства ЕсАМР, выделенные из *Echinochloa crusgalli*, для определения их способности ингибировать ферменты *B. subtilis*. В присутствии различных антимикробных пептидов наблюдается крайне незначительно снижение активности ферментов, которое, в целом, находится в пределах погрешности.