DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2026.4.130

Евразийский Союз Ученых.
Серия: медицинские, биологические и химические науки

Ежемесячный научный журнал
№ 1 (130)/2026 Том 1

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Макаровский Денис Анатольевич
AuthorID: 559173
Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

•Карпенко Юрий Дмитриевич
AuthorID: 338912
Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью ФМБА, Лаборатория эколого-гигиенической оценки отходов (Москва), доктор биологических наук.

•Малаховский Владимир Владимирович
AuthorID: 666188
Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Факультеты, Факультет послевузовского профессионального образования врачей, кафедра нелекарственных методов терапии и клинической физиологии (Москва), доктор медицинских наук.

•Ильясов Олег Рашитович
AuthorID: 331592
Уральский государственный университет путей сообщения, кафедра техносферной безопасности (Екатеринбург), доктор биологических наук

•Косс Виктор Викторович
AuthorID: 563195
Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма, НИИ спортивной медицины (Москва), кандидат медицинских наук.

•Калинина Марина Анатольевна
AuthorID: 666558
Научный центр психического здоровья, Отдел по изучению психической патологии раннего детского возраста (Москва), кандидат медицинских наук.

•Сырочкина Мария Александровна
AuthorID: 772151
Пфайзер, вакцины медицинский отдел (Екатеринбург), кандидат медицинских наук

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:
198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая, д. 44, к. 1, литера А
E-mail: info@euroasia-science.ru ;
www.euroasia-science.ru
Учредитель и издатель ООО «Логика+»
Тираж 1000 экз.

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Анохина А.В.
АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ И ЛИСТА ВИДОВ РОДА *PIROLA* L. (*ERICACEAE* JUSS.) АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ 3

Чурикова О.А., Мурашев В.В.
МИКРОКЛОНИРОВАНИЕ ВИДОВЫХ ЯБЛОНЬ 7

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Бондарев О.И., Короткевич А.Г.
МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРНОЙ ДЕЗОРГАНИЗАЦИИ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ В ПЕРИТУМОРАЛЬНОЙ ЗОНЕ КОЛОРЕКТАЛЬНОГО РАКА. 12

Щанкин А.А.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВОЛЮТИВНОГО СОМАТОТИПА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ В РЕГИОНЕ РОССИИ 16

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 581.8

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ И ЛИСТА ВИДОВ РОДА *PIROLA* L. (*ERICACEAE* JUSS.) АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Анохина А.В.
Благовещенский государственный педагогический университет,
Россия, 675000, г. Благовещенск, ул. Ленина, 104

ANATOMICAL STRUCTURE OF THE STEM AND LEAF OF PIROLA L. SPECIES (ERICACEAE JUSS.) IN THE AMUR REGION

A.V. Anokhina
Blagoveshchensk State Pedagogical University, Russia,
675000, Blagoveshchensk, Lenina str., 104

АННОТАЦИЯ

В статье представлен сравнительный анализ строения стебля и листа 2 близкородственных видов рода *Pyrola* L. (*Pyrola dahurica* (Andres) Kom. и P. *incarnata* (DC.) Freyn, произрастающих в Амурской области. Применены анатомический и биометрический сравнительные методы. Впервые определены важнейшие диагностические признаки, которые могут быть использованы для внутривидовой диагностики. В строении стебля надежными отличительными признаками являются строение ребер и наличие эндодермы. В анатомическом строении листа мы выделили один диагностический признак – форма верхних и нижних эпидермальных клеток. Полученные данные позволяют присоединиться к мнению тех авторов, которые признают самостоятельность изучаемых видов.

ABSTRACT

The article presents a comparative analysis of the stem and leaf structure of 2 closely related species of the genus *Pyrola* L. (*Pyrola dahurica* (Andres) Kom. and *P. incarnata* (DC.) Freyn, which grow in the Amur region. Anatomical and biometric comparative methods were applied. For the first time, the most important diagnostic features were identified, which can be used for intraspecific diagnostics. In the stem structure, the reliable distinguishing features are the structure of the ribs and the presence of endoderm. In the anatomical structure of the leaf, we identified one diagnostic feature: the shape of the upper and lower epidermal cells. These findings support the opinions of authors who recognize the independence of the studied species.

Ключевые слова: *Pyrola*, Амурская область, анатомия стебля, анатомия листа, диагностические признаки, первичная кора, эндодерма, мезофилл, эпидерма.

Keywords: Pyrola, Amur Region, stem anatomy, leaf anatomy, diagnostic features, primary bark, endoderm, mesophyll, and epiderm.

Род *Pyrola* L. включается около 20 видов, с циркумбореальным распространением. Из них в России произрастает восемь. Это многолетние травы до 1,5 м высотой с крупными или мелкими, овальными цельнокрайними или слегла городчатыми листьями [9].

В 1991 году был опубликован пятый том коллективной монографии «Сосудистые растения советского Дальнего Востока» [6]. В данной монографии описание рода *Pyrola* выполнена М.Т. Мазуренко и А.П. Хохряковым. Для территории советского Дальнего Востока они приводят 7 видов грушанок из 2 подродов и 2 секций. Мы отмечаем, что авторы выделяют подроды и секции на основе характеристики строения цветка. К секции *Chloranta* относятся растения с зигоморфными цветками, изогнутым длинным столбиком, открытым колесовидным венчиком. В секции *Pyrola* представлены виды с продолговатыми чашелистиками, белыми или лилово-красными лепестками.

По данным В.М. Старченко (2008) в Амурской области насчитывается 5 видов рода *Pyrola*, в том числе грушанка даурская (*Pyrola dahurica* (Andres) Kom.) и грушанка мясо-красная (*P. incarnata* (DC.) Freyn), которые явились объектами нашего исследования [7].

Как следует из анализа литературы, до настоящего времени нет единого мнения о самостоятельности изучаемых нами видов. Так Ворошилов В.Н., (1982) [1], М.Т. Мазуренко и А.П. Хохряков (1991), В.М. Старченко (2008) выделяют два вида – *Pyrola dahurica* и *P. incarnata*. В многотомном труде «Флора Китая» (2005) авторы также упоминают два этих вида [8]. Вместе с тем, Б.К. Шишкин, обрабатывая род для «Флоры СССР» (1952), выделяет как вид только *P. incarnata*; *Pyrola dahurica* не указывает вовсе [9].

Кроме того, почти все виды изучаемого рода издавна используют как лекарственные растения. В качестве лекарственного сырья используют надземные части растения, а точнее: листья, цветки, реже корни и семена, которые собирают обычным способом [2]. Следовательно, изучение

этих растений является достаточно перспективным.

Цель исследования. Изучить анатомическое строение стебля и листьев двух близкородственных видов – *Pyrola dahurica* и *P. incarnata*, выявить признаки для их диагностики.

Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужили гербарные образцы *Pyrola dahurica* и *P. incarnata,* предоставленные Гербарием ABGI (Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН).

При выполнении работы использовались анатомический и биометрический сравнительные методы. Образцы стеблей были взяты в трёхкратной повторности. Поперечные срезы готовились бритвой от руки и заключались в глицерин – желатиновую среду. При анализе поперечного среза стебля отмечали его форму, общее расположение тканей, толщину первичной коры, особенности расположения сосудов, а также строение сердцевины и радиальный и тангенциальный диаметр сосудов [4].

Анатомическое строение листовой пластинки изучали на поперечных срезах в центральной части в области средней жилки. Эпидермис снимали с нижней стороны в средней трети листа, между краем и центральной жилкой, так как здесь число устьиц приближается к средним значениям для листовой пластинки в целом. Поперечные срезы и эпидермис помещали на чистые предметные стекла также в глицерин – желатиновую среду [5]. Анализируя поперечный срез листа, отмечали толщину мезофилла и строение средней жилки. При описании эпидермы особое внимание обращали на форму эпидермальных клеток, тип устьичного аппарата, размеры эпидермальных клеток и замыкающих клеток устьиц, количество устьиц на 1 мм^2 поверхности листа и наличие кроющих и железистых трихом [3].

Истинные размеры микрообъектов определяли окуляр-микрометром. Все измерения проведены в 30-кратной повторности. Статистическая обработка результатов измерений проводилась с использованием компьютерной программы Microsoft Excel Statistica. Фотографии сделаны с использованием микроскопа БЛМ-Л и фотокамеры МС-12.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе проведенного исследования нами установлено, что у обоих видов стебель ребристый, не опушенный. Эпидерма состоит из клеток таблитчатой формы, с толстыми внешними стенками, покрытых кутикулой. У *P. dahurica* клетки эпидермы имеют слегка извилистые оболочки.

Все цифровые данные по анатомическому строению стебля приведены в таблице 1.

Таблица 1

Количественно-анатомические особенности строения стебля исследуемых видов

Признак	*P. dahurica*	*P. incarnata*
Толщина первичной коры, мкм	48,55±3,60	127,09±5,76
Радиальный диаметр сосудов, мкм	19,04 ±1,58	16,66±2,15
Тангенциальный диаметр сосудов, мкм	19,84±1,95	17,13±1,90

Анализируя полученные данные, отмечаем, что виды отличаются по толщине первичной коры. У *P. incarnata* она значительно толще.

Расположение тканей первичной коры схоже. У *P. dahurica* в ее состав входят хлоренхима, которая состоит из 2-х или 3-х слоев клеток, и паренхима также из 2-х или 3-х слойная. У *P. incarnata* хлоренхима 2-х или 3-х слойная, а паренхима состоит из 3-х или 4-х слоев клеток. Клетки паренхимы у обоих видов имеют извилистые оболочки. Также встречаются вместилища выделений с коричневым содержимым.

Нами установлено, что главным отличием является то, что ребра стебля у *P. dahurica* заполнены 12-13-слойной колленхимой (рис. 1), а у *P. incarnata* в ребрах находятся 5-6-слойная колленхима и 4-6-слойная паренхима, клетки которой имеют извилистые оболочки (рис. 2). Еще одним диагностическим признаком является наличие эндодермы: у *P. dahurica* она не выражена, в то время как у *P. incarnata* есть хорошо выраженная эндодерма, клетки которой заполнены смолистым содержимым коричневого цвета.

А Б

Рис. 2. Фрагмент первичной коры стебля *P. incarnata*.

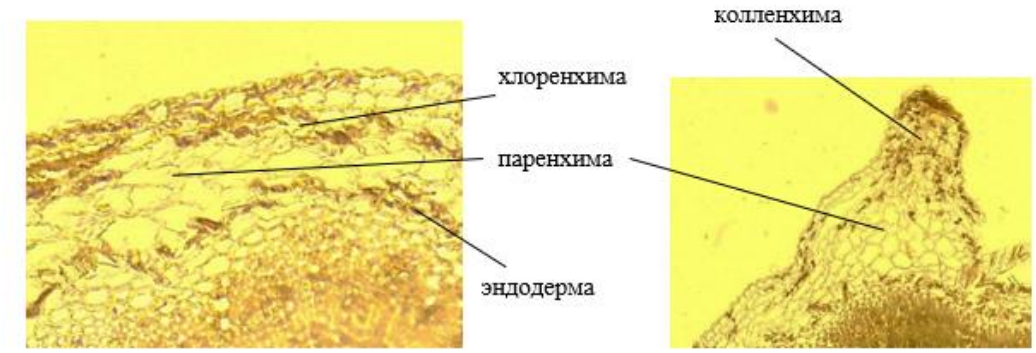


Рис. 1. Фрагмент первичной коры стебля P. dahurica.

Центральный цилиндр начинается сплошным кольцом из склеренхимы перициклического происхождения. У *P. dahurica* оно состоит из 4-9 слоев клеток, а у *P. incarnata* из 3-4 слоев.

У изученных видов стебель непучкового типа, где ксилема и флоэма располагаются сплошными цилиндрами. Флоэма состоит из мелких клеток, образованных непучковым камбием. В ней встречаются вместилища выделений с содержимым коричневого цвета.

Исследуемые виды не сильно отличаются по характеру расположения сосудов ксилемы. У *P. dahurica* сосуды ксилемы образуют радиальные цепочки, в которых насчитывается от 3 до 11 сосудов, иногда по два. У *P. incarnata* сосуды также образуют радиальные цепочки, но обычно по 6-9 сосудов, реже располагаются группами.

На поперечном срезу сосуды имеют округлую или овальную форму, вытянутую в радиальном направлении. Исследуемые виды сходны и по размерам сосудов (табл. 1).

Древесинные волокна у обоих видов состоят из многогранных клеток с утолщенными оболочками, которые равномерно располагаются по ксилеме. В паренхиме ксилемы также имеются вместилища выделений с содержимым коричневого цвета. Наружная часть сердцевины состоит из мелких клеток с толстыми оболочками, а внутренняя часть построена округло-многогранными клетками с тонкими оболочками. В центре клетки сердцевины разрушаются и стебель становится полым.

Анализируя поперечный срез через листовую пластинку, отмечаем, что исследуемые виды различаются по толщине листовой пластинки в районе средней жилки и в удаленных от жилок местах (табл. 2).

Таблица 2.

Количественно-анатомические особенности строения листа исследуемых видов

Признак	*P. dahurica*	*P. incarnata*
Толщина листовой пластинки в районе средней жилки, мкм	148,98±6,43	211,34±3,44
Толщина листовой пластинки в удаленных от жилок местах, мкм	124,23±8,10	178,50±3,19
Толщина мезофилла, мкм	106,14±10,97	168,50±3,19
Длина верхних эпидермальных клеток, мкм	84,25±7,77	61,40±3,51
Ширина верхних эпидермальных клеток, мкм	46,65±2,43	29,04±3,50
Длина нижних эпидермальных клеток, мкм	57,59±3,91	54,74±3,42
Ширина нижних эпидермальных клеток, мкм	39,03±3,94	27,61±2,22
Длина замыкающих клеток устьиц в нижней эпидерме, мкм	27,13±2,46	34,75±2,46
Число устьиц на 1 мм^2 нижней поверхности листа	192,05±9,93	338,62±13,96

Эпидерма состоит из клеток таблитчатой формы с толстыми внешними стенками, покрытых кутикулой.

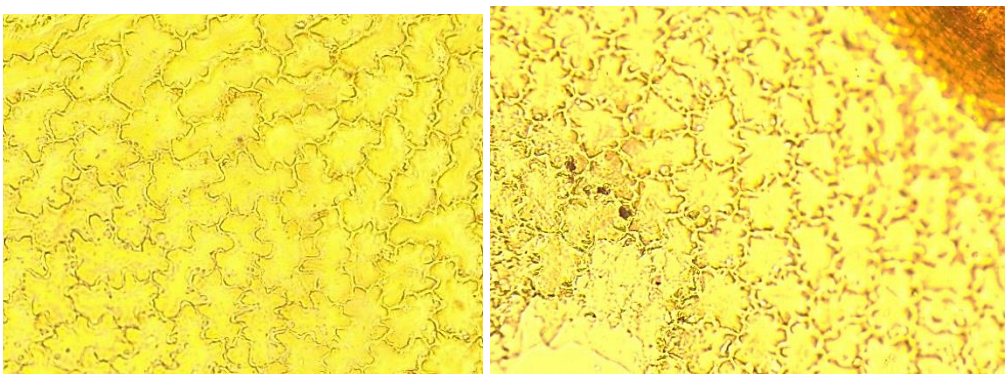
Мезофилл построен из однородных паренхимных клеток, между которыми имеются межклетники. У *P. dahurica* он представлен 5-6 рядами клеток, а у *P. incarnata* – 7-8 рядами. Следовательно, и толщина мезофилла различается (табл. 2).

У обоих видов средняя жилка выступает над соседними участками листовой пластинки сильнее с нижней стороны. Анализ ее строения показывает, что у *P. dahurica* под верхней эпидермой располагается 2-слойная паренхима, у *P. incarnata* 3-слойная хлоренхима и 1-2-слойная паренхима.

Проводящий пучок открытый,

коллатеральный, окружен хлоренхимой, состоящей их 3-4 слоев клеток. Обкладка из склеренхимы отсутствует. Под нижней эпидермой у *P. dahurica* располагаются 6-7-слойная колленхима и 2-слойная крупноклеточная паренхима, клетки которой имеют слегка извилистые оболочки, а у *P. incarnata* – 3-5-слойная колленхима и 2-3-слойная паренхима. Таким образом, топография тканей в средней жилке частично может быть информативной.

Анализируя эпидерму листа, нами отмечено, что исследуемые виды отличаются по форме эпидермальных клеток. Именно этот показатель является надежным информативным признаком. Так у *P. dahurica* очертания эпидермальных клеток крупно-волнистые (рис. 3 А), а у *P. incarnata* извилистые (рис. 3 Б). Проекция площади эпидермальных клеток в плане распластанная, углы в смежных границах заостренные и закругленные.



А Б

Рис. 3. Верхняя эпидерма листа: А – P. dahurica, Б – P. incarnata.

Анализируя данные, приведенные в таблице 2, мы установили, что изученные нами виды отличаются размерами эпидермальных клеток с верхней и нижней сторон листа. У *P. dahurica* верхняя эпидерма построена более крупными клетками.

В нижней эпидерме длина клеток у исследуемых видов почти одинакова и в среднем составляет 57,59±3,91 мкм у *P. dahurica* и 54,74±3,42 мкм у *P. incarnata*. А ширина эпидермальных клеток различна: более крупные клетки имеет *P. dahurica* (табл. 2).

Листовые пластинки гипостоматические. Устьичный аппарат аномоцитного типа. Анализируемые виды отличаются длиной замыкающих клеток устьиц. Так у *P. dahurica* длина замыкающих клеток устьиц в среднем составляет 27,13±2,46 мкм, а у *P. incarnata* 34,75±2,46 мкм (табл. 2).

Изученные нами виды различаются по числу устьиц на 1 мм^2 листовой поверхности. Так у *P. incarnata* их почти в два раза больше (табл. 2). У обоих видов устьица погруженные.

Кроющие трихомы отсутствуют. У *P. dahurica* встречаются единичные многоклеточные железистые волоски, у *P. incarnata* железистые волоски единичные короткие двухклеточные.

Заключение

В результате проведенного исследования нами установлено, что в строении стебля надежными отличительными признаками являются строение ребер и наличие эндодермы. Толщина первичной коры может быть условно информативным признаком.

В анатомическом строении листа мы выделили один надежный диагностический признак – это форма верхних и нижних эпидермальных клеток. Количественные показатели, такие как размеры эпидермальных клеток, длина замыкающих клеток устьиц и число устьиц на 1 мм^2 листовой поверхности могут быть условно информативными.

Полученные данные позволяют присоединиться к мнению тех авторов, которые признают самостоятельность изучаемых видов.

Список литературы

1. Ворошилов В.Н. Определитель растений советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1982. 672 с.

2. Грушанка мясо-красная – описание и лечебные свойства. М.: Рецепты здоровья, 2008. [Электронный ресурс]. URL: https://nmedik.org/pyrola-incarnata-f.html (дата обращения: 02.01.2026).

3. Захаревич С.Ф. К методике описания эпидермы листа // Вестник Ленинградского университета. 1954. Сер. 3. № 4. С 64-75.

4. Лотова Л.И., Тимонин А.К. Сравнительная анатомия высших растений. М.: Изд-во Московского университета, 1989. 80 с.

5. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. М.: Высшая школа, 1960. 206 с.

6. Сосудистые растения советского Дальнего Востока. В 8 т. Т. 5 / Отв. ред. С. С. Харкевич. СП-б.: Наука, 1991. 195 с.

7. Старченко В.М. Флора Амурской области и вопросы ее охраны. М.: Наука, 2008. 228 с.

8. Флора Китая. В 25 т. Т. 14. / Под ред. У. Чжэньи, П. Рейвен. Пекин: Изд-во Missouri Botanical Garden Press, 2005. 248 с.

9. Флора СССР. В 30 т. Т. 18 / Гл. ред. В. Л. Комаров. М.-Л.: Из-во АН СССР, 1952. 420 с.

УДК 58.085

МИКРОКЛОНИРОВАНИЕ ВИДОВЫХ ЯБЛОНЬ

Чурикова О.А.
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биологии развития растений кафедры высших растений биологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова
Мурашев В.В.
кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологии развития растений кафедры высших растений биологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

MICROCLONING OF SPECIES APPLE TREES

O.A. Churikova
Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Plant Developmental Biology, Department of Higher Plants, Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University
V.V. Murashev
Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Plant Developmental Biology, Department of Higher Plants, Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследований по разработке биотехнологических основ создания и поддержания коллекции дикорастущих яблонь в стерильной культуре. Подобраны условия для микроклонального размножения, отмечено проявление индивидуальной реакции различных генотипов яблони на культивирование в условиях in vitro.

ABSTRACT

This article presents the results of research on the development of biotechnological foundations and the preservation of a collection of wild apple trees in sterile culture. Conditions for micropropagation were selected, and individual changes in various apple genotypes during in vitro cultivation were noted.

Ключевые слова: микроклональное размножение, Malus, биоразнообразие, генетические коллекции

Keywords: micropropagation, Malus, biodiversity, genetic collections

Финансирование. Исследование проводилось по заданию Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Financing. The study was carried out in connection with the assignment of the Moscow State University named after M.V. Lomonosov.

К яблоням привыкли относиться исключительно как к плодовым деревьям, которые и цветут красиво, да ещё и одаривают щедрым урожаем вкусных плодов – достойной наградой за труд. Но сегодня мировая яблонная индустрия находится в большом кризисе. Основная причина этого - современные сорта яблонь не имеют устойчивости к различным болезням и паразитам [13]. Учёных поразила генетическая база, обнаруженная в горах Алатау [15]. Дикорастущие виды яблони, благодаря широкому внутривидовому, видовому разнообразию и ценным генетическим и биологическим свойствам, представляют особую значимость для сохранения генофонда, а также использования в селекции с целью улучшения сортимента имеющихся и вновь создаваемых культурных сортов [4; 8]. Многие из них весьма перспективны для практической селекции по различным направлениям – зимостойкость, регенерационная активность, устойчивость к парше, биохимический состав плодов и др.

А другой стороны следует обратить внимание на ценность декоративных яблонь для озеленения городов. Яблоня – одно из немногих деревьев, способных выносить загазованность и запыленность городского воздуха, засоление почвы. Она выгодно выделяется и способностью отражения более половины падающей солнечной радиации в пространство вдвое эффективнее, чем береза и черемуха. Поэтому на обсаженных яблонями улицах воздух летом не только чище, но и прохладнее.

Размножить декоративные виды яблони можно семенами, высевая сразу после сбора ранней осенью или после стратификации в течение 1,5-2 месяцев, в конце осени. Только редкие виды и сорта с улучшенными характеристиками, не передающимися семенным воспроизведением, размножают исключительно методом прививки [5]. Черенкование – не самый продуктивный, но допустимый метод. Однако у большинства яблонь процент приживаемости черенков не превышает 5-15% даже при обработке стимуляторами роста.

Наряду с традиционными методами вегетативного размножения растений, в последнее время широко применяется технология микроклонального размножения - сложный многофакторный физиологический процесс, состоящий из двух принципиально разных этапов: *in vitro* и *ex vitro*, базирующийся на единой теоретической основе: с одной стороны, на регенерации и морфогенезе в условиях *in vitro*, с другой, на структурно-функциональной адаптации полученных растений-регенерантов в условиях *ex vitro.*

В основе метода лежит уникальная способность растительной клетки реализовывать присущую ей тотипотентность. За последние годы технология культуры *in vitro* стала полезным и незаменимым инструментом для исследований в ботанике, цитологии, генетике, а также позволила сделать большой вклад во многие отрасли производства фитопродукции, начиная с получения метаболитов для фармакологии и заканчивая промышленным размножением растений. Метод микроклонального размножения начинает постепенно вытеснять традиционные способы вегетативного размножения. Годовое производство посадочного материала в современных коммерческих лабораториях США, Великобритании, Германии, Италии, Франции, Новой Зеландии и др. составляет от нескольких десятков тысяч до нескольких миллионов растений [2]. Однако, микроклональное размножение в России не получило такого широкого промышленного распространения в системе производства оздоровленного посадочного материала. Сдерживающим фактором промышленного размножения яблони с использованием культуры *in vitro* является низкая воспроизводимость результатов, они не могут быть перенесены с одних объектов на другие, поскольку большинство подвоев и сортов имеют ярко выраженный индивидуальный характер при культивировании. Кроме того, в последние годы в России получены новые подвои и сорта, размножение которых культурой изолированных меристем мало изучено или не исследовано вовсе [6]. Требуется дальнейшее изучение видовых и сортовых особенностей и соответствующая корректировка технологии, а также упрощение трудоемкого технологического процесса.

Объектом наших исследований послужили 11 видов яблонь из коллекции Ботанического сада биофака МГУ насчитывающей 41 вид и форму [12]. Этот род пока изучен недостаточно и отличается запутанной систематикой, т.к. многие виды введены в культуру, имеют огромное количество форм и сортов, которые еще и гибридизируют. И даже самые современные методы систематики пока не дали однозначных результатов [7; 14; 17; 18].

Реактивы, растворы и материалы

Подробно технологический регламент производства подробно описан нами ранее на примере культуры *in vitro* пионов [3], сирени [11], яблони [12].

В литературе имеются указания на использование для успешного размножения *in vitro* побегов яблони, выведенных из состояния покоя в зимний и ранневесенний периоды (февраль-начало апреля), а также взятых весной-в начале лета [6; 9]. В ходе проведенных исследований по определению наиболее оптимальных сроков взятия растительного материала для введения в стерильную культуру нами была отмечена возможность использования как весенне-летних, так и осенних черенков. Однако, использование неодревесневших зеленых черенков в период активного роста (май-июнь) предпочтительнее, что проявляется в более быстром росте и последующем развитии эксплантов.

В качестве первичных эксплантов для введения в стерильную культуру брали узлы побега с пазушными почками, замачивают их в 1% суспензии по действующему веществу (бенлат) противогрибкового препарата "Фундазол" (2 г/100 мл воды), промывали в проточной воде (15 мин) и подвергали поверхностной стерилизации в 70% спирте (1-2 мин), затем в 3% растворе лизоформина (10-15 мин), промывали в 3 сменах стерильной дистиллированной воды, после чего помещают на среду для индукции морфогенеза по прописи Мурасиге и Скуга (MS) [16] с 30 г/л сахарозы и добавлением 0,5 мг/л бензиламинопурина (БАП).

На этой среде и происходило развитие микропобегов из пазушных почек, т.е. собственно размножение (фото 1). Использование приема снятия апикального доминирования за счет удаления верхушки побега у первичных эксплантов приводит к более интенсивному заложению *de novo* пазушных побегов, что, в свою очередь, увеличивало коэффициент размножения. Пассирование материала (отделение сформировавшихся микропобегов и перенос их на свежую питательную среду) проводили каждые 4-5 недель.

Наиболее полная реализация органогенного потенциала первичных эксплантов была отмечена нами у яблони домашней — *Malus pumila* Mill., яблони хамардабанской — *M. chamardabanica* (V. Vartapetjan et L. Solovieva), яблони переходной — *M. transitoria* (Batalin) C.K. Schneid.), яблони приречной — *M. fusca* (Raf.) Shneid., яблони сиккимской *M. sikkimensis* (Wenz.) Koehne ex C.K.Schneid., яблони лесной — *M. sylvestris* (L.) Mill. и яблони замечательной — *M. spectabilis* (Ait.) Borkh. Так, индукция развития большего числа побегов из пазушных почек (4-5) происходила у них быстрее (в течение 5 недель формировались побеги высотой 2 см). При переносе их на среду QLM наблюдалось наращивание числа метамеров и рост последних (в среднем на 2-3 мм в течение 3-4 недель).

Результаты эксперимента по оптимизации технологии размножения яблони *in vitro* показали целесообразность проведения последнего перед укоренением субкультивирования микропобегов на среде с пониженным содержанием БАП (0.5 мг/л), что согласуется с данными других авторов,

предлагающих снижать содержание гормона до 0.7-1.0 мг/л, а также добавлять 50-100 мг/л аденинсульфата, что повышает процент укореняемости на 19-28% [6]. При этом формируются хорошо олиственные микропобеги большего размера (до 1,5-2,3 см в нашем эксперименте). Побеги меньшего размера укореняются хуже, медленнее растут и плохо переносят пересадку в нестерильные условия. Количество субкультивирований (пассажей) видов яблони рекомендуется доводить до 9—11, а укоренение побегов можно начинать уже с четвертого пассажа.

Укоренение полученных микропобегов

С целью индукции ризогенеза используют разбавленную вдвое среду с пониженным содержанием сахарозы (20 г/л) и 1 мг/л индолилмасляной кислоты (ИМК), на которой у эксплантов формируется разветвленная корневая система (фото 2). Каллусообразования при этом не происходит. Однако, было установлено, что постоянное присутствие ауксина в питательной среде оказывает положительное действие только на первой стадии ризогенеза (заложения корневых зачатков), а на последующий рост корней — ингибирующее действие и вызывает обильное разрастание раневого каллуса, что в дальнейшем отрицательно сказывается при переносе пробирочных растений в нестерильные условия. В связи с этим рекомендуется снижать концентрацию ауксина до 0,5 мг/л перед этапом адаптации.

Весьма перспективным направлением в технологии получения посадочного материала методом *in vitro* является укоренение микрочеренков непосредственно в субстрате, минуя стадию ризогенеза в пробирке [6]. Для этого перед посадкой микропобеги замачивают в растворе ИМК в концентрации 50-100 мг/л в течение 20-30 мин. В качестве субстрата для укоренения используют смесь дерновой земли, песка и торфа в соотношении 1:1:1. Перед использованием его стерилизуют в сушильном шкафу при температуре 85-900С в течение 3-4 ч. Высаженные побеги накрывают стеклянными стаканами или пленкой и через 3 недели начинают постепенное закаливание растений. В среднем, через 4 недели наблюдается появление корней.

Адаптация регенерантов к условиям *in vivo*

Технология микроклонального размножения растений подразумевает и успешную адаптацию полученных растений-регенерантов. Перенос растений из условий *in vitro* в условия *in vivo* является очень важным и ответственным шагом в их структурной и физиологической адаптации, которую целесообразно проводить под пленочным укрытием при температуре 24-27°С, влажности 90-100% и 16-часовом фотопериоде с освещенностью 3-5 тыс. люкс в конце февраля-начале марта, чтобы этой же весной высадить адаптированные растения в открытый грунт с целью получения здоровых и крепких саженцев корнесобственных яблонь. Для высадки отбирают только растения высотой 2-3 см с двумя и более придаточными корнями без каллуса. Адаптацию растений-регенерантов проводят в палетах или ящиках с дренажем и тем же субстратом, который используется и для укоренения, если оно проводится с исключением этапа ризогенеза в пробирке. Перед посадкой корни аккуратно отмывают от остатков питательной среды, после чего высаживают растения в субстрат. Спустя 2,5-3 недели растения начинают закаливать, ненадолго приоткрывая пленку и постепенно снижая влажность. Растения подкармливают разбавленным в 2-3 раза раствором универсального комплексного удобрения, что способствует их успешному росту и развитию. Адаптированные таким образом корнесобственные растения высаживают в теплицу или на коллекционный участок (фото 3).

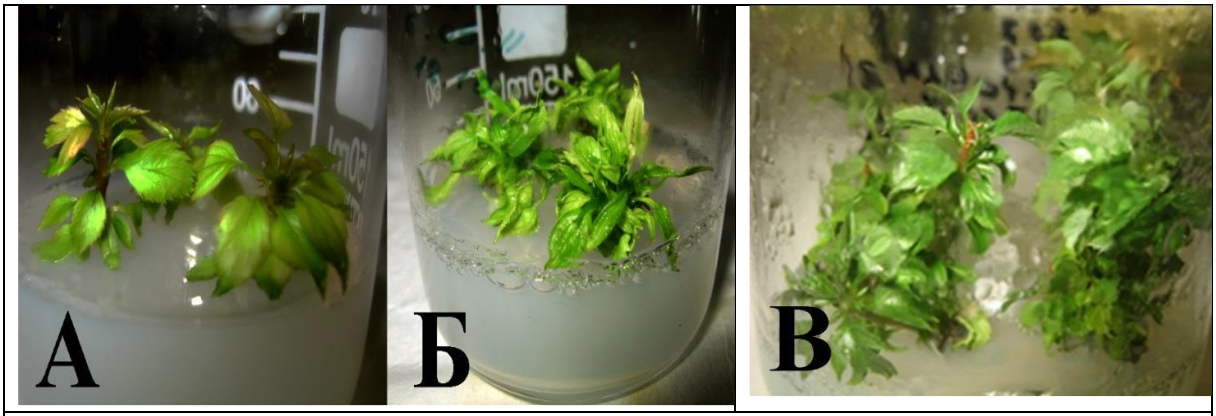


Фото 1. Микропобеги M. spectabilis — А, множественные микропобеги M. sylvestris — Б, Malus pumila — В на среде для размножения



Фото 2. Укоренённые микропобеги M. pumila на среде для ризогенеза



Фото 3. Укоренённое и адаптированное растение-регенерант M. transitoria

Заключение. Дикорастущие видовые яблони, отличающиеся широким внутривидовым и видовым разнообразием, ценными генетическими и биологическими свойствами (высокий регенерационный потенциал, устойчивость к болезням, зимостойкость, повышенное содержание биологически активных веществ в плодах и др.), имеют большое значение для практической селекции и сохранения биоразнообразия в целом.

Нами были получены и успешно адаптированы корнесобственные растения-регенеранты *Malus chamardabanica, M. transitoria* (Batalin) C.K. Schneid.*), M. fusca* (Raf.) Shneid.*, M. sikkimensis* (Wenz.) Koehne ex C.K.Schneid. и *M. sylvestris* (L.) Mill. В настоящее время продолжаются исследования по оптимизации технологии микроклонального размножения остальных видов яблонь, которые, в частности, не столь легко поддаются индукции корнеобразования.

Список литературы

1.Ванина Л.С., Вартапетян В.В. Дикорастущие яблони (коллекция ботанического сада биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова). – М.: Т-во научных изданий КМК, 2010. – 84 с.

2.Высоцкий В.А., Леонтьев-Орлов О.А. Микроклональное размножение подвоев яблони // Садоводство, 1983. №7. – С. 20-21.

3.Криницына А.А., Мурашев В.В., Раппопорт А.В., Сперанская А.С., Успенская М.С., Чурикова О.А. Микроклональное размножение декоративных культур: пион древовидный (*Paeonia suffruticosa* Andrews.) – М.: Московский университет, 2008. – 40 с.

4.Лангенфельд В.Т. Яблоня. Морфологическая эволюция. Филогения. География. Систематика — Рига: Зинатне, 1991. – 234 с.

5.*Лотова Л.И.* Анатомическое исследование карликовых подвоев для яблони: Автореф. дис... канд. биол. — Москва, 1957. — 18 с.

6.Матушкина О.В., Пронина И.Н. Технология клонального микроразмножения яблони и груши на основе использования новых питательных сред // Биология растений и садоводство: теория, инновации, 2017. Т.144 (2). – С. 77-81.

7.Полевова С.В., Косенко Я.В., Леунова В.М., Романова Е.С., Северова

8.Пономаренко В.В. Генетические ресурсы дикорастущих яблонь СССР // Науч.-техн. Бюлл. ВНИИ раст-ва имени Н.И. Вавилова, 1986. Вып. 160 – С. 27-30.

9.Ромаданова Н.В., Нурманов М.М., Махмутова И.А., Кушнаренко С.В. Производство супер-элитных саженцев сортов и клоновых подвоев яблони // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина, 2018. № 3 (98) – С. 4-13.

10.Самарина Л.С. Оптимизация приемов микроразмножения и сохранения лимона *in vitro* // Автореферат…канд. биол. наук. – М., 2013. – 24 с.

11.Чурикова О.А., Мурашев В.В. Микроклональное размножение декоративных культур: Сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.). – М.: Московский университет, 2010. – 32 с.

12.Чурикова О.А., Мурашев В.В. Микроклональное размножение декоративных культур: Яблоня (*Mallus* P.Mill.). – М., 2022. — 78 с.

13.Ciccotti A. M., Bisognin C., Battocletti I., Salvadori A., Herdemertens M., Jarausch W. Micropropagation of apple proliferation-resistant apomictic *Malus sieboldii* genotypes // Agronomy Research. 2008. Vol. 6, N 2. — P. 445-458.

14.Harris S.A., Robinson J.P., Juniper B. E. Genetic clues to the origin of the apple // Trends in Genetics, 2002. Vol.18. No.8. — P. 426-430.

15.Juniper B.E., Mabberley D. J. The Story of the Apple. – Timber Press, 2006. – 219 p.

16.Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture // Physiol. Plant., 1962. V.104. – P. 473-497.

17.Nikiforova S.V., Cavalieri D., Velasco R., Goremykin V. Phylogenetic Analysis of 47 Chloroplast Genomes Clarifies the Contribution of Wild Species to the Domesticated Apple Maternal Line // Mol. Biol. Evol., 2013. 30(8). — P.1751-1760

18.Velasco R., Zharkikh A., Affourtit J., Dhingra A., Cestaro A., Kalyanaraman A., Fontana P., Bhatnagar S.K., Troggio M., Pruss D., Salvi S., Pindo M., Baldi P., Castelletti S., Cavaiuolo M., Coppola G., Costa F., Cova V., Dal Ri A., Goremykin V., Komjanc M., Longhi S., Magnago P., Malacarne G., Malnoy M., Micheletti D., Moretto M., Perazzolli M., Si-Ammour A., Vezzulli S., Zini E., Eldredge G., Fitzgerald L.M., Gutin N., Lanchbury J., Macalma T., Mitchell J.T., Reid J., Wardell B., Kodira C., Chen Z., Desany B., Niazi F., Palmer M., Koepke T., Jiwan D., Schaeffer S., Krishnan V., Wu C., Chu Vu T, King S.T., Vick J., Tao Q., Mraz A., Stormo A., Stormo K., Bogden R., Ederle D., Stella A., Vecchietti A., Kater M.M., Masiero S., Lasserre P.,. Lespinasse Y, Allan A.C., Bus V., Chagné D., Crowhurst R.N., Gleave A.P., Lavezzo E., Fawcett J.A., Proost S., Rouzé P., Sterck L., Toppo S., Lazzari B., Hellens R.P, Durel C.-E., Gutin A., Bumgarner R.E., Gardiner S.E., Skolnick M., Egholm M., Van de Peer Y., Salamini F., Viola R. The genome of the domesticated apple (*Malus* × *domestica* Borkh.) // Nature genetics. — 2010, v. 42, № 10.— P. 833-841.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРНОЙ ДЕЗОРГАНИЗАЦИИ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ В ПЕРИТУМОРАЛЬНОЙ ЗОНЕ КОЛОРЕКТАЛЬНОГО РАКА.

Бондарев Олег Иванович
доктор медицинских наук, доцент,
заведующий кафедрой патологической анатомии и судебной медицины
Короткевич Алексей Григорьевич
доктор медицинских наук, профессор, кафедры хирургии, урологии, эндоскопиидетской хирургии
Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России,
г. Новокузнецк, Россия

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2026.4.130.2236

АННОТАЦИЯ

Проведена количественная оценка микроструктурных изменений слизистой оболочки толстой кишки в перитуморальной зоне (10–15 см от опухоли) у 75 пациентов с колоректальным раком (КРР). В контрольную группу вошли 34 биоптата с гистологически неизменённой слизистой, в основную — 41 образец из перитуморальной зоны. С использованием цифровой морфометрии выявлено достоверное снижение толщины слизистой (212,40 мкм против 246,85 мкм; p=0,001), плотности крипт (24,8 против 32,1 шт/мм²; p<0,001), увеличение соотношения стромы к эпителию (59,3% против 44,7%; p<0,001) и 3,2-кратный рост коэффициента вариации толщины (22,85% против 7,10%), свидетельствующий о выраженной гетерогенности архитектоники. Корреляция между степенью морфометрической дезорганизации и стадией по TNM (r=0,71; p<0,01) подтверждает прогностическую ценность метода. Результаты обосновывают внедрение морфометрии в алгоритмы патоморфологической диагностики для объективизации оценки перитуморального поля.

Ключевые слова: колоректальный рак, поле канцеризации, морфометрия, перитуморальная зона, патоморфологическая диагностика, стромальное ремоделирование.

Введение

Колоректальный рак (КРР) сохраняет лидирующие позиции в структуре онкологической заболеваемости [1,2,3]. Несмотря на достижения в диагностике, проблема локальных рецидивов и метахронных опухолей остаётся актуальной, что указывает на недостаточную точность оценки границ опухолевого процесса при стандартном гистологическом исследовании [5,6,8]. Ключевую роль в этом контексте играет концепция «поля канцеризации» — системных структурных и клеточных изменений в гистологически неизменённой слизистой, создающих фон для развития как первичной, так и последующих опухолевых очагов [4,7].

Современные методы визуализации ограничены макроскопическим уровнем и не позволяют оценить микроструктурные нарушения [8,9]. Молекулярно-генетические анализы, хотя и выявляют эпигенетические и генетические модификации в перитуморальной зоне [10,11,12,14,15], остаются малодоступными для рутинной патоморфологической практики [17].

В этой связи особую значимость приобретает морфометрический анализ — объективный, количественный метод, базирующийся на стандартных гистологических препаратах. Он позволяет выявить субмикроскопические изменения архитектоники, недоступные для субъективной микроскопической оценки, при минимальных затратах [18,19,20].

Цель исследования — определить морфометрические маркеры поля канцеризации и оценить их диагностическую ценность для патоморфологической практики.

Материалы и методы

Ретроспективно проанализированы 75 биоптатов слизистой оболочки толстой кишки: контрольная группа (n=34) — пациенты с эндоскопически и гистологически значимо неизменённой слизистой; основная группа (n=41) — образцы из перитуморальной зоны на расстоянии 10–15 см от макроскопической границы аденокарциномы. Критерии исключения: воспалительные заболевания кишечника, лучевая терапия в анамнезе, язвенные процессы.

Гистологическая обработка проводилась по стандартному протоколу (фиксация в 10% формалине, парафиновые срезы толщиной 5–7 мкм, окраска гематоксилин-эозином). Морфометрический анализ выполнен на микроскопе «Olympus CX-31» с цифровой камерой и программой подсчета «Biovision 4.0». В каждом препарате оценивали 5 полей зрения (×200): толщина слизистой, плотность крипт, соотношение стромы к эпителию, коэффициент вариации толщины. Измерения проводились «вслепую». Статистическая обработка — пакет «Statistica 10.0», U-критерий Манна–Уитни, уровень значимости p<0,05. Данные представлены как медиана [25-й; 75-й перцентили].

Результаты

Морфометрический анализ выявил достоверные различия всех параметров между группами (Таблица 1). Толщина слизистой в перитуморальной зоне снижалась на 13,9% (212,40

[187,20; 242,50] мкм против 246,85 [236,40; 259,10] мкм; p=0,001). Коэффициент вариации толщины возрос в 3,2 раза (22,85% против 7,10%; p<0,001), что отражает выраженную гетерогенность архитектоники. Плотность крипт уменьшилась до 24,8 [20,5; 29,8] шт/мм² (против 32,1 [29,7; 34,5]; p<0,001), соотношение стромы к эпителию увеличилось до 59,3 [52,1; 66,0]% (против 44,7 [41,9; 48,1]%; p<0,001).

Таблица 1

Морфометрические параметры слизистой оболочки толстой кишки (Me [25;75])

Параметр	Контроль (n=34)	Перитуморальная зона (n=41)	p
Толщина слизистой, мкм	246,85 [236,40; 259,10]	212,40 [187,20; 242,50]	0,001
Коэффициент вариации толщины, %	7,10 [5,75; 8,35]	22,85 [18,40; 28,10]	<0,001
Плотность крипт, шт/мм²	32,1 [29,7; 34,5]	24,8 [20,5; 29,8]	<0,001
Соотношение строма/эпителий, %	44,7 [41,9; 48,1]	59,3 [52,1; 66,0]	<0,001
Образцы с толщиной <200 мкм, %	2,9% (1/34)	39,0% (16/41)	<0,001

Анализ структуры перитуморальной зоны выявил выраженный полиморфизм: у 39% образцов преобладали участки атрофии (<200 мкм), у 24% — зоны локального утолщения (>250 мкм), диапазон толщины составил 156,30–318,70 мкм. Иммуногистохимически подтверждено снижение индекса пролиферации Ki-67 (14,9±4,1% против 28,3±5,9%; p<0,001) и увеличение плотности $CD68^+$-макрофагов в строме (43,1±8,5 против 17,9±5,0 кл/мм²; p<0,01).

Таблица 2.

Морфометрические показатели в зависимости от стадии TNM (n=41).

Стадия	n	σ толщины, мкм	Атрофия (<200 мкм), %	Строма/Эпителий, %
I	10	39,20	30,0	53,1 [49,2; 57,4]
II	17	45,60	41,2	58,9 [54,7; 63,5]
III	14	53,40	50,0	64,2 [59,8; 69,1]
p для тренда	-	<0,01	<0,05	<0,01

Степень морфометрической гетерогенности достоверно возрастала по мере прогрессирования стадии: стандартное отклонение толщины увеличивалось от 39,20 мкм (стадия I) до 53,40 мкм (стадия III; p<0,01). У пациентов с низкодифференцированными аденокарциномами частота атрофических изменений достигала 57%.

Обсуждение

Выявленная 3,2-кратная дезорганизация архитектоники слизистой, проявляющаяся в росте коэффициента вариации толщины до 22,85% против 7,10% в контроле, представляет собой достоверный диагностический феномен, принципиально недоступный для стандартной визуальной оценки гистолога. При микроскопическом анализе гистологических препаратов, выполненных по стандартному протоколу окраски гематоксилин-эозином применяемым во всех лабораториях нашей страны, специалист обычно констатирует «гистологически неизменённую слизистую» в перитуморальной зоне, поскольку отдельные участки атрофии с толщиной менее 200 мкм чередуются с зонами компенсаторного утолщения свыше 250 мкм, создавая иллюзию сохранения нормальной структуры слизистой. Только количественный морфометрический анализ позволяет объективизировать этот полиморфизм: диапазон толщины 156,30–318,70 мкм при медиане 212,40 мкм свидетельствует о фундаментальной утрате тканевой структуры. Для практикующего патоморфолога это означает необходимость перехода от бинарной оценки «норма/патология» к количественной характеристике структурной целостности слизистой, что особенно актуально при анализе биоптатов из зоны предполагаемых границ резекции.

Детальный микроскопический анализ 16 биоптатов с толщиной менее 200 мкм выявил характерные морфологические признаки, ранее не систематизированные в контексте поля канцеризации. В атрофических участках отмечалось укорочение крипт до двух третей нормальной длины с утратой базальной ориентации, уплощение эпителиальных клеток с уменьшением ядерно-цитоплазматического соотношения, снижение количества бокаловидных клеток на 40–60% по сравнению с контролем и практически полное отсутствие признаков активной пролиферации в базальных отделах крипт (редкие и единичные Ki-67+ позитивные клетки). В то же время 10 образцов с толщиной свыше 250 мкм демонстрировали иную детерминацию тканевых структур: удлинение крипт с формированием «зазубренных» контуров за счёт неравномерного деления клеток, умеренно выраженный отёк собственной пластинки с расширением межкриптовых пространств, инфильтрацию стромы лимфоцитами и макрофагами (преимущественно CD68+), а также очаговую пролиферацию фибробластов с отложением коллагена типа III. Эти два феномена отражают разнонаправленные, но взаимосвязанные патогенетические процессы в рамках единого поля канцеризации. Атрофические участки соответствуют зонам с пониженным регенераторным потенциалом эпителия, тогда как гипертрофические области отражают усиленное

реактивное стромальное ремоделирование под влиянием опухолевых факторов роста. Для патоморфолога критически важно распознавать оба алгоритма как компоненты единого патологического процесса, а не как артефакты или сопутствующие изменения, что требует дополнительного внимания при детальной оценке перитуморальной зоны.

Увеличение соотношения стромы к эпителию до 59,3% против 44,7% в контроле является наиболее воспроизводимым морфометрическим критерием поля канцеризации, имеющим прямую корреляцию с визуальными признаками, доступными для оценки патологом. При гистологической интерпретации этот феномен проявляется как уплотнение собственной пластинки за счёт отложения коллагена, снижение плотности клеток стромы с преобладанием фибробластов над иммунными клетками и формирование «склеротических мостиков» между криптами. Особую диагностическую ценность представляет динамика этого показателя по стадиям TNM: при стадии III соотношение строма/эпителий достигает 64,2%, что коррелирует с инвазией опухоли в подслизистый слой. Это позволяет патоморфологу использовать морфометрические данные для уточнения глубины инвазии при спорных случаях от T1 к T2-стадий, когда визуальная оценка границы слизистой и подслизистой оболочек затруднена из-за реактивной фибропластической реакции. Таким образом, количественная оценка стромального компонента становится объективным критерием для верификации стадии заболевания.

На основании полученных данных разработан алгоритм интеграции морфометрических данных в стандартное заключение патоморфолога при колоректальном раке. При выявлении коэффициента вариации толщины свыше 20% и доли атрофических участков более 35% рекомендуется включать в заключение фразу: «В перитуморальной зоне выявлены морфометрические признаки структурной дезорганизации слизистой, соответствующие полю канцеризации». При сочетании соотношения строма/эпителий свыше 55% и стандартного отклонения толщины более 45 мкм целесообразно добавлять: «Отмечено стромальное ремоделирование в перитуморальной зоне (С/Э=%), требующее расширенного эндоскопического контроля». Такой подход позволяет трансформировать субъективное впечатление патолога в объективный количественный параметр, что особенно важно при межлабораторных консультациях, экспертных заключениях и судебно-медицинской экспертизе. Пилотное исследование с участием патоморфологов показало, что внедрение морфометрии снижает межэкспертную вариабельность оценки перитуморальной зоны с 32% до 9%, а коэффициент внутриклассовой корреляции возрастает с 0,68 до 0,91.

Полученные результаты находят подтверждение в работах Наумовой Л.А., продемонстрировавшей мозаичную экспрессию маркеров пролиферации в «нормальной» перитуморальной слизистой при КРР. Однако в отличие от иммуногистохимических методов, требующих дополнительных реактивов и времени, морфометрия позволяет оценить не отдельные маркеры, а интегральную тканевую реакцию на основе рутинных, стандартных препаратов. Снижение индекса Ki-67 до 14,9% в перитуморальной зоне коррелирует с уменьшением плотности крипт (ρ=0,64; p<0,01), что подтверждает утрату регенераторного потенциала эпителия как ключевого компонента поля канцеризации. Увеличение плотности $CD68^+$-макрофагов в 2,4 раза отражает формирование протуморального микроокружения даже в гистологически малоизменённых фрагментах биоптированного материала. Согласно современным представлениям, макрофаги M2-фенотипа секретируют факторы роста (TGF-β, VEGF), стимулирующие фибропластическую активность и ангиогенез. Морфометрически это проявляется как увеличение соотношения строма/эпителий и рост коэффициента вариации толщины. Таким образом, морфометрия может быть «окном» в микросреду перитуморальной зоны, позволяя патоморфологу пусть косвенно, но все же оценивать клеточный состав стромы без дополнительных иммуногистохимических исследований, что особенно бесценно в условиях современных скудных ограниченных ресурсов патологоанатомических отделений.

Основным ограничением морфометрии остаётся зависимость от качества гистологических препаратов. Артефакты фиксации, такие как неравномерная усадка ткани, могут искажать измерения толщины слизистой. Для минимизации этого эффекта в настоящем исследовании применялся строгий контроль протокола фиксации (10% нейтральный формалин, время фиксации 24±2 часа) и исключались препараты с признаками неравномерной усадки. Дополнительно рекомендуется использовать внутренний контроль — измерение толщины мышечной пластинки слизистой, которая менее подвержена артефактам фиксации и может служить референсным параметром. Другим ограничением является необходимость четкой калибровки оптических систем. Различия в микроскопах и цифровых камерах могут влиять на результаты измерений. Для решения этой проблемы разработан цифровой эталон — основанный на автоматизированной лицензированной программе. Это может обеспечить воспроизводимость измерений между разными лабораториями с коэффициентом вариации менее 5%, что соответствует требованиям клинической диагностики.

Заключение

Проведённое исследование подтверждает, что перитуморальная зона при колоректальном раке представляет собой активно репрограммированную

тканевую среду с выраженными структурными нарушениями, количественно оцениваемыми методом морфометрии. Основные выводы:

1. **Диагностическая значимость для патоморфологов:** Комплекс морфометрических параметров — снижение толщины слизистой (>13%), трёхкратный рост коэффициента вариации толщины (>20%), снижение плотности крипт (<28 шт/мм²) и увеличение соотношения стромы к эпителию (>55%) — формирует объективный критерий идентификации поля канцеризации в гистологически «нормальной» слизистой. Эти данные целесообразно включать в заключение патолога как дополнительный прогностический фактор.

2. **Стандартизация оценки:** Предлагается алгоритм морфометрической оценки перитуморальной зоны:

- При коэффициенте вариации толщины >20% и доле атрофических участков >35% в заключении указывать: «Выявлены морфометрические признаки выраженной гетерогенности перитуморальной слизистой, соответствующие полю канцеризации»;
- При σ толщины >50 мкм добавлять рекомендацию: «Рекомендуется расширенное эндоскопическое наблюдение перитуморальной зоны».

3. **Прогностическая стратификация:** Степень морфометрической гетерогенности (σ толщины >45 мкм) коррелирует со стадией по TNM и гистологической дифференцировкой опухоли. Пациенты с высокой гетерогенностью (σ >50 мкм) составляют группу повышенного риска метахронных опухолей, что требует особого внимания при планировании постоперационного наблюдения.

4. **Интеграция в практику:** Метод не требует изменения стандартных протоколов гистологической обработки. Время анализа одного биоптата составляет 10–15 минут, что сопоставимо с дополнительной микроскопической оценкой. Себестоимость исследования незначительно превышает затраты на рутинную гистологию, но значительно расширяет возможности гистологического метода и значимость полученных данных.

5. **Образовательный аспект:** Внедрение морфометрии способствует повышению объективности заключений патоморфологов, снижению межэкспертной вариабельности (коэффициент внутриклассовой корреляции ICC увеличивается с 0,68 до 0,91) и формированию единого подхода к оценке перитуморальной зоны.

6. **Перспективы развития:** Дальнейшие исследования должны быть направлены на:

- Обоснование прогностических пороговых значений в многоцентровых проспективных когортах;
- Разработку цифровых шаблонов для автоматизированного расчёта морфометрических параметров в системах цифровой патологии;
- Изучение связи морфометрических показателей с молекулярными подтипами КРР.

Морфометрическая оценка перитуморальной зоны представляет собой экономически эффективный, объективный и клинически значимый инструмент, способный заполнить пробел между визуальной оценкой гистологических препаратов и количественной характеристикой тканевых изменений. Её внедрение в стандарты патоморфологической диагностики позволит перейти от субъективного описания «нормальной» слизистой к объективной количественной оценке её структурной целостности, что потенциально повысит прогностическую ценность патологоанатомического заключения и значительно улучшит персонализацию тактики ведения пациентов с колоректальным раком.

Литература

1. Sung H. et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries // CA Cancer J Clin. 2021. Vol. 71. P. 209–249.

2. Каприн А.Д. и др. Злокачественные новообразования в России в 2021 году (заболеваемость и смертность). – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена, 2022. – 252 с.

3. Benson A.B. et al. Colon Cancer, Version 2.2021, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology // J Natl Compr Canc Netw. 2021. Vol. 19, № 3. P. 329–359.

4. Slaughter D.P. et al. Field cancerization in oral stratified squamous epithelium; clinical implications of multicentric origin // Cancer. 1953. Vol. 6, № 5. P. 963–968.

5. Rabeneck L., Chiu H., Senore C. International Perspective on the Burden of Colorectal Cancer and Public Health Effects // Gastroenterology. 2020. Vol. 158. P. 447–452.

6. Umar A. et al. Field cancerization in colorectal cancer: a molecular perspective // Cancer Metastasis Rev. 2021. Vol. 40, № 2. P. 375–385.

7. Благодарный Л.А. и др. Концепция «поля канцеризации» в колопроктологии: современное состояние проблемы // Колопроктология. 2022. Т. 21, № 1. С. 78–85.

8. Fridman W.H., Miller I.S., Sautès-Fridman C., Byrne A.T. Therapeutic Targeting of the Colorectal Tumor Stroma // Gastroenterology. 2020. Vol. 158. P. 303–321.

9. Kastrinos F., Samadder N.J., Burt R.W. Use of Family History and Genetic Testing to Determine Risk of Colorectal Cancer // Gastroenterology. 2020. Vol. 158. P. 389–403.

10. Янус Г.А. и др. Моногенная предрасположенность к развитию колоректального рака: особенности канцерогенеза и трансляционные аспекты // Сибирский онкологический журнал. 2025. Т. 24, № 5. С. 113–127.

11. Штыгашева О.В., Агеева Е.С., Гузарь Я.Р. Анамнестические предикторы колоректального

рака // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2019. № 2. С. 50–54.

12. Song M., Chan A.T., Sun J. Influence of the Gut Microbiome, Diet, and Environment on Risk of Colorectal Cancer // Gastroenterology. 2020. Vol. 158. P. 322–340.

13. Curtius K. et al. A molecular clock infers heterogeneous tissue age among patients with Barrett's esophagus // PLoS Comput Biol. 2021. Vol. 17, № 5. P. e1008969.

14. Toma M. et al. Clonal dynamics in normal human tissues under homeostasis, aging and cancer // Nat Rev Cancer. 2023. Vol. 23, № 8. P. 515–528.

15. Lieberman D., Gupta S. Does Colon Polyp Surveillance Improve Patient Outcomes? // Gastroenterology. 2020. Vol. 158. P. 431–434.

16. Argüello R.J. et al. Digital pathology and morphometric analysis for the assessment of inflammatory bowel disease // J Pathol Inform. 2022. Vol. 13. P. 100116.

17. Nguyen L.H., Goel A., Chung D.C. Pathways of Colorectal Carcinogenesis // Gastroenterology. 2020. Vol. 158. P. 291–302.

18. Khalil H. et al. Quantitative Histology in Inflammatory Bowel Disease: A Systematic Review // Diagnostics. 2023. Vol. 13, № 5. P. 845.

19. Андреев Д.А. и др. Скрининг колоректального рака: обзор зарубежных рекомендации по пороговому значению фекального иммунохимического теста // Вопросы онкологии. 2021. Т. 67, № 4. С. 456–462.

20. Li X. et al. A deep learning platform for assessment of mucosal inflammation in ulcerative colitis from histology images // Gastroenterology. 2019. Vol. 157, № 5. P. 1281–1293.

21. Наумова Л.А. Современный взгляд на концепцию полевой канцеризации // Вестник СурГУ. Медицина. 2021. № 2 (48). С. 61–70.

22. Braakhuis B.J. et al. The Genetic Basis of Slaughter's "Field Cancerization" Concept: Evidence and Clinical Implications // Cancer Res. 2003. Vol. 63, № 7. P. 1727–1730.

23. McSorley S.T. et al. The relationship between tumour stage, systemic inflammation, body composition and survival in patients with colorectal cancer // Clinical Nutrition. 2018. Vol. 37, № 4. P. 1279–1285.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВОЛЮТИВНОГО СОМАТОТИПА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ В РЕГИОНЕ РОССИИ

Щанкин Александр Алексеевич
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», Москва
Москва
DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2026.4.130.2237

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена исследованию морфофункциональных особенностей эволютивного соматотипа, сформированным у населения, под влиянием экологических факторов. Экологическая обстановка оценивалась по результатам социально-гигиенического мониторинга, содержащегося в государственном докладе «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения Республики Мордовия в 2024 году». С помощью трохантерного индекса мы рассчитывали эволютивный соматотип человека. Согласно полученным нами данным прослеживаются определенные закономенности при формировании соматотипа человека.

Введение. Рост городов, развитие промышленного и сельскохозяйственного производства, загрязнение окружающей среды стали характерной чертой современности. Несмотря на то, что во многих странах растет благосостояние населения, медики отмечают рост заболеваетости населения, обусловленный ухудщением экологической обстановки. Снижается рождаемость населения, увеличивается число людей не способных к самостоятельному оплодотворению и растет количество эктракорпоральных оплодотворений. Медицина достигла определенных успехов в выхаживании сильно недоношенных детей и детей с разными пороками развития. Многие из этих детей выживают до взрослого состояния и создают семьи.

Методика. Целью исследования было проведение оценки эволютивного соматотипа, который отражает в целом отклонение физического развития и здоровья от нормальных показателей. Экологическая обстановка оценивалась по данным социально-гигиенического мониторинга в Республике Мордовия, который проводился в 2024 г [4]. Объектом исследования были 127 девушек в возрасте 18-19 лет разных национальностей, проживающих в Мордовии. Проводились антропометрические измерения, расчеты индексов и определение эволютивного соматотипа по В. Г. Штефко (1933) и С. Г. Васильченко (1990) [2−3].

Ключевые слова: экологические факторы, девушки, антропометрия, трохантерный индекс, эволютивныйсоматотип.

Основная часть. Оценку экологической обстановки в Республике Мордовия мы проводили по результатам социально-гигиенического мониторинга за 2024 год.

Атмосферный воздух городских и сельских поселений. Лабораторный контроль за состоянием атмосферного воздуха на территории республики проводится аккредитованным испытательным

лабораторным центром ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Мордовия», Мордовским республиканским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и другими ведомственными аккредитованными организациями.

Доля проб атмосферного воздуха в городских поселениях с уровнем загрязнения, превышающим гигиенические нормативы (ПДКмр) по Республике Мордовия в отчётном году равна 0,51% (2023 г. – РФ - 0,75%.). Доля проб атмосферного воздуха в сельских поселениях с уровнем загрязнения, превышающих ПДКмр. равна 0%. Превышение гигиенических нормативов установлено в 70 пробах по содержанию углеводородов - 10 проб (мр). Проб атмосферного воздуха, превышающихболее 5 ПДК не обнаружено. Доля проб атмосферного воздуха в городских поселениях с уровнем загрязнения, превышающим ПДК, по данным маршрутных и подфакельных исследований по Республике Мордовия - 0. Доля проб атмосферного воздуха в городских поселениях с уровнем загрязнения, превышающим ПДК, вблизи автомагистралей в зоне жилой застройки - 0,88%.

Несоответствие гигиеническим нормативам атмосферного воздуха выявлялосьв городских поселениях, попадающих в зону влияния промышленных предприятий, транспортную инфраструктуру. Превышение содержания загрязняющих веществ в пробах атмосферного воздуха в сельских поселениях в отчётном году не зарегистрировано.

Контроль за состоянием атмосферного воздуха также осуществляется на 4 стационарных постах Мордовского ЦГМС – филиала ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС. Из специфических примесей контролировались ртуть, формальдегид, бенз(а)пирен, тяжёлые металлы, оксид азота.

С целью снижения выбросов вредных веществ от автотранспорта в республике в 2024 году проводились работы по строительству и ремонту объездных дорог для большегрузного транспорта, автомобильных развязок.

Ремонт и строительство автомобильных дорог произведен в г.о. Саранск и муниципальных районах республики. Отремонтировано 112 участков автодорог общей протяжённостью более 332 километров.

Питьевая вода. Надзор за состоянием источников питьевого водоснабжения и обеспечением населения Республики Мордовия питьевой водой, соответствующей требованиям санитарно-эпидемиологической безопасности, является одним из приоритетных направлений в деятельности Управления Роспотребнадзора по Республике Мордовия.

В соответствии с требованиями санитарных норм и правил питьевая вода должна быть безопасной в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредной по химическому составу и должна иметь благоприятные органолептические свойства.

В рамках Федерального проекта «Чистая вода», входящего в состав национального проекта «Жилье и городская среда», в Республике Мордовия действовал Республиканский проект по повышению качества водоснабжения на 2019-2024 годы, утвержденный Постановлением Правительства Республики Мордовия от 30.07.2019 г № 325.

Проектом предполагалось к 2024 году увеличить долю населения Республики Мордовия, обеспеченного питьевой водой, соответствующей требованиям безопасности, из централизованных систем водоснабжения, до 90,2%, городского населения – до 94,9%.

В 2024 году из 1464 источников централизованного водоснабжения 52 (3,5%) не соответствовали санитарно-эпидемиологическим требованиям. Доля проб воды в подземных источниках централизованного водоснабжения, не соответствующих санитарным требованиям по микробиологическим показателям, была равна 0 (в 2023 г. - 0,08%), доля проб воды в источниках централизованного водоснабжения, не соответствующих санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям составляет 68,3%, что ниже уровня показателя 2023 года на 0,7% (в 2023 г.- 69%).

Доля проб воды нецентрализованного водоснабжения, не соответствующих санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям в 2024 году увеличилась на 8,5% и составила 50%, что значительно выше аналогичного показателя за 2023 г. (41,5%) и значительно выше среднероссийского показателя за 2023 г. (24,6%). Доля проб воды нецентрализованного водоснабжения, не соответствующих санитарным требованиям по микробиологическим показателям в 2024 году составила 37,7%, что ниже показателя 2023 года на 2,3% (40%) и выше показателя РФ в 2023 году (14,88%). Доля проб нецентрализованного водоснабжения в сельских поселениях, не соответствующих санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям равна 49,3% (2023 г.-41,6%, 2022 г. – 48,7%), увеличение на 7,7%. Доля проб нецентрализованного водоснабжения в сельских поселениях, не соответствующих санитарным требованиям по микробиологическим показателям составила 3,8 % (2023г.- 24,3%, 2022г. – 15%), снижение на 20,5%.

Гигиеническая характеристика почвы. В течение 2024 года на территории Республики Мордовия Управлением Роспотребнадзора по Республике Мордовия и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Мордовия» было отобрано и проанализировано 745 проб почвы.

Результаты лабораторных исследований показали, что доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно - химическим показателям, по сравнению с 2023 годом уменьшилась на 3,6% и составила 16,4% (122 пробы), что выше данного

показателя по РФ в целом за 2023 г. – 5,33%. Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям по сравнению с 2023 годом увеличилась на 11,1% и составила 17,8% (115 проб), что выше среднего показателя по Российской Федерации за 2023 г. – 7,34%. Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по наличию возбудителей паразитарных болезней по сравнению с 2023 годом увеличилась на 0,08% и составила 0,2% , что ниже показателя по РФ за 2023 г. (0,66%).

Мы исследовали влияние экологических факторов на морфофункциональные показатели эволютивногосоматотипа девушек, проживающих в Республике Мордовия.

Таблица 1.

Зависимость антропометрических характеристик и функциональных показателей системы кровообращения от эволютивного соматотипа девушек (n= 127) (M±δ)

Показатели	Эволютивныесоматотипы						
	Патологический ТИ ≥ 2,09	Дисэволютивный ТИ = 2,04 - 2,08	Гиперэволютивный ТИ = 2,01 - 2,03	Нормэволютивный ТИ = 1,95 - 2,0	Гипоэволютивный ТИ = 1,92 - 1,94	Дисэволютивный ТИ = 1,86 - 1,91	Патологический ТИ ≤1,85
Рост стоя, см	155,2±5,80****	165,0±6,75	163,76±5,06	165,27±5,7	164,42±5,25	166,12±3,64	159,28±4,86*
Рост сидя, см	81,80±2,04***	87,66±2,94	86,23±2,68	86,44±2,84	85,71±2,92	87,5±2,26	82,85±1,57***
Длина ноги, см	73,6±2,6****	80,0±3,52*	80,92±2,49***	83,55±3,04	85,0±2,76	87,5±2,13***	86,14±2,26*◊◊◊◊
ОГК, см	79,2±5,02	82,66±9,41	80,0±4,81	81,34±3,82	82,28±2,43	86,12±4,82**	84,42±5,25
Масса тела, кг	51,2±6,68*	58,5±17,35	53,68±8,42	58,25±6,0	58,42±6,75	64,12±8,99*	55,0±7,48
Индекс Пирке, %	89,68±2,43	88,2±3,96***	89,92±1,37*	91,18±2,01	91,48±11,18	89,9±3,74	92,22±11,76
Индекс Пинье	24,8±8,31	23,83±20,0	30,07±10,16	25,67±7,16	23,71±11,76	15,87±15,23*	19,85±15,92
ИМТ	21,24±2,43	21,16±4,40	19,96±2,52	21,31±1,85	21,62±2,56	23,34±14,08*	21,81±3,98
ИПГК	51,0±1,74	49,99±3,72	48,85±2,61	49,25±2,41	50,09±2,28	51,89±3,56*	53,08±4,45***

знаком * отмечены статистически значимые различия междунормэволютивнымсоматотипом и другими соматотипами

*p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,005–0,002, ****p < 0,001

Девушки с патологическим и дисэволютивным соматотипами проживали в экологически неблагополучных районах Мордовии, а также в городах (Саранск и Рузаевка). При этих типах конституции наблюдались определенные нарушения развития скелета, соотношения мышечной и жировой ткани, снижение адаптации к физической нагрузке, снижение выносливости [1].

Обсуждение. Анализируя полученные данные следует отметить, что по экологической обстановке Республики Мордовия по данным мониторинга 2024 г. имеются ряд проблем, которые имеют объективный характер. Это наличие промышленных и сельскохозяйственных предприятий, загрязняющих окружающую среду вредными выбросами в атмосферу, водоемы и в почву.

Для Республики Мордовия характерно, что основной причиной несоответствия проб питьевой воды является природный характер подземных вод, где отмечается повышенное содержание фторидов. Известно, что в высоких дозах фтор вызывает нарушение углеводного, липидного, белкового обмена.

Заключение. Проведенными исследованиями установлено, что для Республики Мордовия характерно загрязнение атмосферы, водоемов и почвы, различными химическими веществами. Под влиянием неблагоприятных экологических факторов у части населения формируются дисэволютивный и патологический соматотипы, которые имеют низкие функциональные возможности, чаще страдают различными заболеваниями.

Литература

1. Щанкин, А. А. и Г. И. Щанкина, 2014. Экологические, морфофункциональные и медико-педагогические аспекты эволютивной конституции человека. Мордов. гос. пед. ин-т. рр: 310.

2. Штефко, В. Г. и А. Д. Островский, 1929. Схемы клинической диагностики конституциональных типов. Биомедгиз. pp: 79.

3. Васильченко, Г. С., С. Г. Агаркова и С. Г. Агарков, 1990. Сексопатология. Медицина. pp: 576.

4. Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Мордовия, 2025. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучияв Республике Мордовия в 2024 году». Саранск. pp: 165.

Евразийский Союз Ученых.
Серия: медицинские, биологические и химические науки

Ежемесячный научный журнал
№ 1 (130)/2026 Том 1

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Макаровский Денис Анатольевич
AuthorID: 559173
Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Карпенко Юрий Дмитриевич
AuthorID: 338912
Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью ФМБА, Лаборатория эколого-гигиенической оценки отходов (Москва), доктор биологических наук.
- Малаховский Владимир Владимирович
AuthorID: 666188
Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Факультеты, Факультет послевузовского профессионального образования врачей, кафедра нелекарственных методов терапии и клинической физиологии (Москва), доктор медицинских наук.
- Ильясов Олег Рашитович
AuthorID: 331592
Уральский государственный университет путей сообщения, кафедра техносферной безопасности (Екатеринбург), доктор биологических наук
- Косс Виктор Викторович
AuthorID: 563195
Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма, НИИ спортивной медицины (Москва), кандидат медицинских наук.
- Калинина Марина Анатольевна
AuthorID: 666558
Научный центр психического здоровья, Отдел по изучению психической патологии раннего детского возраста (Москва), кандидат медицинских наук.
- Сырочкина Мария Александровна
AuthorID: 772151
Пфайзер, вакцины медицинский отдел (Екатеринбург), кандидат медицинских наук

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:
198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая, д. 44, к. 1, литера А
E-mail: info@euroasia-science.ru ;
www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель ООО «Логика+»
Тираж 1000 экз.