

*Журнал Научное обозрение.
Биологические науки
зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ № ФС77-57454*

*Учредитель, издательство и редакция:
НИИЦ «Академия Естествознания»,
почтовый адрес:
105037, г. Москва, а/я 47*

**Founder, publisher and edition:
SPC Academy of Natural History,
post address:
105037, Moscow, p.o. box 47**

*Подписано в печать 15.01.2018
Дата выхода номера 15.02.2018
Формат 60×90 1/8*

*Типография
НИИЦ «Академия Естествознания»,
410035, г. Саратов,
ул. Мамонтовой, д. 5*

**Signed in print 15.01.2018
Format 60×90 8.1**

**Typography
SPC «Academy Of Natural History»
410035, Russia, Saratov,
5 Mamontovoi str.**

*Технический редактор Митронова Л.М.
Корректор Андреев А.М.*

*Тираж 1000 экз.
Распространение по свободной цене
Заказ НО 2017/5*

Журнал «НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ» выходил с 1894 по 1903 год в издательстве П.П. Сойкина. Главным редактором журнала был Михаил Михайлович Филиппов. В журнале публиковались работы Ленина, Плеханова, Циолковского, Менделеева, Бехтерева, Лесгафта и др.

Journal «Scientific Review» published from 1894 to 1903. P.P. Soykin was the publisher. Mikhail Filippov was the Editor in Chief. The journal published works of Lenin, Plekhanov, Tsiolkovsky, Mendeleev, Bekhterev, Lesgaft etc.



М.М. Филиппов (M.M. Philippov)

С 2014 года издание журнала возобновлено
Академией Естествознания

**From 2014 edition of the journal resumed
by Academy of Natural History**

Главный редактор: М.Ю. Ледванов
Editor in Chief: M.Yu. Ledvanov

Редакционная коллегия (**Editorial Board**)

А.Н. Курзанов (**A.N. Kurzanov**)

Н.Ю. Стукова (**N.Yu. Stukova**)

М.Н. Бизенкова (**M.N. Bizenkova**)

Н.Е. Старчикова (**N.E. Starchikova**)

Т.В. Шнуровозова (**T.V. Shnurovozova**)

НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ • БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

SCIENTIFIC REVIEW • BIOLOGICAL SCIENCES

www.science-education.ru

2017 г.



***В журнале представлены научные обзоры,
литературные обзоры диссертаций,
статьи проблемного и научно-практического
характера***

The issue contains scientific reviews, literary dissertation reviews,
problem and practical scientific articles

СОДЕРЖАНИЕ

Биологические науки (03.01.00, 03.02.00, 03.03.00)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ МОТОРНОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ <i>Воробьев В.Ф.</i>	5
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ БИОРИТМОВ ЧЕЛОВЕКА В АСПЕКТЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ ПСИХИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ <i>Петраш В.В., Литаяева М.П., Ильина Л.В.</i>	13
МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ОСТРОВА УРУП (КУРИЛЬСКИЙ АРХИПЕЛАГ) <i>Полохин О.В.</i>	18
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И НОРМ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ И МИКРОФЛОРУ АГРОГЕННЫХ ПОЧВ ПРИМОРЬЯ <i>Пуртова Л.Н., Щапова Л.Н., Полохин О.В.</i>	23
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ И ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С НЕПОЛНЫМИ ВХОДНЫМИ ДАННЫМИ ПРИ РЕШЕНИИ ЧАСТНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ЗАДАЧ <i>Розыходжаева Г.А., Розыходжаева Д.А.</i>	28
ИНДУКЦИЯ МИКРОЯДЕР И ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ МОДИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ СЫВОРОТКИ КРОВИ ВИДОВ-ИНДИКАТОРОВ АНТРОПОГЕННО-ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ <i>Романова Е.Б., Шаповалова К.В., Рябинина Е.С.</i>	33
ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ УНАБИ В МНОГОЛЕТНИХ КУЛЬТУРАХ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ <i>Сурхаев Г.А.</i>	38

CONTENTS

Biological sciences (03.01.00, 03.02.00, 03.03.00)

THEORETICAL ANALYSIS OF THE PROBLEM MOTOR DEVELOPMENT OF CHILDREN WITH DISABILITIES <i>Vorobev V.F.</i>	5
MODERN METHODOLOGICAL APPROACHES TO HUMAN BIOLOGICAL RHYTHM ANALYSIS REGARDING THE PROBLEM OF MENTAL CONDITIONS RAPID ASSESSMENT <i>Petrash V.V., Litaeva M.P., Ilina L.V.</i>	13
MORPHOLOGICAL PECULIARITIES AND ACID-BASIC PROPERTIES OF THE SOIL THE CENTRAL PART OF URUP ISLAND (KURIL ARCHIPELAGO) <i>Polokhin O.V.</i>	18
INFLUENCE OF VARIOUS METHODS OF SOIL TREATMENT AND NORM OF FERTILIZATION ON HUMUS STATE AND MICROFLORA OF AGRICULTURAL SOILS OF THE PRIMORSKY TERRITORY <i>Purtova L.N., Shchapova L.N., Polokhin O.V.</i>	23
FEATURES OF FORMATION OF TRAINING SET AND TRAINING OF THE NEURAL NETWORK WITH INCOMPLETE QUERIES BY SOLVING PRIVATE MEDICAL TASKS <i>Rozykhodzhaeva G.A., Rozykhodzhaeva D.A.</i>	28
INDUCTION MICRONUCLEUS AND OXIDISING MODIFICATION OF PROTEINS OF SERUMS OF BLOOD THE SPECIES INDICATORS OF ANTHROPOGENOUS TRANSFORMED TERRITORIES <i>Romavova E.B., Shapovalova K.V., Ryabinina E.S.</i>	33
PHENOTYPIC VARIABILITY OF UNABI IN LONG-YEAR CROPS OF EASTERN THE EASTERN CISCAUCASIA <i>Surkhaev G.A.</i>	38

УДК 612.8:616-053.02

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ МОТОРНОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Воробьев В.Ф.

Череповецкий государственный университет (ФГБОУ ВО ЧГУ), Череповец, e-mail: vovovfo@mail.ru

Данная статья направлена на выявление основных трендов и возможных лагун в теоретических положениях о моторном развитии детей с ограниченными возможностями здоровья. В результате анализа содержания терминов установлено, что дихотомия мелкая и общая является классификацией начального уровня при изучении проблемы моторного развития. Предложено сопряженное использование двух дихотомий: мелкая и общая моторика и праксис – диспраксия. Отмечена целесообразность использования разнообразных переместительных упражнений для обогащения двигательной сферы ребенка и преодоления различных диспраксий. В заключительной части статьи проанализирована необходимость высокой квалификации группы специалистов, способных, используя различные классификации, отобрать те моторные умения, которые в условиях ограниченности временных ресурсов позволят обеспечить полноценное сопровождение моторного развития детей с ограниченными возможностями здоровья.

Ключевые слова: дети с ограниченными возможностями здоровья, моторное развитие, общая моторика, мелкая моторика, праксис, диспраксия

THEORETICAL ANALYSIS OF THE PROBLEM MOTOR DEVELOPMENT OF CHILDREN WITH DISABILITIES

Vorobev V.F.

Cherepovets State University, Cherepovets, e-mail: vovovfo@mail.ru

This article concerns a problem of identification of the main trends and possible lacunas in theoretical regulations on motor development of children with disabilities. The main idea of approach to the problem is that we structure and perceive representations of motor development through ideas of radical constructivism. The article consists of three main parts. First, it describes the dichotomy between fine and gross motor skills. The next part deals with the value of neuropsychological tests for assessment of dynamic praxis. The dichotomy between small and gross motor skills is the classification of entry-level study of the problem of motor development. It's classification must be used with the dichotomy praxis- dyspraxia. The final part of the article analyzes distinctions of praxis violations and motor awkwardness. There is necessity of high qualification of the team of specialists who are able to enrich child's motor skills, using different classifications. The main purpose of the article is to show the need for meaningful analysis of the terms used to fully support the motor development of children with disabilities.

Keywords: children with disabilities, motor development, gross motor skills, fine motor skills, praxis, dyspraxia

Реабилитация детей с нарушениями здоровья в настоящее время происходит с участием многих специалистов. Хотя проблема оценки нарушений и исцеления детей находится в ведении врачей, их социальная реабилитация осуществляется в русле специальной педагогики и адаптивной физической культуры. Способность ребенка быть принятым в социальную группу, взаимодействовать в игре, выполнять совместные действия предъявляет определенные требования как к общей моторной ловкости, так и к ручной деятельности [21]. Австралийские ученые отмечают, что следует обогащать арсенал моторных умений, освоенных детьми [37]. Это открывает широкие возможности для двигательной активности, нормализации состава тела и улучшения многих показателей здоровья.

Уровень моторной зрелости является важным показателем развития ребенка [6]. Не случайно в возрастной физиологии принято сопоставлять двигательный и биологический возраст. При клиническом об-

следовании моторные нарушения не всегда в полной мере диагностируются, в меньшей степени вызывают тревогу врачей и родителей, а поэтому и меньше корректируются [5]. При отсутствии коррекции регистрируется прогрессирование отклонений возможностей двигательной системы. В то же время продемонстрирована возможность качественного изменения класса функциональной активности рук у детей с ДЦП даже после первого курса адекватной реабилитации [38] или с использованием специальных средств [19].

Ранее нами была показана перспективность использования радиального конструктивизма как методологической основы проектирования педагогического процесса в адаптивном физическом воспитании [8]. Конструктивизм является одним из концептуальных направлений современной философской мысли, объединяющих группу теорий, наиболее последовательной из которых является радикальный конструктивизм. Его центральной идеей является поло-

жение о знании как системе, определенным способом организованном и согласованном собственном опыте [10]. Поэтому теория может быть представлена как совокупность взаимосвязанных конструкторов. Представляется важным проанализировать современные научные публикации с целью выявления основных трендов и возможных лакун в теоретических положениях о моторном развитии детей с ограниченными возможностями здоровья. Отсюда цель нашего исследования – анализ сложившихся представлений о путях и актуальных аспектах моторного развития детей с ограниченными возможностями здоровья с точки зрения подходов радикального конструктивизма.

Материалы и методы исследования

Проанализированы публикации, размещенные в научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU и в базах данных PubMed. При анализе текстов использован дескриптивный метод, обсуждение полученных результатов проводилось с привлечением необходимой научной литературы, при этом использовались диахронический метод и метод деконструкции.

Результаты исследования и их обсуждение

На сайте eLIBRARY.RU по тематике «биология; медицина и здравоохранение; физическая культура и спорт, народное образование» произведён поиск по ключевому слову «моторное развитие», найдено 1042 публикации, из них 603 полнотекстовые статьи были просмотрены для решения задач исследования. В ряде рассмотренных статей обсуждаются гендерные и конституциональные особенности развития детей с ограниченными возможностями здоровья. Часть работ посвящена проблемам развития мелкой моторики и развитию графо-моторных навыков у детей с нарушениями в развитии. В других статьях рассматриваются вопросы развития общей моторики либо в плане освоения основных двигательных умений, либо обучения отдельных двигательных умений подвижных игр или спортивных упражнений. Тем не менее нам не удалось ни в одной статье выявить попытки определить содержание терминов моторное развитие, мелкая или общая моторика. Видимо, по мнению авторов, содержание этих терминов самоочевидно и не требует пояснения. По нашему мнению, это не так, ведь моторное развитие детей с отклонениями в состоянии здоровья своеобразно и требует адекватного педагогического сопровождения.

Теоретический анализ проблемы моторного развития у детей с ограниченными

возможностями здоровья, на наш взгляд, целесообразно начать, используя конструкторы (термины) биомеханики. В биомеханике принято рассматривать движения как локальные, региональные и глобальные, что уже требует уточнить содержание подразделов понятия «моторика». Если задействовано от трети до двух третей мышечных групп, то такие двигательные действия попадают в зону неопределенности. Это не мелкая, но и не общая моторика. Трудности в рассмотрении проблемы развития моторики в парадигме мелкая – общая моторика возникают и при классификации упражнений с отягощениями. Например, к какой группе отнести серию заданий «сгибание руки в локте с гантелями различной массы»?

Трудности в смысловом наполнении рассматриваемых конструкторов мы попытались разрешить на основе изучения современных публикаций по теме исследования. М.П. Мухина, А.И. Кравчук в качестве основных направлений моторного развития выделяют обучение 8 основным движениям: движения руками, движения ногами, ходьба, бег, равновесие, лазание, прыжки, метание [18]. Кроме того, М.П. Мухина предлагает обучать базовым и профилирующим основным движениям, а также объемным движениям [17]. Наряду с традиционными движениями, она предлагает осваивать и оценивать движения руками и ногами. Эти группы движений можно отнести к общей моторике. Дискуссионным вопросом может быть обсуждение времени освоения каждой группы движений. В ряде случаев предпочтительное направление педагогического сопровождения очевидно.

У детей с заиканием отмечается необходимость развития моторики тонких движений пальцев рук, мимической моторики и речевой моторики [16]. У детей с минимальными дизартрическими расстройствами моторика верхнего плечевого пояса, кистей и пальцев рук характеризуются неловкостью, замедленностью, низкой способностью к дифференцированию [25]. По мнению авторов, у них необходимо развитие силы и объема движений кистей и пальцев рук, совершенствование движений в суставах в сагиттальной и во фронтальной плоскостях.

И.А. Хоршева и Г.В. Володина выделяют у детей с ЗПР общее моторное развитие, мелкое моторное развитие с опорой на речевые сигналы, мелкое моторное развитие без опоры на речевые сигналы [26]. Коррекционная работа для детей с дизартрией включает общеразвивающие упражнения и специальные, так называемые ба-

зовые элементы ушу, в которых особенно активно задействована мелкая моторика рук [22]. Авторы процитированных работ осуществляют дифференцировку второго уровня, используя внешние характеристики движений.

Необходимость дополнить традиционную дихотомию осознается многими специалистами. Данный аспект иллюстрируют следующие примеры. Особую трудность для дошкольников, страдающих заиканием, представляет воспроизведение ритмического рисунка [16]. Е.Н. Филиппова наряду с развитием общей моторики отмечает необходимость воспитания свободы действий, использования упражнений на формирование пространственного чувства, восприятия схемы собственного тела [25]. В работе К.Н. Головиной и Е.С. Федосеевой процесс коррекции сенсорных и моторных нарушений у детей с ранним детским аутизмом в условиях школы-интерната был основан на следующих направлениях работы: зрительно-моторной координации; сенсорно-перцептивных действий по обследованию свойств предметов [11].

На наш взгляд, феноменологический подход мелкая – общая является классификацией начального уровня изучения проблемы. Если на первом этапе дихотомического деления обычно довольно легко отнести изучаемое явление к одной из 2-х категорий, то при дальнейшем разделении и уточнении понятий мы сталкиваемся с проблемами. Например, к какой из выделяемых групп мы отнесем метание без замаха малого мяча в цель? Если деление проводится по одному основанию – наличию или отсутствию некоторого признака, то есть движения кистью или пальцами без перемещения предплечья, то мы сталкиваемся лишь с вариантом выполнения двигательного задания. Дихотомия как способ логического деления класса на подклассы может позволить уточнять классификацию двигательных действий, например предлагают из мелкой моторики выделять тонкую. Но это приведет к тому, что ряд двигательных заданий просто выпадет из поля зрения исследователей и практиков. Стоит подчеркнуть, что ни мелкая, ни общая моторика не являются некими определенными образцами – идеями в духе философского учения Платона, мы сами наполняем определённым содержанием эти термины. С точки зрения радикального конструктивизма их использование определяется полезностью, пригодностью для решения конкретных задач.

Одним из видов коррекционно-воспитательной работы в дошкольном возрасте, направленных на стимуляцию созревания

центральной нервной системы, является применение различных групп физических упражнений, формирующих общую и мелкую моторику, компенсирующих и нивелирующих неврологическую симптоматику [12, 13]. Поэтому при занятиях физической культурой, по мнению авторов, необходимо сначала включать гомолатеральные движения, затем – перекрестные движения верхних и нижних конечностей, после этого – движения с пересечением средней линии тела. Этот материал указывает на необходимость наряду с внешними характеристиками движений рассматривать и физиологические характеристики движений. П.В. Кравцевич с соавт. [14] по результатам собственных исследований указывает, что нарушение тонуса в определенных группах мышц и мышечная дисрегуляция способствуют возникновению функциональных блокад в суставах конечностей. В суставах возникают контрактуры сначала функциональные, которые могут быть ликвидированы в процессе активного лечения, а в тяжелых случаях – органические, когда движения в суставе полностью отсутствуют. Такие проблемы уже требуют нового подхода. Кроме того, у детей отмечают трудности удержания поз, сложности произвольного управления движениями [16]. При наличии проприоцептивной дисфункции выявляются трудности сохранения стабильной позы, контроля движения мелкой и крупной моторики [20]. На наш взгляд, задача нормализовать общий мышечный тонус, сформировать у ребенка осевые вертикальные и горизонтальные сенсомоторные взаимодействия также не может быть решена в парадигме мелкая – общая моторика.

В англоязычных статьях, посвященных моторному развитию (motor development), используются сходные термины: общие моторные умения (gross motor skills), основные моторные умения (basic motor skills, fundamental motor skills), мелкая моторика (fine motor function, manipulative skills). Тем не менее авторы отмечают [39], что большинство исследований в этой области направлены на изучение развития общей моторики (gross-motor skills). Установлено, что будущие исследования необходимо направить на изучение влияния зрительно-моторной координации и тонкой моторики на формирование паттернов движений. В обзоре, выполненном норвежскими учеными, отмечено, что исследований, которые предназначались для изучения общей моторики у детей с ДЦП, было меньше, они были более старыми и с более низкой частотой учебных занятий за более длинные периоды подготовки, чем исследования,

в которых рассматривали развитие мелкой моторики [38]. Одной из нерешенных проблем является необходимость обеспечить нейромышечное развитие детей (integrative neuromuscular training). Следовательно, анализ англоязычной литературы показывает необходимость выйти за пределы дихотомии общая – мелкая и шире привлекать знания о возрастной физиологии и биомеханике. Наличие гендерных различий в качестве выполнения бросков, в частности, подводит к осознанию важности педагогического сопровождения моторного развития [31].

Как известно, в 1923 году А.А. Ухтомский предложил теоретический конструкт «доминанта». Это констелляция центров с повышенной возбудимостью в различных этажах головного и спинного мозга, а также в автономной нервной системе. Концепция об иерархической многоуровневой организации систем управления движениями была разработана Н.А. Бернштейном (1947), в частности, для того, чтобы выявить внутренние причины нарушений движений, изученных им в клинической практике. Он выявил причинно-следственные связи между поражениями мозговых структур и проблемами в двигательной сфере, обусловленными ведущим или фоновыми уровнями. В рамках нового междисциплинарного направления – нейропсихологии А.Р. Лурия были разработаны двигательные задания, позволявшие выявить нарушения мозговых структур. В широко известных работах Н.И. Озерецкого и М.О. Гуревича была показана возможность, используя простые моторные задания, выявить проблемы в становлении различных функций мозга. В настоящее время это направление сформировалось как нейропсихология. Комплексная нейропсихологическая диагностика позволяет планировать эффективную психокоррекционную работу. Этапы скрининговой диагностики и углубленной диагностики, предполагающей, в частности, применение нейропсихологических проб, позволяют оценить динамический праксис, реципрокную координацию, моторную гармоничность. Достаточно раннее проявление клинической неврологической симптоматики и нарушений поведения у детей с синдромом дефицита внимания связано с определенными корковыми нарушениями, которые в свою очередь отвечают за становление опорно-двигательного аппарата [6]. В рамках нейропсихологического подхода выявлены два полюса: праксис – апраксия.

Моторное развитие детей с ограниченными возможностями здоровья в настоящее время интенсивно изучается в рамках

как клинической неврологии, так и методами нейропсихологии. Дихотомия праксис – апраксия как основа скрининговых исследований, при обследовании детей заменяется дихотомией праксис – диспраксия. Такой подход подробно рассмотрен в [27]. Результаты этих исследований могут с успехом использоваться в адаптивной физической культуре, но позволяют решать лишь частные проблемы, выявленные в ходе нейропсихологической диагностики. Подчеркнем, что очевидно не следует, отказываясь от терминов мелкая и общая моторика, переходить только к исправлению диспраксий.

Ранее нами показано, что физиологические термины, рассматриваемые как конструкты, со временем наполняются новым содержанием и могут более широко использоваться в другой области знаний. Но возможна и другая ситуация, когда конструкты уже не могут быть пригодны из-за накопления новых знаний в новой области знаний, например в адаптивной физической культуре. Бедность мимики, жестов, нарушении ритмичности движений, наличие автоматизмов, обусловленных экстрапирамидной недостаточностью, или обилие непродуктивных движений, вызванных фронтальной формой двигательной недостаточности, не могут быть адекватно описаны в дихотомии мелкая – общая моторика. Анализ нейродинамических особенностей у детей, в свою очередь, позволяет выявить различные нарушения праксиса. Например, в клиническом исследовании оценка праксиса рук включала использование разнородных моторных последовательностей, которые позволяют оценить моторное планирование, а также кинестетическую память, способность к имитации жестов и моторного упорядочивания [35]. Патологические синкинезии выявлены при индивидуальном анализе состояния тонкой моторики детей-инвалидов [5]. Их преодоление требует целенаправленной работы именно в процессе становления праксиса.

Сопоставление двух дихотомий позволяет сформулировать следующую проблему. Всегда ли моторная неловкость (неуклюжесть) является следствием невыявленной диспраксии или возможна причинно-следственная связь между гиподинамией и проблемами в двигательной сфере. Важно отметить, что если ребенок здоров и у него не выявлено проблем ЦНС, то предоставление возможности совершенствовать свои двигательные навыки позволит ему проработать те двигательные умения, которые и не были освоены на специально организованных заданиях. Не случайно в нашей

стране такое большое значение придается неструктурированной, свободной двигательной активности детей. Важность сохранения времени в детских графиках для неструктурированной игры на свежем воздухе отмечается и в работах зарубежных исследователей [30].

Маленьким детям нужно преподавать множество различных моторных навыков для того, чтобы развивать и увеличить их моторную компетентность. [32]. Причем необходимо помнить, что требуется достаточное число повторений для закрепления моторных умений, а это в условиях ограниченных временных ресурсов любой образовательной системы требует их отбора. К примеру, для достижения оптимального результата при работе с умственно отсталыми детьми дошкольного возраста необходимо опираться на особенности их психомоторного развития [12]. Нарушение тонуса в определенных группах мышц (спастика в одних и гипотония в других) и мышечная дисрегуляция способствуют возникновению функциональных блокад в суставах конечностей [3]. В процессе активного лечения функциональные контрактуры могут быть ликвидированы, при отсутствии реабилитации они переходят в органические, что блокирует движения в суставе. Поэтому при организации целенаправленной коррекции необходим учет состояния мышечной системы. Дестабилизировать устойчивое патологическое состояние, сформировать и зафиксировать в долговременной памяти новую программу, близкую к норме, эффективно с использованием инструментальных методов [27].

Тем не менее, по мнению как отечественных [27], так и зарубежных специалистов [38] необходима поддержка специалистов в формировании двигательных умений детей с ограниченными возможностями здоровья. Педагоги должны быть выбраны тщательно, потому что их компетентность, уверенность и энтузиазм влияют на детское участие в тренировках [39]. Отсюда предоставленный сам себе ребенок с проблемами в здоровье не в состоянии освоить адекватные паттерны движений. Краеугольный камень сопровождения нейромышечного развития детей – компетентные профессионалы, которые способны разрабатывать инструкции, соответствующие возрасту и обученности детей [34]. Они понимают основные принципы педиатрической науки и действительно ценят физическую и психосоциальную уникальность детей и подростков. В рамках предложенной авторами модели соединяются задачи освоения фундаментальных движе-

ний и устранения конкретных дефицитов управления движениями.

При взаимодействии специалистов с различным базовым образованием зачастую возникает проблема соотнесения терминов-омонимов из разных отраслей знания, которые принадлежат к разным терминологическим системам. Но их сотрудничество необходимо, поэтому важно уточнить смысл терминов и попытаться выстроить единую терминологическую систему предметной области «Реабилитация детей с нарушениями в развитии». С точки зрения радикального конструктивизма анализ концепта «моторное развитие» показал, что большинство авторов используют этот термин для того, чтобы выявить возрастные закономерности и /или обосновать программу работы с детьми. Поэтому, на наш взгляд, целесообразно выделить те движения, независимо от объема участвующих мышечных групп, которые направлены на решение определенной двигательной задачи. Такие движения можно охарактеризовать как целенаправленные. Они могут быть выполнены в различных уровнях по Н.А. Бернштейну. Например, в уровне А – максимально напрячь трицепсы, в уровне В – выполнить ласточку (упражнение на равновесие). В.И. Лях привел классификацию упражнений, обеспечивающих развитие специфической и специальной координации [15]. Эти упражнения выполняются в уровнях С и D. Стоит подчеркнуть, что если педагог ставит задачу развить координационные способности, то он будет предлагать такие упражнения с акцентом на их новизну. При моторном развитии мы будем стремиться улучшить качество выполнения движений.

Все большую популярность в дошкольном воспитании набирает «Школа мяча». На наш взгляд, использование разнообразных переместительных упражнений может обогатить двигательную сферу ребенка действительно социально важными умениями и преодолевать различные диспраксии [23, 28, 38]. Подтверждение целесообразности этого подхода можно найти в указаниях ученых из университета Билефельда. Они считают, что совершенствование моторного развития обеспечивается благодаря использованию средств тенниса и футбола (tennis ball throw for distance, softball throw for distance) [31].

Произвольно выбирая из неисчислимого арсенала движений заведомо ограниченный объем, мы рискуем не сформировать в полной мере спектр требуемых двигательных умений. Причём при обуче-

нии ребенка с особыми образовательными потребностями мы должны учитывать и его типологические особенности [7, 9]. Но даже без увеличения обычного уровня физической активности акцент на моторном развитии позволяет увеличивать фундаментальные моторные умения. Американские исследователи установили, что, даже имея минимальное оборудование, но с очень творческими и ориентированными на деятельность педагогами, можно достигнуть очень высокого уровня физической активности детей [29]. Авторы выделяют условия, когда такое педагогическое сопровождение развития детей может обеспечить их полноценную активность.

Небольшие объемы тренировок, в сумме за несколько занятий менее 200 минут, могут существенно улучшить точность и качество управления движениями [36]. В то же время у детей, без учета сенситивных периодов, время, затраченное на развитие, к примеру, силовых способностей, может быть потрачено впустую. По нашему мнению, необходимо использовать различные классификации движений, разработанные в предметном поле физического воспитания детей и возрастной биомеханике. При их подборе необходимо использовать принцип дополненности.

Разделение диспраксий и моторной неловкости (неуклюжести) имеет не только теоретический, но и практический аспект. Напомним, что диспраксии возникают из-за сформированного и устойчивого патологического состояния, поэтому у детей с диспраксией, в отличие от взрослых пациентов, базовый двигательный стереотип уже изначально искажен [27]. В случае отсутствия дисфункции в работе ЦНС мы можем надеяться, что повышение двигательной активности обогатит двигательный опыт ребенка, и он самостоятельно сможет улучшить качество двигательных умений. При дисфункциях, обусловленных как органическим патологическим процессом, так и функциональными патологиями, перестроить патологический двигательный стереотип ребенка, приближая его к возрастной норме, формировать оптимальные паттерны движений возможно только под руководством специалистов. Например, Т.Б. Филичева указывает на корреляционную зависимость нарушений постурально-праксиса и трудности при выполнении заданий, требующих тонких, дифференцированных движений кистей и пальцев рук детей с минимальными дизартрическими расстройствами. В этом случае, в зависимости от причины нарушений, возможно, к примеру, увеличение объема занятий

именно на улучшение функций вестибулярного аппарата [24].

В обзоре греческих ученых описана программа, предусматривающая два 45-минутных урока в неделю. Содержание занятий направлено на развитие 84 фундаментальных моторных навыков [40]. В течение восьми месяцев реализация этой программы обеспечила линейное улучшение умений девочек и нелинейный рост умений мальчиков. Тем не менее авторы отмечают, что она не была эффективной при развитии мелкой моторики. Информация о результативности этой программы может быть по-разному истолкована командой специалистов. Например, специалисту в области адаптивной физической культуры будет предложено сконцентрироваться на региональных и глобальных движениях. А развитие мелкой моторики как одного из аспектов моторного развития детей с ограниченными возможностями здоровья будут в большей мере обеспечивать специалисты коррекционной педагогики.

Выводы

В работе рассмотрены современные представления о характере и направлении моторного развития на основе двух классификаций. Выявлены общие характерные признаки классификации движений на основе объема движений и наличия дисфункций ЦНС. Рассмотренная дихотомия конструкторов либо опирается на внешние признаки движений, не затрагивая внутренние причины и физиологические механизмы, либо исходит из представлений о наличии или отсутствии нарушений. Установлено, что дихотомия как вспомогательный прием при установлении классификации сыграла свою положительную роль, но в настоящее время необходимо использовать другие подходы наряду с сопоставлением мелкая – общая моторика. Целесообразным представляется использование различных классификаций движений, принятых в спортивной физиологии и биомеханике, которые могут быть сведены с опорой на принцип дополненности. Проведенный анализ не претендует на полноту и призван актуализировать проблему содержания концептуального аппарата адаптивного физического воспитания на материалах содержания терминов «моторное развитие детей с ограниченными возможностями здоровья», «общая моторика», «мелкая моторика», «праксис», «диспраксия».

Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 16-16-35001.

Список литературы

1. Агрис А.Р. Проявления дефицита активационных компонентов деятельности у детей с трудностями обучения // Культурно-историческая психология. – 2012. – № 2. – С. 29–35.
2. Борисова Е.Ю. Возможности нейропсихологической диагностики риска формирования отклонений в развитии в дошкольном возрасте // Вестник Марийского государственного университета. – 2015. – № 5 (20). – С. 65–69.
3. Бруйков А.А., Гулин А.В., Апокин В.В. Сравнительная характеристика влияния лечебного плавания и иппотерапии на развитие моторной активности детей с церебральным параличом // Северный регион: наука, образование, культура. – 2015. – Т. 3. № 2 (32). – С. 139–142.
4. Вовк М.И., Галян Е.Б., Подопригора Е.Н. Информационная технология управления движениями кисти для восстановления моторного компонента речи // Кибернетика и вычислительная техника. – 2014. – № 1 (175). – С. 20–30.
5. Воробушкова В.В. Особенности моторного развития детей-инвалидов, обучающихся в общеобразовательной школе / В.В. Воробушкова, Л.А. Жданова, М.В. Воробушкова // Вестник Ивановской медицинской академии. – 2007. – Т. 12, № 1–2. – С. 54–57.
6. Воробушкова М.В. Физическое и моторное развитие, состояние опорно-двигательного аппарата у детей 5–17 лет с синдромом дефицита внимания, прогнозирование и профилактика их нарушений: автореф. дис. ... докт. мед. наук. – Иваново, 2005. – 39 с.
7. Воробьев В.Ф. Использование модели Мюллера-Корниенко для оценки энергетики мышечной деятельности у детей лептосомного и зурисомного телосложения // Новые исследования. – 2009. – № 4 (21). – С. 37–47.
8. Воробьев В.Ф. Подходы к проектированию педагогического процесса в адаптивном физическом воспитании на основе идей радикального конструктивизма // Адаптивная физическая культура. – 2012. – № 1(49). – С. 24–27.
9. Воробьев В.Ф., Шестаков В.Я. Учет конституциональных особенностей детей в процессе оптимизации их двигательной активности // Человек. Спорт. Медицина. – 2015. – Т. 15. № 4. – С. 70–73.
10. Глайзенфельд фон Э. Введение в радикальный конструктивизм // Вестник Московского университета. Серия 7. Философия. – 2001. – № 4. – С. 59–81.
11. Головина К.Н., Федосеева Е.С. Специфические проявления сенсорных и моторных нарушений в развитии детей с ранним детским аутизмом // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2017. – № 5–1 (25). – С. 6–12.
12. Коновалова Н.Г., Колтунова А.А., Коновалова А.В. Нейрофизиологическое обоснование физических тренировок детей младшего возраста с перинатальным поражением центральной нервной системы // Сибирский педагогический журнал. – 2010. – № 6. – С. 208–217.
13. Коновалова Н.Г., Яремчук М.А. Обучение плаванию детей и подростков с детским церебральным параличом // Адаптивная физическая культура. – 2017. – Т. 69. № 1 (69). – С. 32–35.
14. Кравцевич П.В., Бруйков А.А., Гулин А.В. Изменения показателей нервно-мышечного аппарата у детей с детским церебральным параличом под влиянием лечебного плавания // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. – Т. 19. № 3. – С. 991–993.
15. Лях В.И. Двигательные способности школьников: основы теории и методики развития / В.И. Лях. – М.: Терра-Спорт, 2000. – 192 с.
16. Мерзлова Д.И., Леонова С.В. Формирование моторных функций у детей дошкольного возраста с заиканием // Актуальные вопросы научной и научно-педагогической деятельности молодых учёных сборник научных трудов III Всероссийской заочной научно-практической конференции. под общ. ред. Е.А. Певцовой. – 2016. – С. 159–164.
17. Мухина М.П. Формирование моторного потенциала детей дошкольного и младшего школьного возраста в условиях реализации педагогической системы непрерывного физического воспитания // Омский научный вестник. – 2012. – № 2 (106). – С. 193–198.
18. Мухина М.П., Кравчук А.И. Возрастные особенности развития основных движений, физических качеств и функционально-двигательных способностей детей дошкольного возраста в условиях направленного физического воспитания // Вестник Томского государственного университета. – 2011. – № 343. – С. 184–187.
19. Общее моторное развитие и формирование функции рук у пациентов со спастическими формами детского церебрального паралича на фоне ботулинотерапии и комплексной реабилитации / О.А. Ключкова, А.Л. Куренков, Л.С. Намазова-Баранова, А.М. Мамедьяров, К.В. Жердев // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2013. – № 11. – С. 38–48.
20. Покрина О.В., Першин К.Р. Сенсомоторное развитие как базовый уровень формирования высших психических функций детей // Вектор науки ТГУ. Серия: Педагогика, психология. – 2016. – № 4 (27). – С. 7–10.
21. Сайфутдинова Л.Р. Шкала Вайнленд как метод комплексной оценки адаптивного функционирования детей с нарушениями развития // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2007. – Т. 19. № 45. – С. 418–423.
22. Романцова С.А., Грачев В.Д. Развитие моторных функций у детей с дизартрией на занятиях ушу // Психолого-педагогические и физиологические аспекты построения физкультурно-оздоровительных программ и обеспечение их безопасности. Сборник материалов третьей международной научной конференции. – 2016. – С. 165–167.
23. Упражнения с мячом как средство коррекции мелкой моторики у детей с нарушениями речи / В.Ф. Воробьев, К.С. Браим, Н.Д. Зайкова, О.Л. Леханова // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2016. – № 6. – С. 60–64.
24. Филичева Т.Б., Туманова Т.В., Гарева Т.А. Применение PabloSystem в системе коррекции двигательной сферы у детей с минимальными дизартрическими расстройствами // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–1. – С. 967.
25. Филиппова Е.Н. Целостная модель организации моторного праксиса в структуре преодоления общего недоразвития речи у детей с дизартрией // Сборники конференций НИЦ Социосфера. – 2013. – № 9. – С. 214–219.
26. Хоршева И.А., Володина Г.В. Изучение особенностей моторного развития младших школьников с нормальным и задержанным психическим развитием // Психология и педагогика: методика и проблемы практического применения. – 2011. – № 18. – С. 130–135.
27. Шайтор В.М., Емельянов В.Д. Диспраксия у детей. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. – 112 с.
28. Chandra S.R., Issac T.G., Abbas M.M. Apraxias in neurodegenerative dementias // Indian J. Psychol. Med.; 2015; 37(1): 42–47.
29. Copeland K.A., Kendeigh C.A., Saelens B.E., Kalkwarf H.J., Sherman S.N. Physical activity in child-care centers: do teachers hold the key to the playground? Health Education Research. 2012; 27(1), 81–100.
30. Gray C., Gibbons R., Larouche R., et al. What Is the Relationship between Outdoor Time and Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Physical Fitness in Children? A Systematic Review. Tchounwou PB, ed. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2015; 12(6):6455–6474.
31. Gromeier M., Koester D., Schack T. Gender Differences in Motor Skills of the Overarm Throw. Frontiers in Psychology. 2017; 8: 212.

32. Loprinzi P.D, Cardinal B.J, Loprinzi K.L, Lee H. Benefits and Environmental Determinants of Physical Activity in Children and Adolescents. *Obes Facts*. 2012; 5(4): 597–610.
33. Mahajan R., Dirlikov B., Crocetti D., Mostofsky S.H. Motor circuit anatomy in children with autism spectrum disorder with or without attention deficit hyperactivity disorder. *Autism Res.*; 2016. 9(1): 67–81.
34. Myer G.D., Lloyd R.S., Brent J.L., Faigenbaum A.D. How Young is «Too Young» to Start Training? *ACSM's health & fitness journal*. 2013; 17(5): 14–23.
35. O'Hare A., Gorzkowska J. Elton R. Development of an instrument to measure manual praxis. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 1999; 41: 597–607.
36. Philip B.A., Frey S.H. Increased functional connectivity between cortical hand areas and praxis network associated with training-related improvements in non-dominant hand precision drawing. *Neuropsychologia*. 2016; 87: 157–168.
37. Stanley R.M., Jones R.A., Cliff D.P., et al. Increasing physical activity among young children from disadvantaged communities: study protocol of a group randomised controlled effectiveness trial. *BMC Public Health*. 2016; 16: 1095.
38. Tinderholt Myrhaug H., Ostensjo S., Larun L., Odgaard-Jensen J., Jahnsen R. Intensive training of motor function and functional skills among young children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *BMC Pediatrics*. 2014; 14: 292.
39. Veldman S.L., Jones R.A., Okely A.D. Efficacy of gross motor skill interventions in young children: an updated systematic review. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 2016.
40. Venetsanou F., Kambas A., Giannakidou D. Organized physical activity and health in preschool age: a review. *Cent Eur J Public Health*. 2015; 23 (3): 200–207.

УДК 612.8:159.9.07

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ БИОРИТМОВ ЧЕЛОВЕКА В АСПЕКТЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ ПСИХИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ

¹Петраш В.В., ¹Литаева М.П., ²Ильина Л.В.

¹ООО Медицинский центр «Сенсормед», Санкт-Петербург, e-mail: Vlapetrash@yandex.ru;

²Санкт-Петербургский медицинский университет «РЕАВИЗ», Санкт-Петербург,
e-mail: Lari-iLina@yandex.ru

В кратком обзоре обсуждена психосоматическая концепция в аспекте неразрывной связи психики и соматики. Отмечается, что требованием времени становится системный подход в изучении всех патогенетических звеньев хронических заболеваний от социально-стрессовых, эмоциональных и личностных расстройств до формирования психоэмоциональной и нейровегетативной дезадаптации и сложившейся органической патологии. Акцент сделан на необходимости развития скрининговых технологий экспресс-оценки психических состояний на базе современной компьютерной техники. В этом ключе освещена значимость и перспективность биоритмологических исследований для решения проблем раннего выявления развития психоэмоциональной и нейровегетативной дезадаптации. Приведено краткое рассмотрение компьютерной программы для оценки текущего психического состояния по анализу спектров вариабельности сердечного ритма с выявлением специфических спектральных паттернов психических отклонений, а также медицинского экспертного комплекса для анализа спектрально-фазовых паттернов биоритмов в широком спектральном диапазоне, отражающих состояние нормы и патологии функциональных систем и психики.

Ключевые слова: биоритмы, психические состояния, психосоматические расстройства, вариабельность сердечного ритма, спектрально-фазовый паттерн, экспресс-оценка, скрининг-диагностика

MODERN METHODOLOGICAL APPROACHES TO HUMAN BIOLOGICAL RHYTHM ANALYSIS REGARDING THE PROBLEM OF MENTAL CONDITIONS RAPID ASSESSMENT

¹Petrash V.V., ¹Litaeva M.P., ²Ilina L.V.

¹LTD Medical center «Sensormed», St. Petersburg, e-mail: Vlapetrash@yandex.ru;

²St. Petersburg Medical University «REAVIZ», St. Petersburg, e-mail: Lari-iLina@yandex.ru

Psychosomatic conception in the aspect of the inseparable connection of psyche and somatics is discussed in the brief review. It is noted that time calls for comprehensive approach to examining all pathogenic links of chronic diseases, from social stress, emotional, and personal disorders, to psycho-emotional and neurovisceral maladjustment and organ pathology situations. Emphasis is placed upon necessity to develop screening technologies of mental conditions rapid assessment utilizing modern computer hardware. In view of this, importance and perspectives of biorhythm studies for early diagnosis of psycho-emotional and neurovisceral maladjustment are shown. A brief review of software for assessment of current mental states by analyzing heart rate variability spectrum and detecting specific spectral patterns of mental deviation, as well as of a medical assessment unit for analysis of spectral/phasic biorhythm patterns in wide spectral range, indicating normal and pathological states of functional systems and psyche, are here presented.

Keywords: biorhythms, mental states, psychosomatic disorders, heart rate variability, spectral/phasic pattern, rapid assessment, screening diagnostics

Проблема выявления психоэмоциональной и нейровегетативной дезадаптации на ранних стадиях её развития определяется наличием и возможностями методов адекватного контроля психических состояний при профилактических осмотрах и в амбулаторно-клинических условиях.

Целью данного краткого обзора является освещение проблемы экспресс-оценки психических состояний человека и значимости биоритмологических исследований в этом направлении.

Психосоматические расстройства

Анализ психосоматического этиопатогенеза в развитии и течении многих вис-

церальных патологий становится в настоящее время равноценным по отношению к общебиологическим закономерностям развития болезней человека. Это связано в первую очередь с условиями и образом жизни современного человека, его социально-психологической адаптацией, уровнем стресса – дистресса и частыми рецидивами болезней, что подтверждается многими выводами и наблюдениями в практике терапевтов (И.В. Ганзин [1]; М.В. Hargrove et al. [2]; Ю.М. Губачев, Е.М. Стабровский [3], G. Hwang et al. [4]; В.И. Симаненков [5]; В.Д. Тополянский, М.В. Струковская [6] и др.). Согласно подходу одного из основателей психосоматической медицины

Александера Франца, «психическое и соматическое в человеке неразрывно связаны друг с другом, и понимание причин болезней невозможно без совместного анализа этих двух уровней» [7].

На современном этапе формируется концептуальное представление об адаптивном гомеостазе биосистемы как результирующем продукте всех экзогенных и эндогенных факторов, обеспечивающих жизнедеятельность организма хозяина и его симбионтов – специфической бактериальной микрофлоры, содержащейся в желудочно-кишечном тракте. В соответствии с этим подходом энтеральная среда выполняет функцию обеспечения химического гомеостаза, срыв которого под воздействием внешних факторов может происходить в том числе вследствие ответных психонейрогенных реакций на психоэмоциональные раздражители, в первую очередь стрессорные. По мнению Е.И. Ткаченко и др. [8], системные дисфункции микробиоты и паренхиматозных органов – взаимосвязанный механизм, приводящий к развитию той или иной соматической патологии.

В существующей психосоматической концепции по-прежнему остается нерешенной проблема соотношения и определения психоневрологической доминанты функциональных и органических расстройств висцеральных систем, применительно к кардиологии, гастроэнтерологии, пульмонологии и др. [5, 9]. Это связано с высокой индивидуальностью, бессистемностью и неопределенностью психоневрологических состояний, широким спектром возможных дисфункций микробиоты, а также вариабельностью механизмов развития и взаимосвязей морфологических и функциональных изменений. Требованием времени становится системный подход в изучении всех патогенетических звеньев хронических заболеваний от социально-стрессовых, эмоциональных и личностных расстройств до формирования психоэмоциональной и нейровегетативной дезадаптации и сложившейся органной патологической ситуации.

Физиологическая цепь формирования психосоматических расстройств по А.М. Вейну [9] включает: «психические нарушения – кортикальные нарушения – изменение активности вегетативной регуляции в лимбико-ретикулярной системе – изменения в вегетативной и эндокринной системах – соматические расстройства». Поскольку во всех звеньях цепи формирования психовегетативного синдрома текущие психические состояния человека неизбежно претерпевают существенные изменения, для реализации системного подхода необхо-

дим мониторинг этих состояний. Возникает потребность в психофизиологическом мониторинге состояния организма на различных этапах его жизнедеятельности, причём такого рода мониторинг на практике может быть востребован только при условии применения скрининг-диагностических технологий. Немногие принятые в практической медицине, психологии и психофизиологии методы отвечают требованиям мониторинга психического здоровья и скрининг-контроля текущего функционального (физиологического и психического) состояния человека в различных условиях его жизнедеятельности.

Психологические тесты

Уже более полувека широко распространены психологические тесты Айзенка, Кеттелла, Тейлора, Спилберга и многие другие, разработанные с учетом специфики обследуемого контингента. Также хорошо известны психофизиологические тесты, такие как простая и сложная зрительно-моторные реакции, цветовой тест Люшера, реакция на движущийся объект и др. [10, 11]. Однако практически все эти тесты ограничены для скрининг-диагностических технологий временным фактором длительности обследований. Кроме того, имеет место узкая специфика тестов, избыточность показателей, трудоемкость, причём, как правило, вышеперечисленные тесты применяются в комплексе, дополняя друг друга [12].

Современный этап применения этих и других психофизиологических тестов отличается, по сути, лишь их полной компьютеризацией. Это несомненный шаг вперёд, обеспечивающий оперативность проведения тестов и обработки их результатов с выдачей протокола тестирования и результирующей оценки действий обследуемого [13]. Тем не менее следует отметить, что сложность анализа данных психофизиологического тестирования для получения интегрального результата всегда связана с применением нескольких различных по принципу построения критериев оценки, единицами измерения и выбором мишени физиологической нагрузки тестов [12].

Биоритмы в оценке психических состояний

Переходя непосредственно к биоритмологическим исследованиям психических состояний, следует напомнить, что всем биологическим процессам в живых организмах присущ колебательный характер: «...поверхность клеток находится постоянно в состоянии движения и дрожания». В отдельных точках клеточной поверхно-

сти могут возникать «выпячивания кнаружи или инвагинации». Эти явления играют фундаментальную роль в нормальной и патологической физиологии клетки» [Поликар, 14, с. 116–117]. Начиная с клеточного уровня, все системы, органы и ткани организма функционируют в характерном спектре биоритмов жизнедеятельности, определяя функциональное состояние организма в целом и его психические составляющие. «В биоритмологическом аспекте здоровье представляет собой оптимальное соотношение взаимосвязанных ритмов физиологических функций организма и их соответствие закономерным колебаниям среды обитания» [15, с. 32]. Установлено, что каждому классу био- и нейрофизиологических ритмов сопутствуют синхронные колебания психической деятельности [16]. Именно поэтому биоритмологические исследования положены в основу многих современных диагностических методик, позволяющих выявлять функциональные, соматические и психические отклонения от нормы на до-нозологической стадии.

В функциональной диагностике рутинными методами сегодняшнего дня стали электрокардиография (ЭКГ), анализ сердечного ритма, электроэнцефалография (ЭЭГ), электромиография (ЭМГ) и другие методы исследования биоритмов.

Среди рассмотренных выше биоритмов для исследования психических проявлений индивидуума большое внимание уделяется показателям сердечного ритма и его вариабельности (ВСР). Анализ ВСР проводится, как правило, в соответствии с международными стандартами, включающими оценку общей мощности спектра и её составляющих в диапазонах: очень низкочастотном (Very Low Frequency – VLF: 0,003–0,04 Гц), низкочастотном (Low Frequency – LF: 0,04–0,15 Гц) и высокочастотном (High Frequency – HF: 0,15–0,40 Гц) [17]. Наряду со стандартным анализом, на основе исследования ритмов ВСР создана методика оценки текущего психического состояния (ТПС) [18]. Эта методика разработана в конце прошлого века Б.С. Фроловым в Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова на базе факторного и корреляционного анализа ВСР у больших групп пациентов в норме психического состояния и с различными его нарушениями, что позволило выявить характерные паттерны спектра ВСР для каждой из групп обследованного контингента. Данная методика позволяет в реальном времени на основе обработки физиологической по своей сути информации оперативно выявлять индивидуальные особенности психического (психологического) статуса

каждого соматического пациента. Результаты обследования – количественные (в процентах) значения параметров распределены по шкалам, отражающим степень выраженности свойств ТПС: общий адаптивный ресурс, невротичность, скорость психических процессов, уровень депрессии, эгоцентрическая направленность поведения и переживаний, ипохондричность, уровень тревожности и др.

Концептуальной основой психофизиологических исследований особенностей ритма сердца являются многочисленные фундаментальные труды физиологов, психологов, терапевтов, нашедшие классическое отражение в теории функциональных систем П.К. Анохина, развиваемой его последователями [19]. Использование анализа ВСР для оценки психических проявлений личности обусловлено тем, что нервный аппарат, материальным субстратом которого являются экстракардиальные волокна симпатического и блуждающего нервов, осуществляет быстрые приспособительные реакции сердца на экзогенные и эндогенные воздействия. «Нейрогуморальная регуляция физиологических функций – это сложнейшая многоуровневая система, которая включает в себя подкорковые центры продолговатого мозга, гипоталамус, кору головного мозга» [20, с. 11]. Ритм сердца, задаваемый в автоматическом режиме формируемыми в синусовом узле импульсами, находится под регулирующим влиянием центральной и вегетативной нервной системы, полная согласованность которых в функциональном динамическом взаимодействии имеет место только при нормальном течении физиологических процессов [20].

Сказанное свидетельствует о том, что на основании анализа структуры синусового сердечного ритма представляется возможным получить информацию о текущем взаимодействии звеньев управления деятельностью сердца, судить о характере защитно-приспособительных реакций организма, имеющих свое отражение в психическом и общем функциональном состоянии человека [18, 20].

Выше уже упоминались работы А. Поликара, показавшего, что поверхность живой клетки никогда не находится в статическом состоянии. В ней непрерывно происходят макромолекулярные движения [14]. Также непрерывны флуктуации объема биомолекул вследствие их конформационных переходов, изменений длины водородных связей и т.д. [21, 22]. «Поскольку все эти микро- и макромолекулярные движения совершаются электрически заряженными и поляри-

зованными элементами живой клетки, о ней можно говорить как о непрерывно флуктуирующей системе структурно организованных электрических зарядов», формирующих специфические спектры биоритмов клеток, тканей и органов [23, с. 26]. В целом частотный диапазон биоритмов организма весьма широк и распространяется от вышеприведённых низкочастотных ритмов сердца до СВЧ-диапазона. Еще в 1968 году Н. Frochlich [24] выдвинул концепцию о когерентно возбуждаемых в биологических мембранах электромагнитных колебаниях в диапазоне 10^{11} – 10^{12} Гц, связанных с метастабильными состояниями молекул, имеющих высокий дипольный момент.

Расшифровка биоритмов в широком диапазоне спектра колебаний даст возможность получать экспресс-информацию о глубинных механизмах формирования дезадаптивных процессов в организме, затрагивающих его целостное функциональное состояние. Данное положение исходит из представления, что каждая из всей совокупности структур организма от клеточного и субклеточного уровня до органов и функциональных систем имеет свой характерный спектральный набор, «персональный маркер». Малейшие изменения в структурной организации и психическом состоянии человека проявляются в изменении гомеостаза и при достижении определенного порога приводят к развитию дезадаптационных процессов, формирующих новый тип «спектрального маркера», отражающего перестройки в регуляторных системах организма, носящие, возможно, уже патологическую направленность.

Примером реализации изложенного подхода к скрининг-диагностике может служить компьютерный комплекс «Medical expert complex» CME SWISS AG, Словакия (Регистрационное удостоверение № ФСЗ 2009/05666 от 01.12.2009) [25]. Этот комплекс имеет приемно-генерирующее антенное устройство и базу данных спектральных маркеров («образов»), точнее, пространственных спектрально-фазовых паттернов нормы и патологии тканей, органов и функциональных систем, сопоставляемых с динамикой спектрально-фазовых характеристик сигналов, поступающих от организма пациента, находящегося в поле действия антенны. В системе обработки сигналов применен первичный анализ на основе wavelet-преобразования, которое позволило получать объёмные фазовые характеристики с их количественным представлением. При этом применение математического исследования групп симметрии даёт информацию о взаимосвязях между

отдельными признаками внутри исследуемого информационного объёма. В процессе проведения скрининг-диагностики состояния пациента экспертный комплекс обеспечивает возможность программного моделирования индивидуального информационного пространства психических и соматических патологических процессов с выделением и ранжированием «органов мишеней» для прогнозирования динамики состояний [26, 27].

В заключение следует подчеркнуть, что развитие в наше время компьютерных технологий позволяет при экспресс-режиме обследования проводить экспертный анализ соотношений психики и соматики в совокупном функциональном состоянии организма. Причём именно биоритмологический анализ открывает широчайший спектр возможностей для проведения скрининг-психодиагностики при профилактических осмотрах, на догоспитальном этапе и в процессе проводимой терапии. Идентификация первичных глубоких психогенных факторов вне обострения основного заболевания позволит дифференцировать фон патологического патогенного фактора, который может существенно влиять на результативность проводимой медикаментозной терапии.

Список литературы

1. Ганзин И.В. Основы психосоматики. Интегративное учебное пособие. Психобио-социальная модель / И.В. Ганзин. – Симферополь: Доля, 2012. – 184 с.
2. Hargrove M.B., Becker W.S., Hargrove D.F. The HR eustress model: Creating work challenge through positive stress // Human Resource Development Review. – 2015. – Vol. 14 (3). – P. 279–298.
3. Губачёв Ю.М. Клинико-физиологические основы психосоматических соотношений / Ю.М. Губачёв, Е.М. Станбровский. – Л., 1981. – 216 с.
4. Hwang G., Kim S., Kim J., Kim H., Park S., Kim S. Influence of psychological stress on physical pain. Stress and Health // Journal of The International Society For The Investigation of Stress. – 2008. – Vol. 24 (2). – P. 159–164.
5. Симаненков В.И. Психосоматические расстройства в практике терапевта: руководство для врачей / В.И. Симаненков. – СПб.: СпецЛит, 2008. – 335 с.
6. Тополянский В.Д. Психосоматические расстройства. Руководство для врачей / В.Д. Тополянский, М.В. Струковский. – М.: Изд. ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 544 с.
7. Александр Ф. Психосоматическая медицина. Принципы и применение / Ф. Александр / пер. с англ. – М.: Канон+ РООИ «Реабилитация», 2016. – 352 с.
8. Ткаченко Е.И. Парадигма дисбиоза в современной гастроэнтерологии. Роль микробиоты в лечении и профилактике заболеваний в XXI веке / Е.И. Ткаченко // Эксперимент. и клинич. гастроэнтерология. – 2014. – Вып. 105, № 2. – С. 4–8.
9. Вегетативные расстройства: клиника, диагностика, лечение: руководство для врачей / А.М. Вейн [и др.] / под ред. В.Л. Голубева. – М.: Мед. информ. агентство, 2010. – 637 с.
10. Райгородский Д.Я. Практическая психодиагностика. Методики и тесты – Самара: Изд. дом «Бахрах», 2017 – 672 с.

11. Мантрова И.Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике / И.Н. Мантрова. – Иваново: ООО Нейрософт, 2013. – 216 с.
12. Профотбор и психофизиологический мониторинг функционального состояния судовых специалистов морского и речного флота (анализ состояния проблемы и перспективы развития) / Л.В. Ильина [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25964>.
13. Психофизиологическая объективизация результатов психологического тестирования. Проблемы и пути их решения / С.Н. Колочкин [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9–10. – С. 2317–2321.
14. Поликар А. Молекулярная цитология мембран живой клетки и ее микроокружение / А. Поликар / пер. с франц. – Новосибирск: Изд. Наука, Сиб. отд., 1975. – 183 с.
15. Иванов В.П. Медицинская экология: учебник для медицинских вузов / В.П. Иванов, Н.В. Иванова, А.В. Полоников / под общ. ред. В.П. Иванова. – СПб.: СпецЛит, 2012. – 320 с.
16. Волкова Л.В. Спектральные характеристики годовых ритмов психофизиологических свойств индивидуальности: автореф. дис....канд. психол. наук. – Уфа, 1998 – 17 с.
17. Heart rate variability. Standards of measurements, physiological interpretation and clinical use. Task force of the European society of cardiology and the North American society of pacing and electrophysiology // Eur. Heart J. – 1996. – Vol. 17. – P. 354–381.
18. Фролов Б.С. Профилактика кризиса у детей. Мониторинг состояния и своевременное решение проблем несовершеннолетних: практическое руководство / Б.С. Фролов, Л.П. Рубина, И.В. Овечкина. – СПб., 2008. – 186 с.
19. Судаков К.В. Информационная грань системной организации психической деятельности головного мозга / К.В. Судаков // Рос. медико-биологический вестник им. акад. И.П. Павлова. – 2013. – № 3. – С. 28–36.
20. Мызников И.Л. Методика контроля за функциональным состоянием моряков. Ритмография / И.Л. Мызников, Ю.А. Паюсов, Ф.А. Щербина. – Мурманск: Изд-во Север, 2005. – 44 с.
21. Биофизика / Ю.А. Владимиров, Д.И. Рошупник, А.Я. Потапенко, А.И. Деев / под ред. Ю.А. Владимирова. – М.: Медицина, 1983. – 272 с.
22. Рубин А.Б. Биофизика: учебник / А.Б. Рубин. – М.: КНОРУС, 2016. – 190 с.
23. Петраш В.В. Теоретическая биология сознания / В.В. Петраш – СПб.: Изд-во. ИНТАН, 2003. – 128 с.
24. Frochlich H. Long-range coherence and energy storage in biological system // Int. J. Quantum Chem. – 1968. – Vol. 2. – P. 641–649.
25. Оржельский И.В., Мусиенко Т.В. Устройство для получения и записи информации о биологических объектах и коррекции их состояния // Патент России № 97614, 2010.
26. Петраш В.В. Скрининг диагностическая система «КМЭ» – пассивная РЭС медицинского назначения / В.В. Петраш, М.П. Литаяева // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 11–1. – С. 112.
27. Кафанов Ю.Н., Мягков В.И., Юрин Д.В. Методические и аппаратные средства современной интегральной медицины: комплекс медицинский экспертный (КМЭ) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.facebook.com/doctorbelyaev/posts/409792859212332> (дата обращения: 05.11.2017).

УДК 631.48:574(571.645)

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ОСТРОВА УРУП (КУРИЛЬСКИЙ АРХИПЕЛАГ)

Полохин О.В.

ФГБНУ «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии»
ДВО РАН, Владивосток, e-mail: o.polkhin@mail.ru

Представлены результаты изучения вулканических почв центральной части острова Уруп (южные Курильские острова). Были заложены учетные площадки – на морской террасе с прибрежной растительностью и на крутосклонной поверхности горы Рудакова под древесно-кустарниково-луговой растительностью. Показаны строение профилей и морфологические особенности почв. Установлено, что каждой растительной ассоциации соответствует определенный тип почвы. На морской террасе развиты дерново-слоисто-песчаные почвы, а на склоне – дерново-перегнойные среднетолстые вулканические. Почвы на крутосклонных поверхностях имеют укороченный профиль с резко возрастающей каменистостью вниз по профилю. Отсутствие видимых прослоек пеплов, наличие погребенных горизонтов свидетельствует о давних крупных извержениях вулкана Рудакова и район исследования длительное время находится в зоне слабых пеплопадов. Морфологическое строение почвенного профиля дерново-перегнойных вулканических почв подтверждает, что почвообразование имеет синлитогенный (вулканогенный) характер. По значениям актуальной кислотности их можно отнести к почвам с кислой (среднекислой) реакцией среды. Кисотно-основные свойства почв на склонах в большой степени зависят от биогенного и климатогенного факторов. По величине актуальной кислотности эти почвы кислотно-недифференцированы. Дерново-слоистые песчаные почвы имеют более высокие показатели pH_{H_2O} , чем дерново-перегнойные, и соответствуют почвам с реакцией среды от слабокислой до близкой к нейтральной. Можно предположить, что актуальная кислотность почв морской террасы зависит от удаленности от вод Охотского моря.

Ключевые слова: почвы, морфология почв, актуальная кислотность почв, Уруп, Курильские острова

MORPHOLOGICAL PECULIARITIES AND ACID-BASIC PROPERTIES OF THE SOIL THE CENTRAL PART OF URUP ISLAND (KURIL ARCHIPELAGO)

Polokhin O.V.

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Vladivostok, e-mail: o.polkhin@mail.ru

The results of studying volcanic soils in the central part of the island of Urup (southern Kurile Islands) were presented. Registration sites – on a sea terrace with coastal vegetation and on the steeply sloping surface of the Rudakov Mountain under arboreal and shrubby meadow vegetation were laid. The structure of the profiles and the morphological features of soils are shown. It was established that each plant association corresponds to a certain type of soil. On the sea terrace, there are sod-layered sandy soils, and on the slope there are soddy-humic medium-thick volcanic soils. Soils on steeply sloping surfaces have a shortened profile with sharply increasing stony down the profile. The absence of visible layers of ash, the presence of buried horizons testifies to the long-standing large eruptions of the volcano Rudakova and the study area has been in the zone of weak ash falls for a long time. The morphological structure of the soil profile of sod-humus volcanic soils confirms that soil formation has a synlitogenic (volcanogenic) character. According to the values of the actual acidity, they can be attributed to soils with acidic (medium-acid) reaction of the medium. The acid-base properties of soils on the slopes depend to a large extent on the biogenic and climatogenic factors. In terms of the actual acidity, these soil soils are acid-nondifferentiated. Sod-layered sandy soils have higher pH_{H_2O} values than sod-humus soils and correspond to soils with medium reaction from weakly acidic to near neutral. It can be assumed that the actual acidity of the soils of the sea terrace depends on the distance from the waters of the Sea of Okhotsk.

Keywords: soils, soil morphology, active acidity, Urup, Kurile Islands

Почвы Курильских островов и острова Уруп в частности изучены недостаточно полно. Наиболее полная информация имеется по о. Кунашир, о. Алаид, о. Парамушир и о. Атласова, фрагментарно о. Симушир и о. Итуруп [1–3]. Связано это с труднодоступностью, неустойчивой погодой и практической необитаемостью большей части островов Курильского архипелага [4–6]. Рядом исследователей была показана взаимосвязь почвообразовательных процессов с определенными биоценозами [7–9]. И хотя процессы почвообразования не отличаются

от таковых на материке, существует общая специфика почвообразования не только на каждом острове, но внутри их территорий. Цель работы заключалась в выявлении основных морфологических особенностей, физических и физико-химических свойств почв центральной части о. Уруп.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в августе 2015 году во время комплексной морской экспедиции на острова Большой Курильской гряды на НИС «Опарин» (рейс № 47).

На острове Уруп высадка осуществлялась в центральной части. Это прибрежная территория рейда Открытый, в районе протоки, соединяющей озеро Токотан с Охотским морем. При проведении полевых исследований были заложены две площадки размером 10x10 м на различных элементах ландшафта. Первая пробная площадка была заложена в средней части прибрежного склона озера Токотан напротив перешейка Токотан, а вторая площадка на береговом песчаном валу (морской террасе). На учетных площадках были заложены почвенные разрезы и выполнено по 4 прикопки. Образцы почв для анализов отбирались по общепринятым методикам. В полевых условиях описывались морфологические признаки почв и отбирались образцы для лабораторных исследований, описывался видовой состав растительности. В образцах измерялись водный и солевой рН потенциометрическим методом [10]. Плотность сложения определялась буровым методом [10]. Определение каменистости выполнено весовым методом.

Природные условия

В группе южных островов Курильского архипелага остров Уруп является самым северным. Он входит в число четырех наиболее больших островов гряды. По форме напоминает веретено длиной около 120 км, шириной до 20 км. Площадь острова 1430 км². По административному делению о. Уруп входит в состав Курильского городского округа Сахалинской области. Остров представляет собой слившиеся подножием вулканы, которые составляют вулканические хребты [11]. Из известных вулканов вулканическая деятельность известна только в группе Колокол. В частности, у вулкана Берга в 1946 году отмечен выброс пепла, в 2006 году парогазовый выброс, а в настоящее время отмечается софатарная деятельность.

На острове Уруп распространен вулканно-тектонический рельеф с отдельными вулканическими постройками или массивами, расположенными на поднятом на разную высоту дочетвертичном складчатом основании [12, 13]. К низкогорному рельефу принадлежат сильно расчлененные хребты, сложенные третичными вулканогенными породами на Уруп (юго-западные отроги хр. Петра Шмидта и северо-восточное окончание хр. Шокальского). Холмистый рельеф представлен морскими террасами с высотами от 100 до 300 м. К равнинному типу рельефа относятся морские террасы и поверхности древнего выравнивания, лавовые плато, перешейки, аллювиальные и прибрежно-морские равнины [13]. На острове

преобладают ландшафты крутых и средней крутизны склонов вулканических образований. Также выделяются ландшафты пологих и средней крутизны склонов, ландшафты вулканических плато. Широко распространены ландшафты склонов и днищ ручьев и рек [13]. На морских террасах можно отметить золотые отложения (дюны), сформированные в среднем-позднем голоцене и состоящие из мелкозернистых песков. На о. Уруп широко развита гидрографическая сеть, состоящая из множества ручьев, небольших рек, озер, болот и водопадов. Река Токотан и озеро с одноименным названием, которые находятся в районе исследования относятся к наиболее крупным на острове.

Согласно климатическому районированию о. Уруп входит в средний климатический район Курильских островов и характеризуется прохладным летом и достаточно многоснежной и мягкой зимой. Для характеристики климата нами были использованы данные метеостанций, расположенных в северной и южной частях острова. Можно предположить, что климатические показатели для центральной части острова находятся между этими данными. Кроме того, на острове не хватает не только базовых метеостанций, но и совершенно нет сведений о мезо- и микроклиматах, впрочем, как и на остальных островах. А эти сведения совершенно необходимы для понимания процессов почвообразования. Необходимо отметить и то, что район исследования находится на охотоморской стороне острова и отделен от тихоокеанской части высокими хребтами Криштофовича и Петра Шмидта и в теплый период времени, когда преобладают ветры юго-восточного направления, приносящие туманы на тихоокеанское побережье острова на охотоморской части побережья значительно больше солнечных дней, выше солнечная инсоляция. Среднегодовое количество осадков составляет 1015–1230 мм. Большая часть осадков (около 65%) выпадает в теплый период. По значениям показателя увлажненности территория острова переувлажнена. Количество дней с туманами около 215, что является одним из самых высоких показателей для островов Курильского архипелага. Одной из причин этого является высокая относительная влажность воздуха. Среднегодовая температура около +2,5°C (средняя по островам). Безморозный период около 225 дней, вегетационный период составляет 130–140 дней.

Согласно ботанико-географическому районированию о. Уруп относится к Восточноазиатской флористической области Урупскому флористическому району Южно-Курильского округа Сахалино-Хоккайд-

ской провинции [12]. По литературным источникам флора острова насчитывает 531 вид сосудистых растений из 286 родов 90 семейств. Необходимо отметить, что основные исследования растительности и флоры проводились в северной и южной частях острова [12]. Было установлено, что флора этих частей острова существенно различается, кроме того существуют отличия и во флоре тихоокеанской стороны острова и охотоморской. В целом же доминантами являются каменно-березовые леса, стелющиеся леса представлены кедровым и ольховым стлаником. В связи с тем, что в качестве подлеска выступают сплошные покровы сазы, леса являются редкостойными. Общая площадь покрытая лесом составляет на Уруп с учетом стлаников примерно 50% [12]. В узкой береговой полосе на песчаных пляжах, дюнах и береговых валах развиты приморские луга. На склонах охотоморской стороны вплоть до побережья выделяются разнотравные группировки. У южных подножий хр. Криштофовича выделяются бамбучниковые заросли с каменной берёзой и ольхой, заболоченные осоково-тростниковые луга и сфагновые болота. В верхних частях водотоков произрастает кедровый стланник с примесью каменной берёзы и ольхи. Ниже на склонах западной экспозиции доминируют каменно-берёзовые леса с высокотравьем и ивой, на восточных – берёзово-ольховые с высокотравьем и ивой. С тихоокеанской стороны острова в средней его части отмечены бамбучниковые заросли [13].

Как уже отмечалось, почвенный покров о. Уруп, как и большинства островов Курильской гряды, мало изучен. Кроме того, в опубликованных материалах исследователи использовали различные классификации. До введения понятия «вулканические почвы» осуществлялось традиционное выделение групп почвенных образований по аналогии с материковыми территориями. Было установлено, что основными факторами, влияющими на процессы почвообразования, являются вулканогенный и биогенный. Среди особенностей почв выделялись прерывистость почвообразовательных процессов, слоистость, легкий гранулометрический состав, часто неразвитость почвенного профиля и др. Наиболее подробная характеристика процессов почвообразования и классификация почв Курильской дуги, на основании литературных данных и данных ландшафтного картирования, даётся в Атласе Курильских островов [6]. По почвенно-географическому районированию о. Уруп входит в состав Урупского

района Среднекурильского округа Сихотэ-Алинско-Сахалинской провинции [6]. По данным Н.М. Костенкова и В.И. Ознобихина [7] основными почвами Урупа являются охристые типичные – 51,5% от площади острова, охристо-подзолистые – 20,3%, сухоторфяные океанические – 10,9%, литоземы перегнойно грубогумусовые – 6,3%.

Результаты исследования и их обсуждение

Учетная площадка Р У 1-15 (45°51'38.27"С 149°47'44.59"В). Расположена на охотоморской стороне о. Уруп, рейд Открытый, юго-западный склон г. Рудакова (изолированный конус вулкана Рудакова) (543 м), уклон 30°, высота над уровнем моря 41 м, 510 м от рейда, 300 м от западной части озера Токотан. Склоны покрыты широкими и глубокими ложбинами. Дно кратерной воронки занято озером с пресной водой. Возраст этого вулкана – поздний плейстоцен (ранний голоцен). В составе пород преобладают андезито-базальтовые и андезитовые лавы с чередованием лаво-пирокластических и пирокластических отложений (вулканических туфов) [14]. Склон покрыт древесно-кустарниково-луговой растительностью. Древесно-кустарниковые представлены берёзой Эрмана, рябиной бузинолистной, тисом остроколючным и стлаником кедровым. Среди трав в период исследований преобладали лабазник камчатский, саза курильская, какалия мощная. Другие сосудистые растения, такие как купальница Ридера, полынь горькая и уна-лашанская, борщевик шерстистый, вейник Лансдорфа, василистник малый, встречаются часто группами. Проективное покрытие 100%. Строение почвы можно проиллюстрировать следующим разрезом.

АО 0–1 см – опад, состоящий из неразложившихся листьев, стеблей травянистых растений.

Ад 1–7 см – дернина, состоящая из переплетенных живых и отмерших мало-разложившихся растительных остатков корней травянистых и кустарниковых растений, темно-серый с буроватым оттенком, окраска однородная неравномерная, сырой, мажется, рыхлый, непрочно-мелко-комковатый порошистый, опесчаненный легкий суглинков, граница волнистая, упругий, переход ясный.

ВН 7–22 см – бурый, влажный, слабо выраженный псевдотиксотропный, непрочно-комковато-порошистый, рыхлый, плотнее предыдущего, включение легких светло-бурых «камней» 5–60 мм, корней много, переход заметный, граница волнистая.

2А 22–40 см – темно-бурый неоднородный по цвету, влажный, включения светлых камней 5–70 мм, много живых корней, переход заметный, граница волнистая.

2ВН 40–65 см – темно-бурый с рыжеватым оттенком, неоднородный, темнее предыдущего, мокрый, включения камней.

Дальнейшее углубление разреза затруднено из-за высокого содержания камней.

На данном этапе исследования мы диагностируем тип данной почвы как дерново-перегнойная среднесиловая (охристая?) вулканическая.

Учетная площадка Р У 2-15 (45°51'34.64"С 149°47'7.91"В). Расположена на береговом песчаном валу (морская терраса) шириной около 25 м, высота 4 м, в 87 м от уреза воды. Кустарниковая растительность представлена шиповником морщинистым, среди травянистой растительности преобладает колосняк мягкий. Остальная растительность представлена сазой, бобовыми, полынью, осокой и вейником. Проективное покрытие 95–100%. Морфологические особенности строения почвы на данной площадке показаны следующим разрезом.

АО 0–1 см опад, состоящий из неразложившихся стеблей и листьев травянистых растений.

АДА 1–46 темно-серый, неоднородно слоистый по окраске, чередуются светлые и темно-серые слои, густые живые корни, песчаный, влажный, уплотнен, граница слабо волнистая, переход заметный по цвету и плотности.

АВ 46–78 неоднородный по окраске от серого до темно-серого, но более светлого, чем вышележащий слой, песчаный, влажный, более плотный, чем предыдущий, в верхней части много корней, в нижней мало. Почва дерновая слоистопесчаная.

По плотности сложения почва на площадке Р У 1–15 относится к вспушенным, богатым органическим веществам. Среднепрофильная плотность составляет 0,66 г/см³ (табл. 1). Диапазон колебаний составляет 0,38–0,72 г/см³.

При этом погребенный гумусово-аккумулятивный горизонт имеет плотность сложения меньшую, чем ниже и выше расположенные. Каменистость вниз по профилю возрастает, причем с глубины 22–40 см резко до значений 40–50 %. Почва морской террасы более плотная. По показателям соответствует уплотненным и сильно уплотненным. Объясняется это характером гранулометрического состава и низким содержанием органического вещества.

Таблица 1
Физические свойства почв о. Уруп

	Глубина, см	Плотность сложения, г/см ³	Степень каменистости, %
Р У 1–15	1–7	0,38	3,0
	7–22	0,72	6,2
	22–40	0,66	40,3
	45–60	0,88	50,2
Р У 2–15	0–5	1,20	< 0,5
	5–10	1,24	
	10–15	1,28	
	40–45	1,64	
	50–55	1,47	
	55–70	1,53	

В образцах почв были измерены pH_{H_2O} , характеризующий актуальную кислотность, и pH_{KCl} , показывающий значения обменной кислотности, одного из видов потенциальной кислотности (табл. 2).

Полученные данные свидетельствуют о том, что почвы на учетной площадке под древесно-кустарниково-луговой растительностью более кислые, чем на морской террасе под прибрежной растительностью. По значениям актуальной кислотности их можно отнести к почвам с кислой реакцией среды. Можно предположить, что доступность фосфатов при этом будет пониженной. При таких значениях pH , как правило, подавлена деятельность бактерий и повышена активность почвенной микробиоты. Среднепрофильный $pH_{водн}$ в дерново-перегнойной вулканической почве составил 4,88, $pH_{солевой}$ – 4,54 (среднекислые). Амплитуда колебаний для pH_{H_2O} от 4,75 до 5,05. При этом наибольшая профильная разница по этому показателю составляет 0,3 (разница < 0,5). Это позволяет отнести данный тип почвы к кислотно-недифференцированным. Почва имеет малую среднепрофильную разность между pH_{H_2O} и pH_{KCl} – 0,34 и 2,18, что соответствует почвам с высокой разностью (при этом наибольшую разницу наблюдаем в органических горизонтах). Объяснить данный факт возможно большим количеством органических кислот и органических соединений. Полагаем, что это также связано с видовым составом растительности и соответственно, с качеством растительного опада. Кроме того, возможно на кислотно-основные свойства данного типа почв оказывают влияние большое количество осадков, низкие температуры в теплый период и в определенной степени свойства материнских пород.

Таблица 2

Физико-химические свойства почв о. Уруп

Почва	Глубина, см	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Разность pH _{H2O} и pH _{KCl}
Дерново-перегнойная	1–7	5,05	4,89	0,16
	7–22	4,91	4,54	0,37
	22–40	4,75	4,62	0,13
	45–60	4,82	4,12	0,7
Дерново-песчаная	0–5	6,58	5,51	1,07
	5–10	6,72	5,50	1,22
	10–15	6,79	5,55	1,24
	40–45	6,28	5,53	0,75
	50–55	6,45	4,93	1,52
	55–70	6,98	5,16	1,82

Дерново-слоистые песчаные почвы имеют более высокие показатели pH_{H2O}, чем дерново-перегнойные, и соответствуют почвам с реакцией среды от слабо-кислой до близкой к нейтральной. Значение средне-профильного pH_{H2O} 6,63 (близкие к нейтральным > 6,0). По величине наибольшей профильной разности pH_{H2O} (0,7) почва может быть отнесена к кислотнo-слабо-дифференцированной (в пределах 0,5–1). Такие значения актуальной кислотности, возможно, связаны с близостью вод Охотского моря, имеющих достаточно высокую щелочность. Показатели обменной кислотности находятся в пределах 4,93–5,55 (слабо-кислые). Среднепрофильная разница между актуальной и обменной кислотностью составляет 2,18. Это соответствует почвам с высокой разницей между этими видами кислотности.

Выводы

1. Под древесно-кустарниково-луговой растительностью сформировались дерново-перегнойные вулканические среднемощные почвы. На морской террасе под прибрежной растительностью развиты дерново-слоистые песчаные почвы.

2. Почвы на крутосклоновых поверхностях имеют укороченный профиль с резко возрастающей каменистостью вниз по профилю. Наличие погребенных горизонтов свидетельствует о крупных извержениях вулкана Рудакова. Отсутствие видимых прослоек пеплов позволяет говорить о том, что район исследования длительное время находится в зоне слабых пеплопадов. Морфологическое строение почвенного профиля этих почв подтверждает, что почвообразование имеет синлитогенный (вулканогенный) характер.

3. Кислотно-основные свойства почв на склонах в большой степени зависят от био-

генного и климатогенного факторов. Почвы кислотнo-недифференцированы.

4. Можно предположить, что актуальная кислотность почв морской террасы зависит от удаленности от вод Охотского моря.

Список литературы

1. Гладкова Г.А., Бутовец Г.Н. Лесные вулканические почвы острова Кунашир // Почвоведение. – 1988. – № 2. – С. 54–67.
2. Гришин С.Ю., Шляхов С.А. Растительность и почвы острова Парамушир (Северные Курилы) // География и природные ресурсы. – 2008. – № 4. – С. 96–103.
3. Растительный и почвенный покров острова Атласова (Курильские острова) / С.Ю. Гришин [и др.] // Комаровские чтения. – 2009. – № 56. – С. 64–119.
4. Гришин С.Ю., Яковлева А.Н., Шляхов С.А. Воздействие извержения вулкана Алаид (Курильские острова) в 1972 г. на экосистемы // Вулканология и сейсмология. – 2009. – № 4. – С. 30–43.
5. Егорова Л.Н., Полохин О.В., Шапова Л.Н., Ковалева Г.В., Сибирова Л.А. Структура сообществ микромицетов в вулканических почвах острова Симушир (Курильский архипелаг) // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2015. – № 5 (183). – С. 35–39.
6. Костенков Н.М., Ознобихин В.И. Почвенно-географическое районирование Курильских островов // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2011. – № 1. – С. 77–83.
7. Костенков Н.М., Ознобихин В.И., Шляхов С.А. Почвы // Атлас Курильских островов. – М.: ИВЦ «ДИК», 2009. – С. 61–68.
8. Полохин О.В., Сибирова Л.А. Почвенный и растительный покров острова Итуруп (Курильские острова) // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 618.
9. Полохин О.В., Сибирова Л.А. Почвы и растительность острова Симушир (Курильские острова) // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10–8. – С. 1766–1769.
10. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
11. Горшков Г.С. Вулканизм Курильской островной дуги / Г.С. Горшков. – М.: Наука, 1967. – 287 с.
12. Баркалов В.Ю. Флора Курильских островов / В.Ю. Баркалов. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – 468 с.
13. Ганзей К.С. Ландшафты и физико-географическое районирование Курильских островов: дис. ... канд. геогр. наук. – Владивосток, 2009. – 161 с.
14. Камчатка, Курильские и Командорские острова / Отв. ред. И.В. Лучицкий. – М.: Наука, 1974. – 528 с.

УДК 631.4/.8/.51:633.37

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И НОРМ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ И МИКРОФЛОРУ АГРОГЕННЫХ ПОЧВ ПРИМОРЬЯ

Пуртова Л.Н., Щапова Л.Н., Полохин О.В.

*ФГБНУ «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии»
ДВО РАН, Владивосток, e-mail: purtova@ibss.dvo.ru*

Рассмотрено изменение почвенного плодородия в посевах козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) под влиянием различных приемов обработки почвы (боронование, дискование) с внесением различных доз минеральных удобрений. При бороновании почв внесение удобрений активизировало процессы гумусообразования. Увеличились содержание и запасы гумуса. При дисковании почв содержание и запасы гумуса на контроле и на вариантах с внесением минеральных удобрений снизились до низких значений. Установлено, что наиболее эффективным способом агротехнической обработки агрономогумусовых глеевых почв с посевом козлятника является боронование с внесением минеральных удобрений. На этих вариантах установлен фульватно-гуматный и гуматный тип гумусообразования, средняя степень гумификации органического вещества, более высокие показатели содержания и запасов гумуса, среднее содержание доли «свободных» и связанных с Ca^{2+} гуминовых кислот. Боронование как агротехнический прием благоприятно для развития микробиологических процессов минерализации органического вещества. Внесение минеральных удобрений на фоне боронования предохраняет гумус от минерализации микрофлорой, о чем свидетельствует снижение коэффициента минерализации.

Ключевые слова: почва, гумус, плодородие, удобрения, многолетние травы

INFLUENCE OF VARIOUS METHODS OF SOIL TREATMENT AND NORM OF FERTILIZATION ON HUMUS STATE AND MICROFLORA OF AGRICULTURAL SOILS OF THE PRIMORSKY TERRITORY

Purtova L.N., Shchapova L.N., Polokhin O.V.

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Vladivostok, e-mail: purtova@ibss.dvo.ru

The change of soil fertility in crops *Galega orientalis* Lam. under the influence of different techniques of tillage (harrowing, disking) with the addition of various doses of mineral fertilizers was considered. In the harrowing of soil fertilization intensified the processes of humification. The contents and stocks of humus increased. When disking the soil the contents and stocks of humus in the control and in variants with application of mineral fertilizers decreased to low values. The reserves of humus in the application of mineral fertilizers was low. It was found that the most effective way agrotechnical treatment artemgukasov gley soil with the sowing of the vetch is harrowing, with the application of mineral fertilizers. These variants have fulvate-gumaty and humany type humus average degree of humification of organic matter, higher maintenance and inventory quasarsphere microbiological processes of mineralization of organic matter. The application of mineral fertilizers on the background of the harrowing protects the humus from digestion by the microflora, as evidenced by a drop in the total mineralization.

Keywords: soil, humus, fertility, fertilizers, perennial grasses

Одним из важных агротехнических приемов, влияющих на гумусообразование и функционирование микрофлоры, является обработка почв. В зависимости от способов обработки создается определенное соотношение водного и воздушного режимов, уровень биологической активности, доступности элементов питания. При интенсивных обработках почва хорошо аэрируется, а в видовом составе её микробных ассоциаций наблюдается существенная перестройка с преимущественным развитием аэробных бактерий, грибов и актинобактерий, что отражается на процессах превращения в почве органического вещества. Отмечено положительное влияние безотвального рыхления в посевах ячменя и люпина на дерново-подзолистых почвах Ленинградской области на протекание

процессов гумусообразования, которая выражалась в возрастании коэффициента гумификации по сравнению с обычной вспашкой. При минимальной обработке почвы наибольший коэффициент гумификации растительных остатков отмечался в слое почв 10–20 см, тогда как при безотвальном рыхлении – до 30 см [1].

Имеются данные по увеличению урожайности озимой ржи и ячменя на дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья при безотвальной системе обработки почв [2]. Установлена наибольшая энергетическая эффективность применения минимальных систем обработки почв в посевах яровой пшеницы на малогумусной дерново-подзолистой почве [3]. В настоящее время из-за недостаточного ресурсного обеспечения сельскохозяйственного производства

резко сокращены объемы работ по улучшению сенокосов и пастбищ [4]. В таких условиях приоритетными являются мало-затратные способы травосеяния. Травостой с участием корневищных трав рекомендуется улучшать способом омоложения, путем поверхностной обработки дернины дискованием или фрезерованием [5]. В последние годы расширяются посевы козлятника восточного, имеющего корневищный характер побегообразования и способного давать устойчивые урожаи без перезалужения в течение длительного времени. Проведены исследования по улучшению его травостоев с использованием мелких обработок почвы [6].

Однако не рассматривалось влияние применения минеральных удобрений и различных приемов агротехнической обработки (дискование, боронование) в посевах козлятника на показатели плодородия агро-темногумусовых глеевых почв, что в значительной мере и обусловило актуальность проведения данных исследований.

Цель работы – оценка влияния различных способов агротехнической обработки (дискование, боронование) в посевах козлятника восточного на гумусное состояние и микрофлору почв агротемногумусовых глеевых почв Приморья.

В задачи исследований входило: оценить изменения в параметрах гумусного состояния при бороновании и дисковании почв в посевах козлятника восточного с применением различных доз минеральных удобрений; исследовать изменения в количественном и качественном составе микрофлоры.

Материалы и методы исследования

Объектом исследований послужили почвы опытных полей ПримНИИСХ (пос. Тимирязевский Уссурийского района Приморского края): агротемногумусовые глеевые. Закладка полевых опытов была произведена в 2016 г в мае на многолетних травостоях козлятника восточного. Повторность опыта четырехкратная. Площадь каждой делянки 100 м². Способ посева – сплошной беспокровный. Нормы высева 20 кг/га всхожих семян. Глубина заделки семян 1–2 см [6]. Отбор почвенных образцов проводили в верхнем пахотном горизонте почв (0–20 см).

Содержание гумуса определено по методу Тюрина, фракционно-групповой состав – по методу Кононовой – Бельчиковой [7]. Оценка гумусного состояния почв проведена в соответствии с рекомендациями Д.С. Орлова [8]. В работе рассмотрен не весь спектр показателей гумусного состояния, а наибо-

лее информативные, отражающие генетические различия гумуса и формы связи с минеральной частью почв. Микрофлору почв определяли общепринятыми в почвенной микробиологии методами [9].

Результаты исследования и их обсуждение

В посевах козлятника на вариантах с дискованием и боронованием агро-темногумусовых глеевых почв, по сравнению с контролем без обработок, изменился тип гумусообразования с фульватного на фульватно-гуматный. Прослеживались значительные изменения в типе гумуса с применением удобрений в дозе N45P60K60 без обработок почвы. Изменения в типе гумуса отмечены при дисковании почв с такой же дозой внесения удобрений, а также при проведении боронования почв с внесением удобрений в дозе N90P120K120. Тип гумуса на этих вариантах опыта по сравнению с контролем изменялся: на варианте без обработок почв с фульватного на гуматный, с дискованием и боронованием почв с фульватно-гуматного на гуматный. Это явилось положительным моментом в протекании процесса гумусообразования и улучшении качества гумуса. Резкое возрастание содержания гуминовых кислот в составе гумуса также зафиксировано на варианте опыта с дискованием почв при внесении минеральных удобрений в дозе N90P120K120. Однако запасы гумуса по сравнению с контролем снижались от средних до низких значений (табл. 1). Это явилось явно негативным моментом в изменении потенциального плодородия почв.

По сравнению с контролем на всех вариантах опыта, за исключением вариантов с боронованием почв, при внесении минеральных удобрений прослеживалась закономерность к снижению содержания и запасов гумуса. На наш взгляд, это обусловлено активизацией процессов трансформации органического вещества почв микрофлорой.

На вариантах с посевом козлятника с внесением минеральных удобрений, без обработки почв, содержание гумуса изменялось со средних значений (контроль) до ниже средних показателей. При этом запасы гумуса варьировали от средних (контроль) до низких. Видимо, внесение минеральных удобрений способствует развитию процессов минерализации органического вещества, приводящих к снижению гумуса. При дисковании почв содержание гумуса на контроле и на вариантах с внесением минеральных удобрений

в дозе N90P120K120 достигало показаний ниже средних, а на варианте с внесением удобрений N45P60K60, по сравнению с контролем, снизилось до низких значений. Запасы гумуса при применении минеральных удобрений были низкими. В горизонте на контроле резко увеличилась доля «свободных» гуминовых кислот (до очень высоких значений) и резко (до крайне низких) снизилось количество ГК связанных с Ca^{2+} . Применение минеральных удобрений сократило содержание «свободных» ГК до средних показателей, тогда как содержание ГК, связанных с Ca^{2+} , возросло с низких до средних значений.

В посевах козлятника на вариантах без обработок почв и с внесением минеральных удобрений отмечено значительное изменение в составе гуминовых кислот (ГК). Низкое содержание доли «свободных» гуминовых и высокое связанных с Ca^{2+} свойственно контролю и варианту в посевах козлятника с применением удобрений N90P120K120. Тогда как на варианте с внесением минеральных удобрений в дозе N45P60K60 подвижность ГК возрастала, о чем свидетельствовало увеличение до высоких значений доли «свободных» ГК. Количество ГК, связанных с Ca^{2+} , соответствовало низким показателям.

На вариантах опыта с боронованием почв, внесение минеральных удобрений

активизировало процессы гумусообразования. По сравнению с контролем увеличилось содержание и запасы гумуса. Количество гумуса достигало ниже средних значений, а запасы гумуса – средних. Прослеживались изменения и в составе гуминовых кислот (ГК). Доля «свободных» гуминовых кислот на вариантах с боронованием изменялась с высоких (контроль, вариант с применением N90P120K120) до средних значений (вариант с внесением N45P60K60). При этом количество гуминовых кислот, связанных с Ca^{2+} достигало низких значений (контроль, вариант с применением N90P120K120) и средних (вариант с внесением N45P60K60). Степень гумификации органического вещества была средней, за исключением контроля без обработок почв и при внесении минеральных удобрений в дозе N90P120K120. Вероятно, это связано с большим поступлением в почву растительных органических остатков и их трансформацией микрофлорой почв. Содержание первой агрессивной фракции фульвокислот в агрономогумусовых глеевых почвах с посевами козлятника было низким во всех исследуемых вариантах опыта. Различные виды обработки почвы и внесение удобрений оказывают существенное влияние на качественный и количественный состав микрофлоры.

Таблица 1

Показатели гумусного состояния агрономогумусовых глеевых почв с посевами козлятника

Вариант опыта	Гумус, %	Запасы гумуса, т/га	Доля		I ^a ФК	C _{гк} /C _{фк}	Степень гумификации органического вещества, %
			«свободных» гуминовых кислот	связанных с Са ²⁺ гуминовых кислот			
			от суммы гуминовых кислот				
Контроль	6,03	150,7	39,9	60,1	2,17	0,66	16,0
N45P60K60 без обработок	5,40	145,0	61,2	38,8	2,30	1,55	22,7
N90P120K120 без обработок	5,15	87,5	23,7	76,3	2,14	1,43	18,8
Контроль (дискование)	4,40	110,8	94,8	5,2	2,67	1,25	20,5
N45P60K60 (дискование)	3,91	97,8	45,3	54,7	2,82	1,62	24,7
N90P120K120 (дискование)	4,44	95,0	50,1	49,9	2,49	2,75	23,30
Контроль (боронование)	4,45	103,2	65,9	34,1	2,48	1,42	20,3
N45P60K60 (боронование)	5,6	113,1	53,2	46,8	2,22	1,50	20,8
N90P120K120 (боронование)	5,05	117,2	61,9	38,1	2,18	1,62	20,7

Таблица 2

Численность и групповой состав микроорганизмов в фитомелиоративном опыте
(тыс. КОЕ на 1 г почвы)

Вариант	Аммонификаторы, (МПА)	Грибы (Чапека)	Бактерии, использующ. минерал. азот (КАА)	Актиномицеты (КАА)	Олигонитрофилы (Эшби)	КМ*	Грибы/Актиномицеты 10 ⁻²
Контроль	7990	52,4	13490	530,0	25480	1,7	9,89
N45P60K60 контроль	16750	46,4	20100	260,0	25160	1,2	17,8
N90P120K120 Контроль	20650	23,0	23630	405,0	19980	1,1	5,67
Дискование	23100	52,8	31700	250,0	37090	1,4	21,12
N45P60K60 дискование	23790	53,0	35300	260,0	22680	1,5	20,38
N90P120K120 дискование	20550	54,0	34800	675,0	15480	1,7	8,00
Контроль боронование	11230	49,9	17790	130,0	23940	1,6	38,38
N45P60K60 боронование	16900	38,2	21410	400,0	21980	1,3	9,55
N90P120K120 боронование	24320	24,6	31780	410,0	19590	1,3	6,00

Примечание. *КМ – коэффициент минерализации, соотношение численности бактерий КАА/МПА.

Исследования показали, что численность микроорганизмов существенно меняется в почве под козлятником при разных способах обработки и с внесением минеральных удобрений (табл. 2).

Так, численность аммонифицирующих микроорганизмов на варианте без обработки возросла в 2 раза при внесении минеральных удобрений в дозе N45P60K60 и почти в 3 раза – при дозе N90P120K120. Эта же закономерность наблюдается при развитии микроорганизмов, использующих минеральные формы азота (среда КАА). Однако количество данных микроорганизмов существенно больше, чем аммонификаторов, что сказывается на развитии процессов минерализации органического вещества, которые интенсивно идут под козлятником на контроле (табл. 2). Большая численность грибов и актиномицетов на контроле также способствует минерализации органического вещества.

В вариантах с дискованием заметно возрастает численность аммонифицирующих микроорганизмов и очень существенно увеличивается содержание микроорганизмов, использующих минеральные формы азота (среда КАА). В варианте с дискованием без удобрений фиксируется достаточно низкий коэффициент минерализации, который свидетельствует о менее быстром разложении органического вещества.

Внесение минеральных удобрений в дозе N45P60K60 в варианте с козлятником стимулирует развитие большинства групп микроорганизмов по сравнению с контролем. Заметно увеличивается количество микроорганизмов на среде КАА, но большая численность микроорганизмов на среде МПА способствует сдерживанию процессов минерализации органического вещества в данном опыте. Однако в опыте с дискованием коэффициент минерализации достаточно высок. Внесение минеральных удобрений отрицательно сказывается на численности олигонитрофильных микроорганизмов, хотя их содержание несколько увеличивается при дисковании.

Внесение минеральных удобрений в дозе N90P120K120 стимулирует развитие микроорганизмов, использующих минеральные формы азота (среда КАА), особенно при дисковании и коэффициент минерализации в этом варианте самый высокий (1,7) (табл. 2). Достаточно сильно угнетает развитие олигонитрофилов внесение азота в дозе N90P120K120, в варианте с дискованием. Возможно, отрицательное влияние на жизнедеятельность олигонитрофилов оказывает азот, который внесен в составе смеси минеральных удобрений.

При дисковании увеличивается количество других групп микроорганизмов (грибы, актиномицеты, олигонитрофилы), что может способствовать усилению процессов мине-

рализации свежего органического вещества. В содержании гумуса наблюдается обратная зависимость. Чем больше микроорганизмов, тем меньше содержание гумуса. Наибольшее содержание гумуса отмечено на контроле, наименьшее – в вариантах с дискованием. В опыте с дискованием коэффициент минерализации достаточно высок. Внесение минеральных удобрений отрицательно сказывается на численности олигонитрофильных микроорганизмов, хотя их содержание при дисковании увеличивается.

В вариантах с боронованием численность микроорганизмов снижается по сравнению с дискованием. Наименьшее содержание аммонифицирующих микроорганизмов отмечено на варианте без удобрений. Внесение минеральных удобрений в дозе N45P60K60 стимулирует их развитие, а доза N90P120K120 увеличивает содержание аммонификаторов более чем в 2 раза. Микроорганизмы, использующие минеральные формы азота, также претерпевают изменения, достигая максимума в варианте с максимальной дозой минеральных удобрений. Содержание грибов уменьшается при внесении максимальной дозы удобрений. Внесение удобрений увеличивает численность актиномицетов. Боронование с внесением минеральных удобрений ингибирует развитие олигонитрофильных микроорганизмов. Коэффициент минерализации достаточно высок только на контроле. На повышение окультуренности агротемногумусовых глеевых почв с посевом козлятника при бороновании с внесением минеральных удобрений указывал и показатель соотношения грибов и актиномицетов [10], значения которого по сравнению с контролем были более низкие с внесением удобрений (N45P60K60), что свидетельствовало о позитивном влиянии боронования с применением минеральных удобрений на плодородие почв.

В вариантах с удобрениями коэффициент минерализации снижается, что указывало на ослабление интенсивности процессов минерализации органического вещества и, как следствие, способствовало сохранению гумуса. Внесение удобрений в дозе N90P120K120 сохраняет гумус от минерализации, и содержание его почти одинаково во всех вариантах.

Выводы

1. Исходя из изменений показателей гумусного состояния почв, наиболее эффективным способом агротехнической обработки агротемногумусовых глеевых почв с посевом козлятника является боронование с внесением минеральных удобрений. На этих вариантах, по сравнению с дискованием, установлены более высокие показате-

тели содержания и запасов гумуса, среднее и высокое содержание доли «свободных» и среднее и низкое связанных с Ca^{2+} гуминовых кислот, фульватно-гуматный и гуматный тип гумусообразования, средняя степень гумификации органического вещества.

2. Боронование как агротехнический прием является благоприятствующим для развития микробиологических процессов минерализации органического вещества. Внесение минеральных удобрений на фоне боронования предохраняет гумус от минерализации микрофлорой. Это способствует сохранению гумуса в агротемногумусовых глеевых почвах с посевом козлятника. Снижение показателя соотношения грибы/актиномицеты, по сравнению с контролем, указывало на повышение степени окультуренности почв в посевах козлятника с внесением минеральных удобрений. В опыте с дискованием коэффициент минерализации достаточно высок. Внесение минеральных удобрений отрицательно сказывается на численности олигонитрофильных микроорганизмов, хотя их содержание при дисковании увеличивается.

Список литературы

1. Горгулько Т. В. Микробиологическое состояние почвы при разных системах обработки // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. Материалы I Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия». – Солёное Займище: Издательство: Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия. 2016. – С. 1805–1808.
2. Холзанов В.М., Эсенкулова О.В. Реализация принципов адаптивного земледелия в современном сельскохозяйственном производстве // Реализация принципов земледелия в условиях современного сельскохозяйственного производства: материалы Всероссийской научно-практической конф., посвященной 85-летию со дня рождения д.с.х.н. проф. каф. земледелия и землеустройства В.М. Халзанова. (Ижевск, 23–24 марта 2017 г.). – Ижевск: Изд-во Ижевская ГСХА, 2017. – С. 16–26.
3. Пегова Н.А., Холзанов В.М. Ресурсосберегающая система обработки дерново-подзолистой почвы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 1(44). – С. 35–40.
4. Пуртова Л.Н., Тимофеева Я.О., Полохин О.В., Емельянов А.Н. Экологическое состояние агрогенных почв при использовании фитомелиорации / Вестник ДВО РАН. – 2015. – № 5(183). – С. 22–28.
5. Ларин И.В. Пастбищеоборот. Система использования пастбищ и ухода за ними / И.В. Ларин. – М.; Л.: Сельхозгиздат, 1960. – 210 с.
6. Пуртова Л.Н., Шапова Л.Н., Емельянов А.Н., Босенко В.М. Влияние различных приемов агротехнической обработки на плодородие агротемногумусовых глеевых почв в условиях фитомелиоративного опыта // Вестник ДВО РАН. – 2017. – № 3. – С. 62–67.
7. Орлов Д.С. Практикум по химии гумуса / Д.С. Орлов, Л.А. Гришина. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 287 с.
8. Орлов Д.С. Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // Почвоведение. – 2004. – № 8. – С. 918–926.
9. Корягин Ю.В. Почвенная микробиология. Лабораторный практикум / Ю.В. Корягин, Н.В. Корягина. – Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – 205 с.
10. Кукишева А.А. Влияние экологических факторов на микрофлору и ферментативную активность дерново-подзолистой почвы Томской области и чернозема выщелоченного Алтайского Приобья: автореф. дис... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2011. – 20 с.

УДК 61:004.891.3

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ И ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С НЕПОЛНЫМИ ВХОДНЫМИ ДАННЫМИ ПРИ РЕШЕНИИ ЧАСТНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ЗАДАЧ

¹Розыходжаева Г.А., ²Розыходжаева Д.А.

¹Центральная клиническая больница № 1 Медико-санитарного объединения, Ташкент,
e-mail: gulnoradm@inbox.ru;

²Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми,
Ташкент, e-mail: dilyarosa@gmail.com

В данной статье рассматривается проблема формирования обучающей выборки при построении искусственной нейронной сети в решении частных медицинских задач. Дается определение нейронных сетей, приводятся их преимущества, делается акцент на их способности работать с неполными входными данными. Приводится полное описание эксперимента по разработке нейронной сети для поддержки принятия решений в эхокардиографической диагностике. Раскрываются особенности изменения размерности обучающей выборки, определения структуры нейронной сети и методы оценки правильности работы реализованных моделей. В качестве показателя уверенности модели в выведенном результате предлагается введение коэффициента уверенности системы в ответе, где средние показатели сигнализируют о необходимости проведения дополнительного ряда исследований пациента. В заключение приводятся показатели эффективности разработанных моделей и предлагаются рекомендации по улучшению качества модели.

Ключевые слова: эхокардиография, медицина, поддержка принятия решений, нейронные сети, неполные входные, машинное обучение, модель, синапс

FEATURES OF FORMATION OF TRAINING SET AND TRAINING OF THE NEURAL NETWORK WITH INCOMPLETE QUERIES BY SOLVING PRIVATE MEDICAL TASKS

¹Rozykhodzhaeva G.A., ²Rozykhodzhaeva D.A.

¹Central Clinical Hospital No.1 of the Medical and Sanitary Association, Tashkent,
e-mail: gulnoradm@inbox.ru;

²Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Tashkent,
e-mail: dilyarosa@gmail.com

This article deals with the problem of forming a training set in the creation of an artificial neural network in solving private medical problems. The definition of neural networks and their advantages are given, an emphasis on their ability to work with incomplete queries is placed. A full description of the experiment on the development of a neural network for supporting decision making in echocardiographic diagnostics is given. The peculiarities of changing the dimension of a training set, determining the structure of a neural network, and methods for estimating the correctness of the work of realized models are revealed. As an indicator of the model's confidence in the derived result, it is proposed to introduce a confidence factor of the system in the response; the average will indicate the need for an additional series of patient medical researches. The article concludes with the indicators of the effectiveness of the developed models and suggests recommendations for improving the quality of the model.

Keywords: echocardiography, medicine, decision-making support, neural networks, incomplete queries, machine learning, model, synapse

Искусственные нейронные сети (ИНС) в последнее время стали широко популярны как метод обработки данных. Они представляют собой математические модели биологических нейронов, способные изменять свою структуру под воздействием внешних факторов. В ходе обучения внутренние параметры искусственной нейронной сети подстраиваются под входные данные, что позволяет выделять в них закономерности или решать задачи прогнозирования, классификации и кластеризации [1].

В практическом здравоохранении, где не всегда имеется возможность располагать полным набором входных данных, особый интерес представляют экспертные систе-

мы для диагностики заболеваний на основе нейронных сетей [2]. Искусственные нейронные сети сегодня широко применяются в выявлении атеросклеротических бляшек с помощью анализа флуоресцентных спектров, диагностике инфаркта миокарда, заболеваний периферических сосудов, клапанных шумов сердца с помощью анализа акустических сигналов, распознавании психических симптомов и многих других направлениях медицины.

Применение нейронных сетей в процессе принятия решений сводится к следующему ряду особенностей:

- относительная простота и однородность отдельных элементов сети (нейронов);

- все основные свойства сети определяются структурой связей;
- избыточность системы гарантирует ее надежность как целого;
- связи формируются по неявным правилам в процессе обучения.

Кроме того, нейронные сети позволяют принимать решения в условиях неопределенности путем решения задач с неизвестными закономерностями и зависимостями между входными и выходными данными, что позволяет работать с неполными данными [3]. Это означает, что нейронные сети способны создавать механизмы воспоминаний, которые могут обрабатывать неполные либо нечеткие входные данные и возвращать результат. Результатом могут быть сами входные данные или совершенно отличающиеся от входных данных ответы.

При решении задач машинного обучения принципиально важное значение имеют размер и качество обучающей выборки. В связи с этим формирование такой обучающей выборки является одной из первостепенных задач машинного обучения. Недостаточно точный тренировочный набор в большинстве случаев приводит к неверному формированию модели принятия решений и, как следствие, снижает эффективность самих алгоритмов обучения. Большинство специалистов по машинному обучению отмечают, что наличие хороших обучающих данных намного важнее качества алгоритма обучения.

В связи с активным развитием глубоких нейронных сетей в последнее десятилетие, вопросы формирования множества обучающих данных принимают особенно важное значение, поскольку во многих задачах глубокие нейронные сети демонстрируют качество, существенно превосходящее остальные алгоритмы машинного обучения. Однако, чтобы получить подобный выигрыш в качестве, необходимо использовать обучающее множество очень большого размера, а также специальные методы расширения и имитации расширения обучающего множества [4, 5].

Нейронные сети, в отличие от статистических методов многомерного классификационного анализа, базируются на параллельной обработке информации и обладают способностью к самообучению, то есть получать обоснованный результат на основании данных, которые не встречались в процессе обучения. Эти свойства позволяют нейронным сетям решать сложные (масштабные) задачи, которые на сегодняшний день считаются трудноразрешимыми [2, с. 6–8].

Цель исследования

Изучение особенностей формирования обучающей выборки и обучения нейронной сети с неполными входными данными при решении частных медицинских задач

Материалы и методы исследования

В данной работе в качестве обучающей выборки применялись данные о состоянии здоровья 457 пациентов по 56 критериям на основе результатов эхокардиографического исследования. Так как в некоторых случаях наблюдалась неполнота входных данных для обучающей выборки, имеющийся набор тренировочных данных был поделен на категории по значимости:

- общие параметры (рост, вес, пол, ИМТ и т.д.);
 - параметры эхокардиографии (КДО ЛЖ, КДР ЛЖ, диаметр аорты и др.);
 - сопутствующие факторы (курение, наличие остеохондроза, подагры и т.д.).
- Результатом работы нейронной сети являлось наличие одного или нескольких синдромов сердечно-сосудистых заболеваний:
- гипертрофия левого желудочка (y_1);
 - эксцентрическое ремоделирование левого желудочка (y_2);
 - дегенеративные изменения клапанов (y_3);
 - систолическая дисфункция левого желудочка (y_4);
 - ишемическая кардиомиопатия (y_5);
 - диастолическая дисфункция левого желудочка (y_6).

Этапы нейросетевого анализа включали:

1. Исследование взаимосвязи переменных и понижение размерности.
2. Построение и обучение сетей разных типов.
3. Сравнение качества сетей и их статистических характеристик.

Понижение размерности предполагало отсев ряда входных, выбывающих из общей закономерности параметров за счет осуществления корреляционного анализа и определения степени взаимозависимости входных параметров от выходных следующим образом:

- синдром «Гипертрофия левого желудочка» (y_1) – 39 значимых параметров;
- синдром «Эксцентрическое ремоделирование левого желудочка» (y_2) – 19 параметров;
- синдром «Дегенеративные изменения клапанов» (y_3) – 35 параметров;
- синдром «Систолическая дисфункция левого желудочка» (y_4) – 35 параметров;
- синдром «Ишемическая кардиомиопатия» (y_5) – 34 параметра;

• синдром «Диастолическая дисфункция левого желудочка» (y_6) – 40 параметров.

Далее для каждого синдрома и соответствующего ему набора параметров построены различные модели нейронной сети со следующей структурой:

- N-1;
- N-5-1;
- N-10-1;
- N-15-1;
- N-20-1;
- N-15-5-1,

где N – количество входных нейронов для различных синдромов.

В качестве функций активации нейронов выбиралась либо гиперболическая тангенциальная функция активации, либо логистическая сигмоидальная функция активации, либо сочетание данных двух функций. Выбор данных функций обусловлен тем, что они могут быть настроены на получение на выходе результата между 0 и 1, где 0 – отсутствие синдрома заболевания, 1 – наличие синдрома. Промежуточные значения говорят о неоднозначности выявления данного синдрома в связи с неполнотой либо неоднозначностью исследования.

Всё обучение нейронной сети сводится к корректировке значений весов (синапсов)

и отклонений (корректирующих сдвигов) значений нейронов сети путем применения алгоритма обратного распространения ошибки (рис. 1).

Обучаемость сети характеризуется числом допустимых циклов (эпох обучения) и допустимой среднеквадратичной ошибкой в расчете результата, достижение предельных значений которых завершает процесс обучения модели.

Проверка работоспособности построенной сети осуществлялась на тестовом наборе из 10 исследований, включавших помимо стандартных входных значений также и исследования, выбивающиеся из типичных показателей (таблица).

Как видно из результата, только одна нейронная модель смогла практически безошибочно выявить все синдромы заболеваний, выдавая ответы, подобные ответам эксперта (рис. 2). Также эксперимент показал, что нейронные сети, имеющие на выходном слое логистическую сигмоидальную функцию активации, ни разу не смогли опровергнуть наличие синдрома заболевания в отличие от гиперболической тангенциальной функции активации. Следовательно, данная функция активации для выходного слоя в данном круге задач неприменима.



Рис. 1. Обучение нейронной сети

Сравнительный анализ работы нейронных сетей различной структуры и ответов эксперта

Ответы эксперта	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000
Logsig: 39-1	0,999	0,506	0,999	0,999	0,999	0,987	0,500	0,999	0,999	0,999
Tansig: 39-1	0,993	0,998	0,999	1,000	0,955	0,842	0,000	0,999	0,999	0,999
Tansig-tansig: 39-5-1	0,978	0,128	0,999	0,999	0,958	0,999	0,000	0,999	0,987	0,999
Tansig-tansig: 39-10-1	0,971	0,999	0,954	0,999	0,959	0,993	0,000	0,998	0,997	0,975
Tansig-tansig: 39-15-1	0,971	0,999	0,999	0,999	0,979	1,000	0,000	0,999	0,999	0,962
Tansig-tansig: 39-20-1	0,971	0,999	0,896	0,939	0,980	1,000	0,000	0,999	0,999	0,980
logsig-logsig: 39-10-1	0,993	0,999	0,999	0,999	0,952	0,999	0,500	0,999	0,999	0,993
Logsig-tansig: 39-5-1	0,990	0,959	0,999	0,994	0,960	0,999	0,000	0,999	0,999	0,958
Logsig-tansig: 39-10-1	0,978	0,976	0,999	0,999	0,986	0,996	0,000	0,999	0,999	0,988
Logsig-tansig: 39-15-1	0,953	0,849	0,999	0,992	0,975	0,934	0,049	0,968	0,928	0,970
Logsig-tansig: 39-20-1	0,972	0,999	0,999	0,999	0,991	0,999	0,000	0,999	0,981	0,970
Logsig-tansig-tansig: 39-15-5-1	0,899	0,989	0,999	0,999	0,999	0,999	0,000	0,999	0,999	0,984
Tansig-tansig-tansig: 39-15-5-1	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	1,000	0,000	0,999	0,999	0,975

Сравнение ответов нейронной модели и эксперта по синдрому "ГЛЖ"

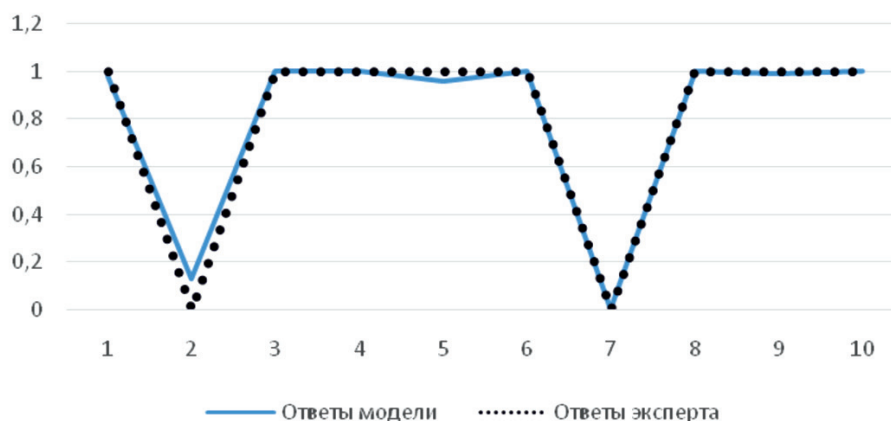


Рис. 2. Сравнение ответов нейронной модели и эксперта по синдрому ГЛЖ (Гипертрофия левого желудочка)

Аналогичные эксперименты для всех остальных синдромов показали, что наиболее рациональным является применение следующих нейросетевых моделей для исследуемого набора синдромов:

- «Гипертрофия левого желудочка» (y_1) – 39-5-1 (tansig-tansig);
- «Эксцентрическое ремоделирование левого желудочка» (y_2) – 19-10-1 (tansig-tansig);
- «Дегенеративные изменения клапанов» (y_3) – 35-1 (tansig);
- «Систолическая дисфункция левого желудочка» (y_4) – 31-1 (tansig);
- «Ишемическая кардиомиопатия» (y_5) – 34-5-1 (tansig);

- «Диастолическая дисфункция левого желудочка» (y_6) – 40-15-1 (tansig).

Поскольку модели выводят в качестве ответа значения от 0 до 1, результат вывода (y) преобразуется в коэффициент уверенности (CV) следующим образом:

- если $y < 0,55$, то $CV = (1 - y) * 100\%$,
- если $y \geq 0,55$, то $CV = y * 100\%$.

Коэффициент уверенности (CF) – это числовое значение, которое выражает степень субъективного убеждения в том, что конкретный элемент является истинным. Когда используются вероятности, внимание должно быть уделено основным предположениям и распределениям вероятности,

чтобы показать достоверность. Эксперт может использовать CF для решения проблемы определения степени доверия модели. Промежуточные CF между 40% и 60% должны требовать дополнительного исследования в связи с неоднозначностью ответа.

В ходе дальнейшего эксперимента по определению адекватности выбранных моделей было проведено 10 дополнительных экспериментов, в рамках которых было получено 60 выходных значений нейронной сети. В ходе эксперимента модель сделала только одну грубую ошибку в случае сильного отклонения входных критериев исследования. Ошибка системы моделей в проводимой группе экспериментов определена в 1,7%. В целом точность системы моделей составляет более 90%, что является довольно высокой оценкой.

Результаты обучения и проверка эффективности разработанных нейронных сетей доказывают возможность их успешного применения в частных медицинских задачах и подтверждают их способность находить шаблоны и сложные отношения между различными объектами, принадлежащими к одному и тому же классу данных. Также можно предположить, что при использовании более емкой и разнообразной обучающей выборки ошибка работы нейронной сети будет уменьшаться.

Результаты наглядно демонстрируют высокую эффективность экспертной системы нейронной сети в диагностических целях. Дальнейшее развитие программной системы на основе нейронной сети поможет улучшить диагностику сердечно-сосуди-

стой патологии с помощью неинвазивных методов исследования сердца.

Список литературы

1. Когай В.Н., Платонов Г.Н., Розыходжаева Д.А. Программная реализация нейронной сети с обучением для обработки запросов к иерархической базе данных // Вестник магистратуры. – 2016. – Т. 1, № 1(52). – С. 17–23.
2. Розыходжаева Г.А., Розыходжаева Д.А., Икрамова З.Т. Нейроэкспертные системы в построении информационной модели степени изменения сосудистой стенки у больных с каротидным атеросклерозом // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства. – 2012. – № 1. – С. 73–81.
3. Абрагин А.В. Перспективы развития и применения нейронных сетей // Проблемы современной науки и образования. – 2015. – № 12(42). – С. 12–15.
4. Кафтаников И.Л., Парасич А.В. Проблемы формирования обучающей выборки в задачах машинного обучения // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2016. – № 3(16). – С. 15–24.
5. Дегтярев Е.А., Карякин А.Л. Влияние вида функций активации нейронов на относительную ошибку прогнозирования электропотребления // Известия Уральского государственного горного университета. – 2013. – № 2(30). – С. 39–42.
6. Розыходжаева Д.А. Modeling of the decision-making processes in the modern echocardiography // Магистерская диссертация. – Ташкентский университет информационных технологий. 2016.
7. Юсупов А.Н., Бовтюшко П.В. Применение искусственных нейронных сетей в оценке риска развития клинических проявлений атеросклероза // Вестник Российской Военно-медицинской академии. Приложение. – 2010. – № 2 (30) – С. 193–197.
8. Юсупов А.Н. Применение искусственных нейронных сетей в оценке риска развития клинических проявлений атеросклероза у работников, занятых во вредных условиях труда (на примере нефтеперерабатывающих производств): автореф. дис. ... канд. биол. наук [место защиты: ФГБУ «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова»]. – Москва, 2012. – 24 с.

УДК 574.3:591.05

ИНДУКЦИЯ МИКРОЯДЕР И ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ МОДИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ СЫВОРОТКИ КРОВИ ВИДОВ-ИНДИКАТОРОВ АНТРОПОГЕННО-ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Романова Е.Б., Шаповалова К.В., Рябинина Е.С.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, e-mail: romanova@ibbm.unn.ru

Проведена дифференцированная оценка видов микроядер в эритроцитах крови и интенсивности окислительных реакций в сыворотке крови *Pelophylax ridibundus* и *P. lessonae*, обитающих в водоемах Нижегородской области. Показано, что наиболее часто встречались разрыхленные (23,6%) и прикрепленные микроядра (73,6%). Доля оформленных микроядер была небольшой (2,2%), а палочковидные микроядра (0,61%) обнаруживались не во всех выборках. Установлена сильная корреляционная взаимосвязь между количеством оформленных микроядер в крови лягушек и содержанием в водной среде железа ($r = 0,88$, $p = 0,021$), марганца ($r = 0,92$, $p = 0,009$), нитритов ($r = 0,86$, $p = 0,025$). В условиях загрязнения водоемов наблюдалось повышение интенсивности окислительной модификации белков. Полученные результаты свидетельствуют о существенных нарушениях цитогенетического и окислительного гомеостаза организма амфибий, подверженных воздействию урбанизации и загрязнению, указывают на экологическое неблагополучие среды обитания и расширяют теоретические представления о закономерностях изменения адаптивных реакций организма в условиях антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: амфибии, окислительная модификация белков, микроядра

INDUCTION MICRONUCLEUS AND OXIDISING MODIFICATION OF PROTEINS OF SERUMS OF BLOOD THE SPECIES INDICATORS OF ANTHROPOGENOUS TRANSFORMED TERRITORIES

Romavova E.B., Shapovalova K.V., Ryabinina E.S.

National Research Nizhny Novgorod State University named after N.I. Lobachevskiy, Nizhniy Novgorod, e-mail: romanova@ibbm.unn.ru

Assessment of the differentiated assessment of micronucleus species in erythrocytes intensity of oxidizing reactions in serums of blood of amphibians: *Pelophylax ridibundus* and *P. lessonae*, living in reservoirs of Nizhniy Novgorod region is carried out. It was shown that, most often in erythrocytes of frogs of all the populations studied, there were disintegrated micronucleus (23,6%) and attached micronucleus (73,6%). The proportion of rounded micronucleus (2,2%) was small, and in most cases, rod-shaped micronucleus (0,61%) were not detected. The moderate positive correlation was found between the increase of number of rounded micronuclei and the content of iron ($r = 0,88$, $p = 0,021$), manganese ($r = 0,92$, $p = 0,009$), nitrites ($r = 0,86$, $p = 0,025$) in the reservoir. In the conditions of pollution of reservoirs indicators of the oxidative modification of proteins of serum of blood increased. The obtained results indicate significant disturbances in the cytogenetic and oxidative homeostasis of the amphibian organism exposed to urbanization and pollution, point to the ecological disadvantage of the habitat and expand the theoretical understanding of the patterns of changes in the adaptive responses of the organism under conditions of anthropogenous load.

Keywords: amphibian, oxidative modification of proteins, micronucleus

В адаптации живых организмов к изменяющимся условиям среды участвует одна из ключевых гомеостатических структур – система крови, которой принадлежит решающая роль в неспецифических и специфических реакциях организма, определении его резистентности и реактивности. Удобными видами-индикаторами считаются амфибии, обладающие хорошо развитой нервной, иммунной, гематологической системами [1, 2] и тонко реагирующие на любые изменения в среде обитания. Известно, что под воздействием стрессорных факторов среды снижается жизнеспособность иммунокомпетентных клеток [3], активизируются процессы воспаления [4], повышается интенсивность окислительных процессов, связанных с генерацией активных форм кислорода и деструкцией белков [5]. При значительном объеме

исследований в области экологической физиологии практически отсутствуют работы по морфологическому анализу эритроцитов крови и реакциям окислительного метаболизма видов-индикаторов, обитающих в специфических условиях среды обитания. Между тем, в силу широкой природной распространенности белков и стабильности продуктов их окисления [6], механизмам цитогенетического и окислительного гомеостаза организмов уделяется повышенное внимание в связи с возрастающим прессом антропогенного воздействия на природные экосистемы.

Цель работы: оценка микроядер и интенсивности окислительных реакций в крови озерных (*Pelophylax ridibundus*) и прудовых лягушек (*P. lessonae*), обитающих на антропогенно-трансформированных территориях Нижегородской области.

Материалы и методы исследования

Материалом работы служили сборы озерных (*Pelophylax ridibundus*, Pallas, 1771) (80 особей) и прудовых (*Pelophylax lessonae*, Camerano, 1882) (40 особей) лягушек, обитающих в шести водоемах Нижегородской области, различающихся абиотическими условиями. Сбор амфибий осуществляли в течение полевого сезона 2017 года на водоемах: оз. Березовское (Нижегородская обл., Богородский р-н), (широта 43.622971731141, долгота 56.146989027575). Озеро часто посещается рыбаками, на расстоянии 500 метров от озера находится автостоянка. Река Кудьма у п. Ветчак (Нижегородская обл., Кстовский р-н), (широта 56.096735, долгота 44.314317). Основные загрязнители поступают в реку от предприятий г. Богорода и нефтеперерабатывающего завода г. Кстово. Оз. Силикатное (г. Н. Новгород, Сормовский р-н), (широта 56.370912, долгота 43.777608). Водоем создан искусственно на месте добычи песка для бетонных изделий ЗКПД-4. Глубина в озере достигает 20 м берег и дно песчаные, вода прозрачная. Заболоченности практически нет. Торфокарьер Ситниковского орнитологического заказника (далее – торфокарьер) (Нижегородская обл., Борский р-н), (широта 56.439791, долгота 44.072462). Представляет собой крупную систему водоемов выработанных торфяных месторождений разного типа. Болото п. Белкино (Нижегородская обл., Борский р-н), (широта 56.286208, долгота 44.548075). Низинное болото, расположено рядом с частными огородами и садами. Оз. Вторчермет (г. Н. Новгород, Московский р-н), (широта 56.311944, долгота 43.848889). Искусственный водоем, созданный на месте добычи грунта. Рядом проходит железная дорога, расположены массивы садов и гаражи, берега и прибрежная часть водоема захламлены бытовым мусором.

В прибрежной зоне водоемов были отобраны пробы воды, в которых с помощью спектрофотометра Nach DR-2800 определены химические загрязнители: железо общее, марганец, медь, хром, нитрат-ионы (NO_3^-), нитрит-ионы (NO_2^-), хлориды, сульфаты, сульфиды, нефтепродукты и водородный показатель (рН). По результатам анализа был произведен расчет удельного комбинаторного индекса загрязненности воды УКИЗВ [7] по формуле

$$S'_j = \frac{S_j}{N_j},$$

где S_j – комбинаторный индекс загрязненности воды в j -м створе; N_j – число учиты-

ваемых в оценке ингредиентов; S'_j – удельный комбинаторный индекс загрязненности воды в j -м створе.

У всех особей была взята кровь для определения количественного содержания эритроцитов (тыс/мм³), лейкоцитов (тыс/мм³) и приготовления мазков для оценки микроядерного теста. Подсчет микроядер [8] осуществляли на микроскопе Meiji Techno с использованием иммерсионного объектива при общем увеличении $\times 1500$, просматривая для каждой особи по 2 препарата, анализируя 1000 эритроцитов на препарат (40000 клеток на выборку). Дифференцировали четыре вида микроядер: 1 – оформленные; 2 – прикрепленные; 3 – палочковидные; 4 – разрыхленные. Окислительную модификацию белков (ОМБ) оценивали по реакции взаимодействия окисленных аминокислотных остатков с 2,4-динитрофенилгидразином (2,4-ДНФ) с образованием альдегид-(АДНФГ) и кетон-динитрофенилгидразонов (КДНФГ) [5]. Оптическую плотность образовавшихся динитрофенилгидразонов регистрировали на спектрометре СФ-2000 при пяти длинах волн: 230, 270, 370, 430 и 530 нм. Расчет содержания 2,4-ДНФГ в сыворотке крови выражали в единицах оптической плотности на мл/сыворотки (ОЕ/мл).

Статистический анализ проводили непараметрическими методами в среде R-studio и программе STATISTICA 10.0 с расчетом критериев: Краскела – Уоллиса (H) (при множественном сравнении независимых групп по одному признаку); Данна (D) (множественный критерий при попарном сравнении групп), коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r) (при анализе взаимосвязи) и по критерию z, при сравнении долей микроядер. Критический уровень значимости (p) принимали = 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение

Все исследованные водоемы Нижегородской области характеризовались повышенным содержанием загрязняющих веществ. Отметим высокое содержание в торфокарьере железа (1,4 мг/л), марганца (3,75 мг/л и сульфидов (22,5 мг/л). Воды р. Кудьмы характеризовались значительным загрязнением медью (9,5 мг/л) и нефтепродуктами (0,21 мг/л). В болоте п. Белкино отмечено высокое содержание железа (0,63 мг/л), марганца (2,4 мг/л), меди (0,17 мг/л) и хрома (0,089 мг/л). По индексу УКИЗВ исследованные водоемы в порядке возрастания расположились в следующем порядке: оз. Вторчермет (7,38, грязная, 4-ый класс, разряд «б») – оз. Силикатное (7,6,

грязная, 4-ый класс, разряд «б») – торфокарьер (8,1, очень грязная, 4-ый класс, разряд «в») – оз. Березовское (9,94, очень грязная, 4-ый класс, разряд «г») – болото п. Белкино (12,1 экстремально грязная, 5-ый класс) – р. Кудьма у п. Ветчак (18,47 экстремально грязная, 5-ый класс).

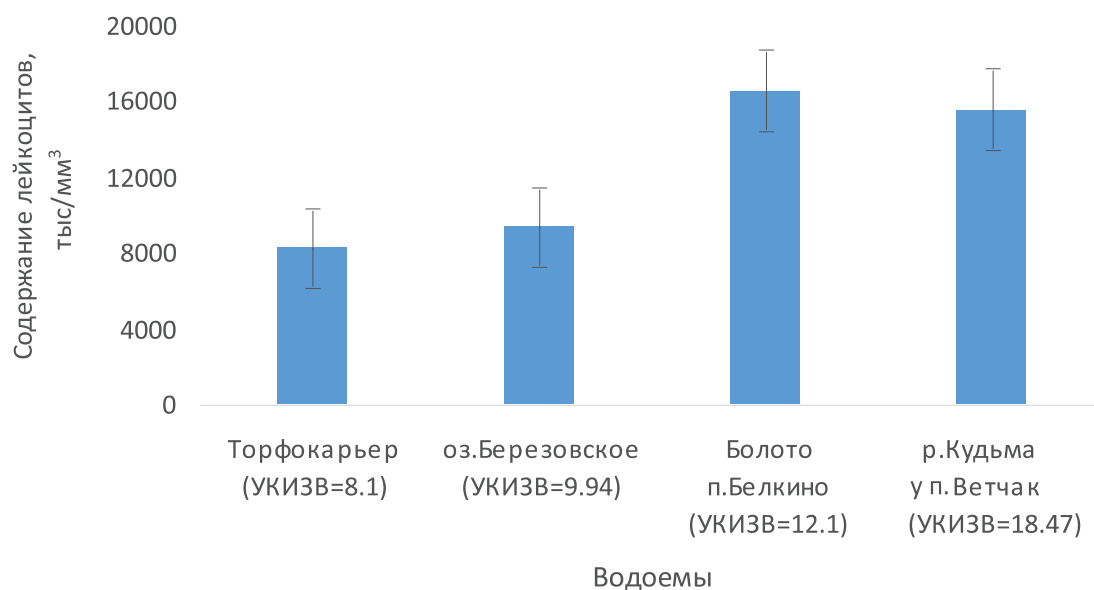
При анализе цитогематологических показателей у зеленых лягушек, обитающих в водоемах с высоким уровнем загрязнения (р. Кудьма и болото п. Белкино), выявлено снижение доли эритроцитов, что свидетельствовало об угнетении процессов кроветворения и возрастании содержания лейкоцитов (рисунок), имеющих, по-видимому, адаптивный характер.

Высоким содержанием микроядер в эритроцитах периферической крови характеризовались озерные лягушки, обитающие в оз. Березовское ($11,9 \pm 1,47/1000$ кл.), и прудовые лягушки оз. Вторчермет ($7,17 \pm 0,85/1000$ кл.). Низкое содержание микроядер характерно для популяций лягушек болота п. Белкино ($2,7 \pm 0,39/1000$) и торфокарьера ($3,7 \pm 0,49/1000$). Наиболее часто в эритроцитах периферической крови лягушек всех исследованных популяций встречались разрыхленные (23,6%) и прикрепленные микроядра (73,6%), доля оформленных микроядер (2,2%) выражена слабо, а палочковидные микроядра (0,61%) обнаруживались не во всех выборках лягушек. С помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмана выявлена сильная взаимосвязь, между количеством оформ-

ленных микроядер в крови лягушек и содержанием в водной среде обитания железа ($r = 0,88$, $p = 0,021$), марганца ($r = 0,92$, $p = 0,009$), нитритов ($r = 0,86$, $p = 0,025$). Установленным фактом является возрастание частоты возникновения микроядер и других ядерных аномалий в эритроцитах рыб после пребывания рыб в воде, содержащей тяжелые металлы: ионы хрома (VI), железа, меди и др. [9, 10]. Известно, что нитриты взаимодействуют с гемоглобином крови и окисляют в нем 2-валентное железо. В результате образуется метгемоглобин, который уже не способен переносить кислород. Это нарушает нормальное дыхание клеток и тканей организма (с развитием тканевой гипоксии), вследствие чего накапливаются молочная кислота, холестерин и снижается интенсивность синтеза белковых продуктов, в том числе белков тубулинов, входящих в состав микротрубочек веретена деления и отвечающих за процессы расхождения хромосом, что также приводит к индукции микроядер в эритроцитах.

Интенсификация свободнорадикального окисления белков выявлена в крови лягушек, обитающих во всех исследованных водоемах Нижегородской области (табл. 1).

У озерных лягушек установлена высокая чувствительность к окислению как для альдегидных (при 230 и 270 нм), так и кетонных карбонильных производных (370, 430 и 530 нм) белков сыворотки крови (табл. 2).



Содержание лейкоцитов (тыс./мм³) в крови амфибий, обитающих в специфических гидрохимических условиях среды, определенных величиной удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ)

Таблица 1

Содержание микроядер в эритроцитах и интенсивность окислительных реакций в крови амфибий, обитающих в водоемах Нижегородской области

Показатель	Водоемы					
	оз. Березовское (1)	р. Кудьма (2)	оз. Силикатное (3)	Торфокарьер (4)	Болото п. Белкино (5)	оз. Вторчермет (6)
Сумма микроядер	476/11,9*	117/2,92	168/4,2	148/3,7	108/2,7	287/7,17
	$z_{1-4} = 13,2; p = 0,015; z_{2-6} = 8,5; p = 0,0022; z_{1-2} = 14,8; p < 0,001; z_{1-3} = 12,2; p < 0,001;$ $z_{1-5} = 15,3; p < 0,001; z_{2-4} = 1,9; p < 0,001; z_{3-5} = 3,6; p < 0,001; z_{3-6} = 5,6; p < 0,001;$ $z_{4-5} = 2,5; p < 0,001; z_{4-6} = 6,6; p < 0,001; z_{5-6} = 9,1; p < 0,001$					
Суммарная ОМБ, ОЕ/мл	160,67 ± 1,11	184,22 ± 2,03	42,65 ± 2,04	23,47 ± 2,21	60,98 ± 1,39	170,62 ± 3,7
	$D_{1-3} = 4,09; p = 0,006; D_{1-4} = 5,82; p < 0,001; D_{2-3} = 6,75; p < 0,001; D_{2-4} = 8,47; p < 0,001;$ $D_{2-5} = 5,1; p < 0,001; D_{3-6} = 5,44; p < 0,001; D_{4-5} = 3,38; p = 0,011; D_{4-6} = 7,17; p < 0,001;$ $D_{5-6} = 3,75; p = 0,002$					

Примечание. * – в числителе: число эритроцитов с микроядрами в выборке, шт.; в знаменателе: доля клеток с микроядрами на 1000 эритроцитов; z – критерий сравнение долей; D – критерий Данна; p – уровень значимости, при множественных сравнениях производилась коррекция показателя с помощью поправки Холма.

Таблица 2

Показатели окислительной модификации белков (ОМБ) сыворотки крови озерных лягушек (*Pelophylax ridibundus*)

Водоемы	Показатели ОМБ сыворотки крови, ОЕ/мл				
	230 нм	270 нм	370 нм	430 нм	530 нм
Торфокарьер	11,99 ± 1,33	3,42 ± 0,51	3,61 ± 0,89	2,96 ± 0,94	1,49 ± 0,62
Оз. Силикатное	11,14 ± 0,56	11,92 ± 0,77	6,79 ± 0,33	5,87 ± 0,37	6,93 ± 1,58
Оз. Березовское	39,97 ± 0,75	36,01 ± 0,43	32,19 ± 0,61	29,79 ± 0,4	22,71 ± 0,69
Р. Кудьма	59,47 ± 0,56	41,93 ± 0,94	37,70 ± 1,26	35,71 ± 0,88	9,41 ± 0,35
Статистические показатели	H = 66,70	H = 70,81	H = 68,43	H = 69,47	H = 61,69
Критерий Крускала – Уоллеса (H)	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001
Критерий Данна (D)	$D_{1-3} = 4,13, p = 0,0002;$ $D_{1-4} = 6,85, p < 0,001;$ $D_{2-3} = 4,03, p = 0,0003;$ $D_{2-4} = 6,76, p < 0,001;$ $D_{3-4} = 2,72, p = 0,039$	$D_{1-3} = 5,65, p < 0,001;$ $D_{1-4} = 7,83, p < 0,001;$ $D_{2-3} = 3,05, p = 0,014;$ $D_{2-4} = 5,23, p < 0,001$	$D_{1-3} = 5,34, p < 0,001;$ $D_{1-4} = 7,58, p < 0,001;$ $D_{2-3} = 3,31, p = 0,006;$ $D_{2-4} = 5,53, p < 0,001$	$D_{1-3} = 5,15, p < 0,001;$ $D_{1-4} = 7,68, p < 0,001;$ $D_{2-3} = 3,21, p = 0,008;$ $D_{2-4} = 5,74, p < 0,001$	$D_{1-2} = 2,84, p = 0,027;$ $D_{1-3} = 7,69, p < 0,001;$ $D_{1-4} = 4,43, p < 0,001;$ $D_{2-3} = 4,84, p < 0,001;$ $D_{3-4} = 3,26, p = 0,007$

Примечание. Статистически значимое значение уровня значимости (p) приведено с учетом поправки Холма.

Таблица 3

Показатели окислительной модификации белков (ОМБ) сыворотки крови прудовых лягушек (*Pelophylax lessonae*)

Водоемы	Показатели ОМБ сыворотки крови, ОЕ/мл				
	230 нм	270 нм	370 нм	430 нм	530 нм
Оз. Вторчермет	51,03 ± 2,44	39,04 ± 0,98	34,08 ± 1,09	29,88 ± 1,04	16,59 ± 1,1
Болото п. Белкино	15,06 ± 0,40	13,97 ± 0,38	12,60 ± 0,29	11,33 ± 0,70	8,02 ± 0,59
Критерий Манна – Уитни (U)	U = 5,40 p < 0,001	U = 5,40 p < 0,001	U = 5,41 p < 0,001	U = 5,40 p < 0,001	U = 4,46 p < 0,001

Примечание. Статистически значимое значение уровня значимости (p) приведено с учетом поправки Холма.

Результаты оценки окислительной модификации белков сыворотки крови прудовых лягушек выявили более интенсивное окисление у особей популяции амфибий, обитающих в оз. Вторчермет (г. Нижний Новгород, Московский район). Отметим, что интенсивность окисления альдегидных и кетонных карбонильных производных белков сыворотки крови у этих лягушек была выше в 2,5–3 раза, по сравнению с аналогичными показателями прудовых лягушек болота п. Белкино (табл. 3).

Установлена сильная положительная корреляционная взаимосвязь суммарной ОМБ с содержанием в водоемах хлоридов ($r = 0,84$, $p = 0,036$) и сильная отрицательная взаимосвязь между интенсивностью окисления альдегидных (270 нм: $r = -0,91$, $p = 0,012$), кетонных карбонильных производных (370 нм: $r = -0,87$, $p = 0,023$; 430 нм: $r = -0,87$, $p = 0,025$; 530 нм: $r = -0,83$, $p = 0,043$) с содержанием железа. Можно полагать, что комплексное воздействие химических загрязнителей водной среды нарушает формирование сложных механизмов обеспечения гомеостатического равновесия в системе «организм – среда обитания», в том числе цитогенетическую стабильность, и окислительный баланс. Железо является металлом переменной валентности и участвует в катализируемом окислении белков. Механизм действия железа как тяжелого металла заключается в основном в стимуляции образования активных форм кислорода и в ингибировании активных групп ферментов, в том числе и антиоксидантных. Медь по своей химической природе сильнее связывается с органическими соединениями по сравнению с другими металлами. Ионы меди способны вытеснять функциональные металлы из ферментов и восстанавливать молекулярный кислород до активных форм кислорода. Эти свойства делают медь сильным токсикантом.

Полученные результаты свидетельствуют о существенных нарушениях цитогенетического и окислительного гомеостаза,

происходящих в организме амфибий, подверженных воздействию урбанизации и загрязнению, указывают на экологическое неблагополучие среды обитания и расширяют теоретические представления о закономерностях изменения адаптивных реакций организма в условиях антропогенной нагрузки.

Список литературы

1. Галактионов В.Г. Иммунология / В.Г. Галактионов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 528 с.
2. Романова Е.Б. Экологические аспекты организации иммунной системы амфибий / Е.Б. Романова, В.Ю. Николаев, Д.Б. Гелашвили // Современная герпетология. – 2014. – Т.14, вып. ¾. – С. 126–133.
3. Бродский И.Б. Микроядра как маркеры хромосомных изменений клеток / И.Б. Бродский, С.А. Брянцева, А.М. Ковалева // Журнал фундаментальной медицины и биологии. – 2012. – № 1. – С. 86.
4. Романова Е.Б. Иммунофизиологические характеристики популяций зеленых лягушек урбанизированной территории / Е.Б. Романова, В.Ю. Николаев // Изв. Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16, № 5(1) – С. 616–622.
5. Дубинина Е.Е. Продукты метаболизма кислорода в функциональной активности клеток (жизнь и смерть, созидание и разрушение). Физиологические и клинико-биохимические аспекты / Е.Е. Дубинина. – СПб.: Издательство «Медицинская пресса», 2006. – 400 с.
6. Муравлева Л.Е. Окислительная модификация белков: проблемы и перспективы исследования / Л.Е. Муравлева, В.Б. Молотов-Лучанский, Д.А. Клоев и др. // Фундаментальные исследования. – 2010. – № 1. – С.74–78.
7. Смирнова В.М. Метод комплексной оценки загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Определение удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) и класса качества воды / В.М. Смирнова., И.С. Макеев, А.В. Благодаткин. – Нижний Новгород, 2011. – 19 с.
8. Жулева Л.Ю. Использование микроядерного теста для оценки экологической обстановки в районах Астраханской области / Л.Ю. Жулева, Н.П. Дубинин // Генетика. – 1994. – Т. 30, № 7. – С. 999–1004.
9. Крюков В.И. Индукция микроядер в эритроцитах карпа ионами шестивалентного хрома / В.И. Крюков, А.Л. Климов, Н.В. Красова // Инновационная наука. – 2016. – № 9. – С. 379.
10. Кузина Т.В. Образование микроядер в эритроцитах промысловых рыб Волго-Каспийского канала / Т.В. Кузина // Естественные науки. – 2010. – № 4 (33) – С. 124–129. URL: <http://asu.edu.ru/images/File/Izdatelstvo/EN4/124-129.pdf>.

УДК 581.5

ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ УНАБИ В МНОГОЛЕТНИХ КУЛЬТУРАХ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Сурхаев Г.А.

Северо-Кавказский филиал ФГБНУ Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, Ачикулак, e-mail: achikylak356890@mail.ru

В данной работе нашли отражение результаты многолетних полевых исследований фенотипического разнообразия унаби в многолетних культурах разных экотопов аридного региона. В ходе их проведения выделены экологические модификации растений (фенотипы: древовидный, кустарниковый, кустовидный) по комплексу присущих растениям морфологическим признакам (высота, ствольность, форма кроны и др.), которые, кроме того, отличаются по степени долговечности, стрессоустойчивости и продуктивности. Проявление изменчивости растений унаби в онтогенезе, вероятно, связано с воздействием мутагенных факторов окружающей среды (солнечная радиация, сухость и бедность почвы). Полученные данные могут иметь практическое значение в селекции и размножении хозяйственно ценных форм для создания многофункциональных насаждений садового типа, защитных лесных насаждений (древовидный и кустарниковый фенотипы), фиточайных плантаций (кустарниковый и кустовидный фенотипы) и мелиоративно-кормовых посадок на пастбищах (кустовидный фенотип).

Ключевые слова: фенотип, унаби, исследования, модификация, изменчивость, плантационная культура, растения

PHENOTYPIC VARIABILITY OF UNABI IN LONG-YEAR CROPS OF EASTERN THE EASTERN CISCAUCASIA

Surkhaev G.A.

North-Caucasian Branch of the Federal State Budget Scientific Institution Federal Scientific Center for Agroecology, complex meliorations and Protective afforestation of the Russian Academy of Sciences, Achikulak, e-mail: achikylak356890@mail.ru

This work reflects the results of long-term field studies of phenotypic diversity of jujube in perennial crops different arid ecotopes of the region. In the course of their conduct selected environmental modification of plants (phenotypes: tree, shrub, shrub) of complex inherent in plant morphological characteristics (height, stvornost, crown shape, etc.), which also differ in the degree of durability, stress resistance and productivity. A manifestation of the variability of jujube plants in ontogenesis is probably due to exposure to mutagenic environmental factors (solar radiation, dryness and poverty of soil). The data obtained can be of practical value in breeding and propagation of economically valuable forms of multi-plantation garden-type, protective forest plantations (tree and shrub phenotypes), pitocin plantations (shrubs and bushy phenotypes) and reclamation-forage crop on the pasture (bushy pheno).

Keywords: phenotype, zizyphus, research, vodification, variability, culture, plants

Аридную часть Восточного Предкавказья, где проводились исследования, занимают Терско-Кумские пески площадью около 1 млн га. Они представляют собой четвертичные древнеаллювиальные речные отложения Терека, Куры и Кумы с небольшой гумусностью (0,1–0,2%), которая на отдельных массивах песков (Бажиганский, Тереклинский) доходит до 2% [1]. И поэтому их можно вовлечь в хозяйственное использование не только для пастбищных целей, но и защитного лесоразведения, локального садоводства, виноградарства, оазисного выращивания зерновых, кормовых, лекарственных и технических культур [2].

Долгое время в мелиорации Терско-Кумских песков использовались деревья и кустарники – интродуценты только умеренной зоны. Однако с начала 1990-х гг. начавшееся глобальное потепление под-

вигнуло Ачикулакскую НИЛОС начать интродукцию и внедрение на них ценных морозоустойчивых субтропических плодовых культур: унаби обыкновенный (*Ziziphus jujuba*), хурма виргинская (*Diospyros virginiana*), миндаль обыкновенный (*Amygdalis communis*), гранат обыкновенный (*Punica granatum*), инжир обыкновенный (*Ficus carica*) и др. (всего 11 видов) [3].

Наиболее продолжительно и широко велись работы по изучению биоэкологического и биопродуктивного потенциала унаби, в ходе которых создано около 20 га опытных насаждений в разных экотопах песков в 1986–2006 гг. По результатам многолетних исследований разработаны технологии размножения и выращивания его в плантационной культуре, а также эффективные приемы освоения плодовой и листовой массы в продукцию пищевого и лекарственного назначения [4].

Биология и хозяйственная ценность унаби

Унаби, синонимы: зизифус, ююба, инаб, иноб, чилон, китайский финик и др. – субтропическое плодое растение из рода *Ziziphus*, семейства *Rhamnaceae*.

Растет крупным колючим кустарником (3–5 м) или небольшим деревом (6–10 м) с ажурной кроной (раскидистая, овальная, столбчатая), с темно-зелеными кожистыми листьями, овальной, ланцетной или овально-округлой формы, длиной 2–5 см [5].

Унаби обладает высокой толерантностью к условиям местопроизрастания, и поэтому он растет в районах с тропическим, субтропическим и умеренным континентальным климатом, на самых разнообразных почвах, кроме тяжелых глинистых с близким стоянием грунтовых вод, и является одной из самых морозоустойчивых субтропических плодовых культур [6].

В Восточном Предкавказье (Ачикулак) он переносит понижение температуры холодного периода до минус 24–26 °С без существенных повреждений кроны дерева и потери урожайности.

В отличие от других плодовых, культивируемых в континентальном климате Восточного Предкавказья, унаби благополучно избегает повреждений весенними заморозками, ввиду поздних (I декада июня) сроков его цветения, а также проявляет высокую засухоустойчивость и скороплодность в аридных условиях выращивания.

Плоды унаби – кладезь биоактивных веществ: витаминов (А, В, С, РР, Е, К), микроэлементов (Fe, J, Co), органических кислот (зизифовая, янтарная, яблочная, олеаноловая, фолиевая и др.), катехинов, сапонинов, флавоноидов (спинозин, свертизин). И поэтому древняя китайская медицина и великий врач средневековья Авиценна

указывали на то, что они являются лучшим средством в лечении гипертонии [7].

Целебными свойствами обладают не только плоды, но и листья, и другие части растений (кора, корни, семена, цветки) [8].

Материалы и методы исследования

Объекты исследования – опытные разновозрастные насаждения унаби, созданные на экспериментальных полигонах Ачикулакской НИЛОС (Бажиганский песчаный массив).

Изучалась фенотипическая изменчивость растений унаби в плантационных культурах, созданных в разных экотопах влагодоступности методом сплошного обследования и учета разных фенотипов унаби по морфологическим признакам развития растений (габитус, ствольность, форма кроны, листьев).

Результаты исследования и их обсуждение

В создании плантационных насаждений использовался посадматериал, выращенный из семян мелкоплодной и среднеплодной унаби в интродукционном питомнике опытной станции в разные годы прошлого и текущего столетия (1986, 1987, 1992, 1998, 2000, 2002, 2006 гг.).

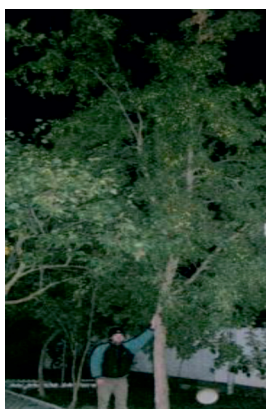
Многолетние исследования онтогенеза унаби показали, что его растения в богарной культуре Восточного Предкавказья имеют значительный спектр фенотипической изменчивости по морфологическим признакам строения и развития.

Выделены три основных его фенотипа: древовидный, кустарниковый и кустовидный. Отличительными признаками их служат: высота, ствольность, форма кроны и другие модификационные признаки растений (табл. 1).

Таблица 1

Интегральная биолого-ботаническая характеристика хозяйственно ценных фенотипов унаби в опытных насаждениях Ачикулакской НИЛОС (2015 г.)

Фенотип	Фенотипические признаки					
	Крона			Листья		
	высота, м	ствольность	форма	размеры, мм	форма	строение
Древовидный	5–7	одноствольная	узкокронная, раскидистая	5,7x2,5	овально-ланцетовидная	крупные
Кустарниковый	2–4	многоствольная 2–4	узкокронная, раскидистая, овальная	4,3x1,8	овально-продолговатая	средние
Кустовидный	0,5–2,0	бесствольная (5–15 побегов)	столбчатая, шаровидная, стелющаяся	3,8x2,7	овально-округлая	средние и мелкие



древовидный



кустарниковый



кустовидный

Рис. 1. Основные фенотипы унаби в многолетних культурах

На рис. 1 изображены основные фенотипы унаби в многолетних культурах.

К древовидному типу унаби относятся одноствольные его растения высотой 5–7 м и выше, с диаметром ствола 12–22 см, в возрасте 15–25 лет. Преобладающая форма ажурной кроны – умеренно-раскидистая, узкокронная. Плоды по товарно-помологическим признакам средние и крупные по массе (5–12 г), овальной, цилиндрической или грушевидной формы, по вкусу сладкие, кисло-сладкие или сладковато-кислые, по цвету коричневые, светло-коричневые, темно-красные или почти черные.

Унаби древовидного фенотипа перспективны в создании плантационных насаждений садового типа и ветроломных защитных полос на засоленных землях.

Растения кустарникового фенотипа по высоте (2–4 м) вдвое уступают древовидному фенотипу. Они многоствольны (2–4 шт) с низким штамбом, форма кроны преимущественно овальная. Листья ланцетные, средних размеров, плодоносность высокая. Плоды средние по массе (4–6 г), по форме круглые, овальные, цилиндрические, окраска их преимущественно светло-коричневая и темно-красная, по вкусу преобладают кисло-сладкие и сладковато-кислые.

Фенотип кустарниковый (низкорослый) рекомендуется в закладке плодовых плантаций интенсивного типа (более 1200 шт/растения на 1 га) и формировании мелиоративно-кормовых и барьерных насаждений (живые изгороди) на культурных пастбищах.

Фенотип кустовидный образуют самые низкие по высоте (0,5–2 м) бесствольные растения с густоусаженными до земли побегами. Преобладающая форма кроны – шаровидная, столбчатая и стелющаяся. Плоды мелкие

и очень мелкие по массе (0,5–3 г), кислые или сладковато-кислые по вкусу, по форме круглые с темно-коричневой окраской. Плодоносность средняя, листья мелкие, ланцетные, овальные, зубчатые. Растения данного типа перспективны для целей формирования фиточайных (листо-сборных) плантаций, живых изгородей и мелиоративно-кормовых насаждений (приземный тип стратификации).

В исследуемых опытных насаждениях у растений наблюдается неполная пенетрантность. В них численно преобладает фенотип кустарниковый, на долю которого приходится свыше 80 % растений, прижившихся на площади посадок. В значительно меньшем количестве фенотип древовидный (15,1 %), и лишь 0,2 % всех растений в опытных культурах с признаками кустовидного фенотипа (рис. 2).

Ювенильный период роста (до 10 лет) всех фенотипов унаби, выделяется превосходным линейным ростом растений в высоту (рис. 3).

В условиях умеренного климата Восточного Предкавказья решающее значение для внедрения субтропической культуры унаби в производство имеет оценка устойчивости ее к стрессфакторам зимнего периода и особенно к критически низким температурам воздуха (ниже нуля) на данной местности.

По данным многолетней мониторинговой оценки, порог морозоустойчивости разных фенотипов унаби на Бажиганских песках находится в пределах температур 24–26 °C ниже нуля, а стрессовыми для теплолюбивых многолетников в регионе являются морозы от –27 до –30 °C и выше, которые в значительной степени (до 20–50 % и более) могут повреждать многолетнюю древесину растущих деревьев.

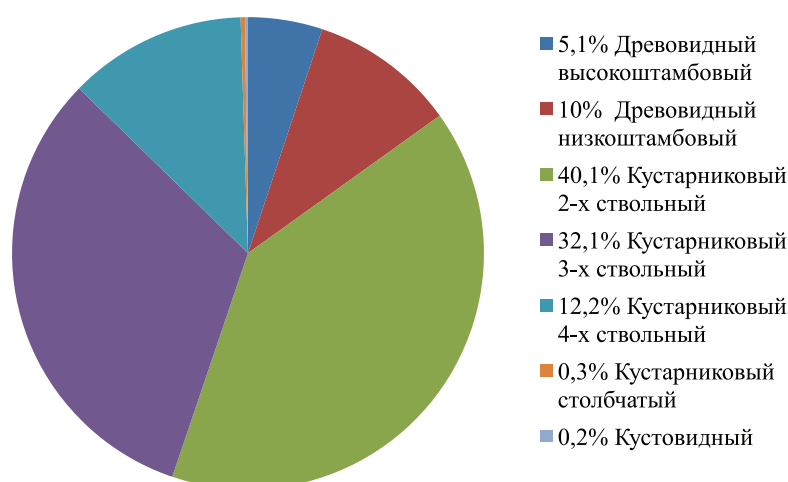


Рис. 2. Структура фенотипического разнообразия унаби в опытных насаждениях

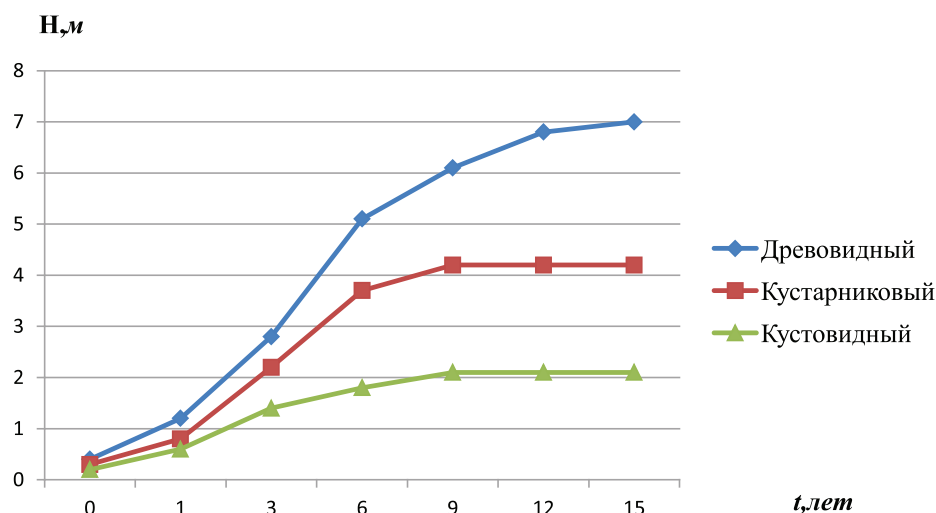


Рис. 3. Сравнительный рост верхушечного побега разных фенотипов унаби в многолетнем онтогенезе

Сравнительная многолетняя оценка морозоустойчивости разновозрастных фенотипов унаби в опытных насаждениях Ачикулаской НИЛОС (2015 г.)

Таблица 2

Фенотип	Возраст, лет	Балл повреждения кроны ($\geq -27^{\circ}\text{C}$) по возрастным периодам онтогенеза растений (лет)					
		1–5	6–10	11–15	16–20	21–25	26–30
Древовидный	28	1,0	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6
Кустарниковый	25	0,7	1,1	1,4	1,7	2,0	–
Кустовидный	25	0,4	0,7	1,1	1,5	1,8	–

В условиях Восточного Предкавказья у субтропических растений унаби с 8–12 лет наблюдается возрастное, постепенное снижение морозоустойчивости.

Анализ стрессоустойчивости выделенных фенотипов показывает корреляцион-

ную зависимость их морозоустойчивости от степени развития габитуса растений в онтогенезе, которая по наблюдениям заметно выше у кустовидных, чем у древовидных и кустарниковых форм унаби в насаждениях (табл. 2).

Шкала повреждений крон деревьев от морозов:

0 – повреждений нет, 1 – единичные повреждения, 2 – повреждено 15–25 % кроны, 3 – повреждено 50 % кроны, 4 – повреждено 75 % кроны, 5 – полное повреждение кроны.

Выводы

1. Фенологическая изменчивость унаби в богарных культурах Восточного Предкавказья, вероятно, обусловлена геномной мутацией растительных особей, под воздействием комплекса стрессфакторов экологической среды аридного региона (высокая солнечная радиация, слабая гумусность и влажность почвы).

2. Выделенные фенотипы унаби имеют большое значение в селекции экологически устойчивых и хозяйственно ценных клонов субтропической культуры перспективных для целей создания мелиоративных насаждений многоцелевого назначения: ветроломные лесные полосы на засоленных землях, плантационные насаждения садового типа, мелиоративно-кормовые насаждения и барьерные посадки на пастбищах.

3. Установлена коррелятивная связь, степени морозоустойчивости разных фенотипов унаби с габитусом их развития: чем

ниже высота растений, тем выше их морозоустойчивость в условиях исследуемого аридного региона.

Список литературы

1. Краснопольская О.С. Природные условия Ногайской степи // В сб. трудов по освоению Терско-Кумских песков. – Ставрополь, 1963. – С. 5–19.
2. Кулик Н.Ф. Водный режим песков аридной зоны. – М.: Гидрометеиздат, 1979. – 278 с.
3. Сурхаев Г.А., Вдовенко А.В. Оптимизация выращивания и использования интродуцентов: унаби, хурмы и граната в фитомелиорации земель Терско-Кумского междуречья // Вестник научных конференций. – 2016. – № 1–5(5). – С. 184–185.
4. Сурхаев Г.А., Сурхаев И.Г. и др. Унаби (китайский финик) в лесомелиорации Западного Прикаспия // Практическое руководство по выращиванию унаби. – Волгоград, 2014. – 10 с.
5. Семенютина В.А., Свинцов И.П. Биологическая характеристика плодов и адаптация сортового разнообразия унаби в Нижнем Поволжье // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–1.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=18217>.
6. Алиев Х.А. Культура унаби в сухих субтропиках Дагестана: монография / Х.А. Алиев. – Махачкала, 2012. – 184 с.
7. Алиев Х.А. Агробиологические и технологические особенности производства, хранения и переработки плодов унаби в Южном Дагестане: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук. – Москва, 2009. – 24 с.
8. Пономаренко Л.В., Коваленко Н.П. Биологические особенности и пищевая ценность унаби на Кубани // Молодой ученый. – 2015. – № 15. – С. 243–247.