

The Way of Science

International scientific journal

№ 9 (151), 2026

Founder and publisher: Publishing House «Scientific survey»

The journal is founded in 2014 (March)

Volgograd, 2026

UDC 53:51+80+61+159.9+551
LBC 72

The Way of Science

International scientific journal, № 9 (151), 2026

The journal is founded in 2014 (March)
ISSN 2311-2158

The journal is issued 12 times a year

The journal is registered by Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Communications.

Registration Certificate: III № ФС 77 – 53970, 30 April 2013

EDITORIAL STAFF:

Head editor: Teslina Olga Vladimirovna

Executive editor: Pankratova Elena Evgenievna

Ezhkova Nina Sergeevna, Doctor of Pedagogic Sciences
Baratova Mokhidil Rakhimovna, Candidate of Biological Sciences
Adilchaev Rustem Tursynbaevich, Ph.D. in Economics
Uralov Bakhtiyor Rakhmatullayevich, Candidate of Engineering Sciences
Inyatov Almaz Reymbaevich, PhD of Economics
Abdurazakova Napisa Makhkamovna, Candidate of Economic Sciences
Shayusupova Nargiza Turgunovna, Candidate of Economic Sciences
Kirghizboyev Mukimjon, Doctor of Political Science, Professor
Sheraev Mukhametamin Mametjanovich, PhD
Mukhitdinov Ulugbek Bashrullaevich, PhD
Khodzhaeva Sabri Makhmudovna, Candidate of Medical Sciences
Butayev Chori Jumayevich, Candidate of Medical Sciences
Rikhsiev Ulugbek Shavkatovich, Candidate of Medical Sciences
Elieva Mekhriniso Fakhritdinovna, PhD
Sheraliev Kambarali Saidalievich, Candidate of Medical Sciences
Mamatkulov Zokhid Dzhankobilovich, Ph.D
Ibragimov Abdimalik Gapparovich, Doctor of Philosophy in Economics
Nazarbaev Orinbay, Candidate of Economic Sciences
Saidakbarov Khaidar Khozhimurodovich, Candidate of Economic Sciences
Umarova Zulaykho Tursunovna, Ph.D
Mukhitdinova Mavdjuda Imadovna, Candidate of Medical Sciences
Ikramova Surayyo Khakimovna, Candidate of Biological Sciences
Kholbutaeva Shakhnoza Abduvalievna, PhD
Karimova Zieda Kushbayevna, Candidate of Medical Sciences
Tulaboev Azamjon Qurbonovich, DSc
Rakhimgaziyev Umid Gazivayevich, PhD
Nasirov Tulkin Karimovich, Candidate of Medical Sciences
Khalilova Zukhra Telmanovna, Candidate of Medical Sciences
Hussein Ali Khudhair Bahari, Master
Karaboyeva Zilola Xurramovna, Doctor of Philosophy (PhD) in Medical Sciences
Adilgeroyeva Madina Iskanderovna, Candidate of Medical Sciences
Valiyev Abduaziz Abdusamatovich, Candidate of Medical Sciences
Dzhumanov Bakhtiyor Abdurazakovich, Doctor of Medical Sciences

Authors have responsibility for credibility of information set out in the articles.

Editorial opinion can be out of phase with opinion of the authors.

Address: Russia, Volgograd, ave. Metallurgov, 29

E-mail: sciway@mail.ru

Website: www.scienceway.ru

Founder and publisher: «Scientific survey» Ltd.

УДК 53:51+80+61+159.9+551
ББК 72

Путь науки

Международный научный журнал, № 9 (151), 2026

Журнал основан в 2014 г. (март)
ISSN 2311-2158

Журнал выходит 12 раз в год

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

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС 77 – 53970 от 30 апреля 2013 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Теслина Ольга Владимировна
Ответственный редактор: Панкратова Елена Евгеньевна

Ежкова Нина Сергеевна, доктор педагогических наук
Баратова Мохидил Рахимовна, кандидат биологических наук
Адилчаев Рустем Турсынбаевич, кандидат экономических наук
Уралов Бахтиёр Рахматуллаевич, кандидат технических наук
Инятов Алмаз Реймбаевич, PhD экономических наук
Абдуразакова Написа Махкамовна, кандидат экономической наук
Шаюсупова Наргиза Тургуновна, кандидат экономических наук
Кирзизбоев Мукамилжон, доктор политических наук, профессор
Шертаев Мухаметамин Маметжанович, кандидат биологических наук
Мухитдинов Улугбек Баируллаевич, кандидат медицинских наук
Ходжаева Сабри Махмудовна, кандидат медицинских наук
Бутаев Чори Жумаевич, кандидат медицинских наук
Рихсиев Улугбек Шавкатович, кандидат медицинских наук
Элиева Мехринисо Фахритдиновна, PhD
Шералиев Камбарали Саидалиевич, кандидат медицинских наук
Маматкулов Зоҳид Джанкобирович, доктор философии
Ибрагимов Абдималик Гаппарович, кандидат экономических наук
Назарбаев Орынбай, кандидат экономических наук
Саидакбаров Хайдар Хожимуродович, кандидат экономических наук
Умарова Зулайхо Турсуновна, кандидат экономических наук
Мухитдинова Мавджуда Имадовна, кандидат медицинских наук
Икрамова Сурайё Хакимовна, кандидат биологических наук
Холбутаева Шахноза Абдувалиевна, доктор философии по экономическим наукам
Каримова Зиёда Кушбаевна, кандидат медицинских наук
Тулабоев Азамжон Курбонович, доктор технических наук
Рахимгазиев Умид Газиваевич, доктор философских наук
Насиров Тулкин Каримович, кандидат медицинских наук
Халилова Зухра Тельмановна, кандидат медицинских наук
Аль Шувайли Хуссейн Али Кудхир, магистр
Карабоева Зилола Хуррамовна, доктор философии (PhD) по медицинским наукам
Адилгереева Мадина Искандеровна, кандидат медицинских наук
Валиев Абдуазиз Абдусаматович, кандидат медицинских наук
Джусманов Бахтиёр Абдуразакович, доктор медицинских наук

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Адрес редакции: Россия, г. Волгоград, пр-кт Metallургов, д. 29
E-mail: sciway@mail.ru
www.scienceway.ru

Учредитель и издатель: ООО «Научное обозрение»

CONTENTS

Physical and mathematical sciences

Rudenok V.A., Korablev G.A.

ENTROPIC MECHANISM OF REDOX POTENTIAL
FORMATION IN BIOLOGICAL SYSTEMS.....6

Rudenok V.A., Korablev G.A.

ENTROPY MECHANISM OF THE FORMATION
OF REDOX POTENTIAL IN BIOLOGICAL SYSTEMS (translated from Russian).....10

Philological sciences

Suyunova D.Kh.

LEXICOGRAPHIC REPRESENTATION OF SOMATIC PHRASEOLOGICAL UNITS:
A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE UZBEK AND RUSSIAN LANGUAGES.....14

Medical sciences

Valiev A.A.

PSORIASIS IN CHILDREN AND ADOLESCENTS:
PSYCHOLOGICAL ADAPTATION AND FEATURES OF THERAPY.....17

Ikramova S.Kh.

ON THE PATHOLOGY OF MEIOSIS IN MEDICAL BIOLOGY.....20

Shertaev M.M.

MOLECULAR INHERITANCE OF ATOPY IN MAMMALIAN CLASS.....23

Psychological sciences

Eremenko N.E.

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUPPORT
FOR TEENAGERS WITH VARIOUS TYPES OF CHEMICAL ADDICTION.....26

Earth sciences

Makenova S.K., Alekseev T., Agybay A.

LIMITING FACTORS OF SUSTAINABILITY OF AGRICULTURAL LAND USE AND THEIR
ACCOUNTING IN GIS ANALYSIS (ON THE EXAMPLE OF THE EREIMENTAU REGION).....28

СОДЕРЖАНИЕ

Физико-математические науки

Руденок В.А., Кораблев Г.А.

ЭНТРОПИЙНЫЙ МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ
ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО
ПОТЕНЦИАЛА В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ.....6

Руденок В.А., Кораблев Г.А.

ЭНТРОПИЙНЫЙ МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ
ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА
В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ (переведено с русского языка).....10

Филологические науки

Суюнова Д.Х.

ЛЕКСИКОГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СОМАТИЧЕСКИХ
ФРАЗЕОЛОГИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ: СРАВНИТЕЛЬНО-СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ
АНАЛИЗ УЗБЕКСКОГО И РУССКОГО ЯЗЫКОВ.....14

Медицинские науки

Валиев А.А.

ПСОРИАЗ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ:
ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ И ОСОБЕННОСТИ НАЗНАЧЕНИЯ ТЕРАПИИ.....17

Икрамова С.Х.

К ВОПРОСУ ПАТОЛОГИИ МЕЙОЗА В АСПЕКТЕ МЕДИЦИНСКОЙ БИОЛОГИИ.....20

Шертаев М.М.

МОЛЕКУЛЯРНОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ АТОПИИ
У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КЛАССА МЛЕКОПИТАЮЩИХ.....23

Психологические науки

Еременко Н.Е.

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПОДРОСТКОВ
С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ.....26

Науки о земле

Макенова С.К., Алексеев Т., Агыбай А.

ЛИМИТИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ УСТОЙЧИВОСТИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ИХ УЧЁТ
В ГИС-АНАЛИЗЕ (НА ПРИМЕРЕ ЕРЕЙМЕНТАУСКОГО РАЙОНА).....28

 Physical and mathematical sciences
 Физико-математические науки

УДК 544.6.076.326:57

ВАК: 4.1.3 — Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

ЭНТРОПИЙНЫЙ МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

В.А. Руденок¹, Г.А. Кораблев²¹ кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой химии, rudenva@rambler.ru,² доктор химических наук, профессор, кафедра физики, korablevga@mail.ru^{1, 2} ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет» (г. Ижевск), Россия

Аннотация. *Цель:* установление механизма формирования отрицательного окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) при прорастании зерна и его связи с энтропийными закономерностями. **Методы.** Измерения ОВП проводили потенциометрическим методом с использованием платинового и хлорсеребряного электродов в водной суспензии зерна (овёс, пшеница, рожь, ячмень) в течение 25 часов при комнатной температуре. **Научная новизна.** Впервые предложен механизм формирования отрицательного ОВП, основанный на ферментативном превращении молочной кислоты в пировиноградную с выделением свободных электронов. Показано, что данный процесс подчиняется энтропийным закономерностям, а его количественные характеристики связаны с геодезическим углом ($54,7^\circ$), универсальным для стабильных структурных систем. **Результаты.** Экспериментально подтверждено направленное смещение ОВП от +184 до -333 мВ в течение 24 часов. Установлено, что отношение отрицательных значений ОВП семян к тангенсу геодезического угла даёт значения, соответствующие известному диапазону положительного ОВП почвы (от +200 до +400 мВ). Полученные данные позволяют рассматривать проращивание семян как энтропийный процесс и могут быть использованы для разработки методов управления ростовыми процессами в растениеводстве.

Ключевые слова: окислительно-восстановительный потенциал, прорастающее зерно, энтропия.

Введение

Рассматривается возможный механизм формирования окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) при прорастании зерна, предложенный впервые. В агрономии ОВП – один из основных параметров, определяющих развитие ростков и конечную урожайность, наряду с наличием удобрений, влажностью и температурой [1, 5]. При смачивании зерна происходит гидролиз веществ, входящих в его состав, с образованием молочной кислоты.

Этот процесс сопровождается появлением двух свободных электронов. В растворе внутри зерна и в прилегающих слоях жидкости возрастает концентрация электронов, вода приобретает электроннодонорные свойства, а её биологическая активность увеличивается. В системе формируется отрицательный ОВП, что, очевидно, стимулирует последующие этапы развития зерна — появление ростков и корешков.

Материалы и методы. В стакан вместимостью 50 мл насыпали зерно немного ниже верхнего края и заливали водой до полного покрытия зерна. В смоченное зерно вводили два электрода: платиновый и хлорсеребряный электрод сравнения. Электроды подключали к входу рН – метра, включённого в режим милливольтметра. Показания прибора периодически записывали. Измерения проводили при комнатной температуре на семенах овса, пшеницы, ржи и ячменя.

Измерение окислительно-восстановительного потенциала прорастающего зерна

Результаты измерений и их обсуждение. Измерения показали, что величина ОВП изменяется во времени для всех четырёх культур, причём смещение в сторону отрицательных значений происходило идентично для всех исследованных сортов (табл. 1).

Таблица 1

Окислительно-восстановительный потенциал раствора при замачивании семян

Время от начала опыта, час	Культура			
	Окислительно-восстановительный потенциал, мВ			
	овес	ячмень	рожь	пшеница
0	184	185	185	186
1	208	202	204	203
2	291	294	293	294
3	238	245	248	242
4	206	215	213	210
5	169	161	161	156
6	- 64	- 66	- 65	- 63
7	- 120	- 115	- 115	- 115
9	- 173	- 174	- 173	- 172
10	- 188	- 188	- 184	- 182
19	- 314	- 315	- 314	- 316
20	- 328	- 326	- 332	- 325
24	- 330	- 332	- 332	- 333
25	- 330	- 332	- 332	- 333

Поэтому дальнейший анализ проведён на примере одного овса (табл. 2).

Таблица 2

Изменение ОВП воды с течением времени при замачивании в ней семян овса

Время от начала опыта, час.	ОВП, мВ.	Время от начала опыта, час.	ОВП, мВ.
-	+124	11,0	- 133
2	+125	23	- 330
7	0,00	25	- 333

ОВП является важным параметром воздействия среды на прорастающее зерно [2]. Например, урожайность зерновых, обработанных перед посадкой раствором с отрицательным ОВП, заметно повышается: без обработки – 1,77 т/га, после обработки – 1,96 т/га [6]. В монографии Ковриго В.П. [2] указано, что ОВП представляет собой обобщённый показатель направленности биологических процессов в почвах.

В работе [6] отмечено, что основным фактором, определяющим смещение потенциала в отрицательную сторону, является присутствие кислорода в системе. Наши исследования наглядно продемонстрировали это влияние (табл. 3).

Таблица 3

Влияние газовой среды на ОВП замоченных семян овса

Газовая фаза	Врем выдержки, час.												
	0	1	2	3	4	5	6	7	9	10	19	20	24
Воздух	+184	+208	+291	+238	+206	+169	- 64	- 120	- 173	- 188	- 314	-328	- 330
Водород	+191	+196	+239	+281	+320	+376	+417	+431	+420	+441	+468	+470	+473
Кислород	-5	-100	-118	-163	-181	-220	-246	-256	-276	-280	-298	-302	-312

При смачивании зерна происходит гидролиз веществ, входящих в его состав, с образованием ряда органических кислот – продуктов распада более сложных компонентов [6]. В частности, это молочная, яблочная и другие кислоты. Молочная кислота – наиболее сильная из них; степень её электролитической диссоциации на порядок выше, чем у других кислот (табл. 4).

Таблица 4

Органические кислоты и их свойства

Кислота			
Молочная	Масляная	Валериановая	Капроновая
Степень диссоциации кислоты			
$1,37 \cdot 10^{-4}$	$1,52 \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$	$1,39 \cdot 10^{-5}$

Очевидно, что именно молочная кислота будет оказывать наиболее существенное влияние на процессы развития зерна при его прорастании. В литературе [6] показано, что при недостатке кислорода молочная кислота, содержащаяся в растворе, превращается в пировиноградную; эта реакция катализируется ферментами дигидрогеназами с участием коферментов НАД(Ф). Превращение сопровождается выделением двух свободных электронов.

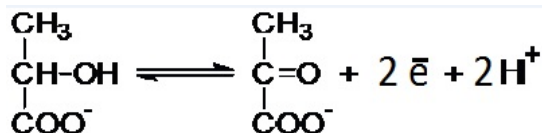


Рис. 1. Реакция перехода молочной кислоты (лактата) в пировиноградную кислоту (пируват)

Накопление электронов в растворе должно, очевидно, смещать ОВП в отрицательную сторону. Таким образом, присутствие молочной кислоты в прорастающем зерне может обеспечивать накопление электронов по этому механизму, придавая окружающему зерно раствору электроннодонорные свойства.

Наши измерения показали, что происходит направленное смещение ОВП раствора с замоченным зерном в отрицательную сторону более чем на 500 милливольт (от +184 до –333 мВ) это примерно соответствует разности стандартных электродных потенциалов двух металлов: меди и никеля ($E_{\text{Cu}} = +337 \text{ мВ}$, $E_{\text{Ni}} = -0,23 \text{ мВ}$). Процесс носит нелинейный характер: в первые шесть часов ОВП остаётся неизменным, затем начинает равномерно смещаться в отрицательную сторону и через сутки достигает максимального значения. Можно предположить, что результат такого смещение запускает цепочку последовательных превращений внутри зерна, ведущих к развитию ростков и корней зародыша.

Энтропия в технологии проращивания семян

В соответствии с принципом Ле-Шателье энергетика биохимических процессов может оцениваться через понятия энтропии и негэнтропии. Все явления и процессы в природе протекают только в двух энергетических направлениях: либо по градиенту силового поля (энтропия), либо против градиента (негэнтропия) [3].

Применительно к взаимодействиям атомных структур в настоящих исследованиях это может быть окислительно-восстановительный потенциал (ОВП). Согласно литературным данным [2], ОВП представляет собой обобщенный показатель направленности биологических процессов в почвах. По энергетическим свойствам и направленности взаимодействия данный параметр полностью соответствует терминам «энтропия» и «негэнтропия» в зависимости от знака ОВП. Известно, что потенциал почвы положительный и находится в пределах от +200 до +400 мВ.

Принцип энтропийных взаимодействий можно рассмотреть на примере вращательного движения представленного на рис. 2 [3].

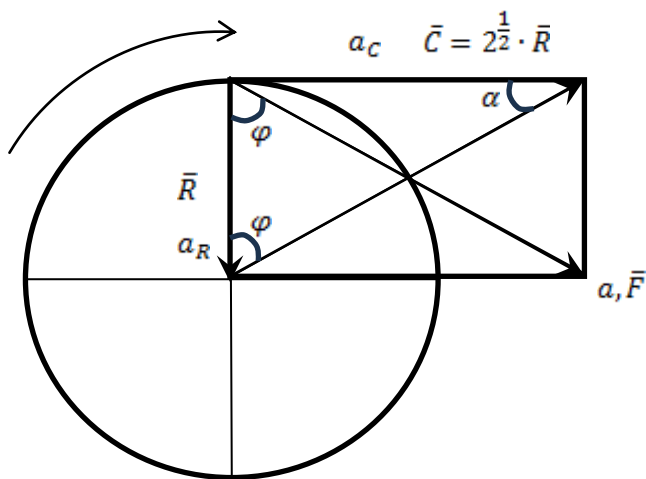


Рис. 2. Кинематические характеристики вращательных движений

- $\bar{R}$ – вектор центростремительного движения
- $\bar{C}$ – вектор линейного (касательного) движения
- a_R – центростремительное ускорение
- a_C – линейное ускорение
- a – полное ускорение
- $\bar{F}$ – вектор полного взаимодействия.

В этой схеме вектор ($\bar{C}$) есть отрицательная энтропия (негэнтропия) а вектор ($\bar{R}$) – положительная энтропия (энтропия). Их соотношение определяет стабильный процесс энтропийных взаимодействий. Он называется тангенс геодезического угла и численно равен

$$\operatorname{tg} \varphi = C/R = 2^{1/2} = 1.414213 \quad (1)$$

где φ геодезический угол, равный 54.736° .

Этот угол универсален в природе (например, тутовый шелкопряд наматывает нить на кокон именно под таким углом). Поэтому можно предположить, что изменение ОВП при проращивании зерна также подчиняется энтропийным закономерностям образования стабильных систем.

Исходное значение ОВП зерна положительно, а его отрицательная величина нарастает постепенно под внешним воздействием (например, кислорода или молочной кислоты). В таблице 5 показано, что отношение отрицательных экспериментальных значений ОВП семян к величине тангенса геодезического угла даёт значения, соответствующие известному диапазону положительных значений ОВП почвы (235–354 мВ), что подтверждает энтропийную природу процесса проращивания.

Таблица 5

Экспериментальные и известные значения ОВП

Экспериментальные ОВП (мВ)	-333	-330	-440
ОВП почвы (мВ)	+235	+311	+354

В заключение следует отметить, что универсальность энтропийных взаимодействий уже показана в более сложных системах, в том числе космологических [3], и может находить применение в технологии пищевой и фармацевтической промышленности.

Выводы

1. Впервые установлено, что при смачивании зерна происходят процессы преобразования его состава, приводящие к формированию электроннодонорных свойств раствора вокруг зерна и повышению его биологической активности.
2. Воздействие такого раствора внутри зерна запускает процессы прорастания, ведущие к росту стеблей и корней будущего растения.
3. Применение энтропийных принципов позволило определить технологию получения ОВП при прорастании семян.
4. Описанная методология может быть полезна для оценки структурных взаимодействий и в других биосистемах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грин, Н., Стаут, Н., Тейлор, У. Биология: в 3 т. – М.: Мир, 2004. – 1023 с.
2. Ковриго, В.П. Почвы Удмуртской Республики: монография / В.П. Ковриго. – Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2004. – 490 с.
3. Кораблёв, Г.А. Энтропийные принципы в физико-химии и космологии. // Наука и мир. – 2025. – № 9 (145).
4. Меледина, Т.В., Прохорчик И.П., Кузнецова Л.И. Биохимические процессы при производстве солода: Учебное пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 89 с.
5. Пасько, О.А. Активированная вода и возможности ее применения в растениеводстве и животноводстве: монография / под ред. Д.Д. Доброева. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 397 с.
6. Руденок, В.А. Окислительно-восстановительный потенциал прорастания семян. // Мичуринский агрономический вестник. – 2024. – № 1. – С. 74–78.

Материал поступил в редакцию 24.08.26

ENTROPIC MECHANISM OF REDOX POTENTIAL FORMATION IN BIOLOGICAL SYSTEMS

V.A. Rudenok¹, G.A. Korablev²

¹ Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Chemistry, rudenva@rambler.ru,

² Doctor of Chemical Sciences, Professor, Department of Physics, korablevga@mail.ru

^{1, 2} FSBEI HE "Udmurt State Agrarian University" (Izhevsk), Russia

Abstract. Purpose: to establish a mechanism for the formation of a negative redox potential (RP) during grain germination and its relationship with entropic patterns. **Methods.** RP measurements were performed potentiometrically using platinum and silver chloride electrodes in an aqueous suspension of grain (oats, wheat, rye, barley) for 25 hours at room temperature. **Scientific novelty.** For the first time, a mechanism for the formation of negative RP has been proposed, based on the enzymatic conversion of lactic acid to pyruvic acid with the release of free electrons. It has been shown that this process obeys entropic laws, and its quantitative characteristics are associated with a geodesic angle (54.7°), universal for stable structural systems. **Results.** Directed RP shift from +184 to -333 mV over 24 hours was experimentally confirmed. It has been established that the ratio of negative RP values of seeds to the tangent of the geodetic angle gives values corresponding to the known range of positive RP of the soil (from +200 to +400 mV). The data obtained make it possible to consider seed germination as an entropic process and can be used to develop methods for managing growth processes in crop production.

Keywords: redox potential, germinating grain, entropy.

UDC 544.6.076.326:57

ENTROPY MECHANISM OF THE FORMATION OF REDOX POTENTIAL IN BIOLOGICAL SYSTEMS (translated from Russian)

V.A. Rudenok¹, G.A. Korablev²¹ Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Chemistry, rudenva@rambler.ru,² Doctor of Chemical Sciences, Professor, Department of Physics, korablevga@mail.ru^{1,2} Udmurt State Agrarian University (Izhevsk), Russia

Abstract. Objective – to establish the mechanism of negative redox potential (ORP) formation during grain germination and its relationship with entropy patterns. **Methods.** ORP measurements were performed potentiometrically using a platinum and silver chloride reference electrode in an aqueous suspension of grain (oats, wheat, rye, barley) for 25 hours at room temperature. **Scientific novelty.** For the first time, a mechanism of negative ORP formation is proposed, based on the enzymatic conversion of lactic acid to pyruvic acid with the release of free electrons. The process is shown to follow entropy principles, with its quantitative characteristics related to the geodesic angle (54.7°), universal for stable structural systems. **Results.** A directed ORP shift from +184 to –333 mV over 24 hours was experimentally confirmed. The ratio of negative ORP values of germinating seeds to the tangent of the geodesic angle yields values corresponding to the known positive soil ORP range (from +200 to +400 mV). The obtained data allow considering seed germination as an entropy process and can be used to develop methods for managing growth processes in plant cultivation.

Keywords: redox potential, germinating grain, entropy, biological systems, electron-donor properties, hydrolysis.

Introduction

A possible mechanism of the formation of redox potential (ORP) during grain germination is considered, proposed for the first time. In agronomy, ORP is one of the main parameters determining the development of sprouts and final yield, along with the presence of fertilizers, moisture and temperature [1, 5]. When grain is wetted, hydrolysis of its constituent substances occurs, resulting in the formation of lactic acid.

This process is accompanied by the appearance of two free electrons. In the solution inside the grain and in the adjacent liquid layers, the electron concentration increases, water acquires electron-donor properties, and its biological activity increases. A negative ORP is formed in the system, which apparently stimulates the subsequent stages of grain development – the emergence of sprouts and roots.

Keywords: redox potential, germinating grain, entropy.

Materials and Methods

Grain was poured into a 50 ml beaker slightly below the upper edge and filled with water until the grain was completely covered. Two electrodes were inserted into the moistened grain: a platinum electrode and a silver chloride reference electrode. The electrodes were connected to the input of a pH meter operating in millivoltmeter mode. Instrument readings were recorded periodically. Measurements were carried out at room temperature on seeds of oats, wheat, rye and barley.

Results and Discussion

Measurements showed that the ORP value changes over time for all four crops, with the shift towards negative values occurring identically for all studied varieties (Table 1).

Table 1

Redox potential of the solution during seed soaking

Time from the start of the experiment, h	Crop			
	Redox potential, mV			
	oats	barley	rye	wheat
0	184	185	185	186
1	208	202	204	203
2	291	294	293	294
3	238	245	248	242
4	206	215	213	210
5	169	161	161	156
6	- 64	- 66	- 65	- 63
7	- 120	- 115	- 115	- 115
9	- 173	- 174	- 173	- 172
10	- 188	- 188	- 184	- 182
19	- 314	- 315	- 314	- 316
20	- 328	- 326	- 332	- 325
24	- 330	- 332	- 332	- 333
25	- 330	- 332	- 332	- 333

Therefore, further analysis was carried out on the example of oats alone (Table 2).

Table 2

Change in water ORP over time when soaking oat seeds

Time from the start of the experiment, h	ORP, mV	Time from the start of the experiment, h	ORP, mV
–	+124	11.0	–133
2	+125	23	–330
7	0.00	25	–333

ORP is an important parameter of the environmental effect on germinating grain [3]. For example, the yield of grain crops treated before planting with a solution having a negative ORP increases noticeably: without treatment – 1.77 t/ha, after treatment – 1.96 t/ha [6]. In the monograph by Kovrigo V.P. [3], it is stated that ORP is a generalized indicator of the direction of biological processes in soils.

In work [6], it was noted that the main factor determining the shift of the potential to the negative side is the presence of oxygen in the system. Our studies clearly demonstrated this effect (Table 3).

Table 3

Effect of gas environment on ORP of soaked oat seeds

Gas phase	Exposure time, h												
	0	1	2	3	4	5	6	7	9	10	19	20	24
Air	+184	+208	+291	+238	+206	+169	– 64	– 120	– 173	– 188	– 314	–328	– 330
Hydrogen	+191	+196	+239	+281	+320	+376	+417	+431	+420	+441	+468	+470	+473
Oxygen	–5	–100	–118	–163	–181	–220	–246	–256	–276	–280	–298	–302	–312

When grain is wetted, hydrolysis of its constituent substances occurs, resulting in the formation of a number of organic acids – breakdown products of more complex components [6]. In particular, these are lactic, malic and other acids. Lactic acid is the strongest of them; its degree of electrolytic dissociation is an order of magnitude higher than that of other acids (Table 4).

Table 4

Organic acids and their properties

Acid			
Lactic	Butyric	Valeric	Caproic
Degree of acid dissociation			
$1,37 \cdot 10^{-4}$	$1,52 \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$	$1,39 \cdot 10^{-5}$

Obviously, it is lactic acid that will have the most significant effect on the development processes of grain during its germination. In the literature [6], it is shown that under oxygen deficiency, lactic acid contained in the solution is converted into pyruvic acid; this reaction is catalyzed by dehydrogenase enzymes with the participation of NAD(P) coenzymes. The conversion is accompanied by the release of two free electrons.

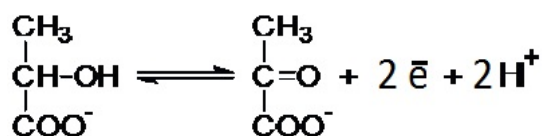


Fig. 1. Reaction of the conversion of lactic acid (lactate) to pyruvic acid (pyruvate)

The accumulation of electrons in the solution should obviously shift the ORP to the negative side. Thus, the presence of lactic acid in germinating grain can provide electron accumulation through this mechanism, imparting electron-donor properties to the solution surrounding the grain.

Our measurements showed that a directed shift of the ORP of the solution with soaked grain to the negative side occurs by more than 500 millivolts (from +184 to –333 mV), which approximately corresponds to the difference between the standard electrode potentials of two metals: copper and nickel ($\varphi_{\text{Cu}} = +337 \text{ mV}$, $\varphi_{\text{Ni}} = -0.23 \text{ mV}$). The process is nonlinear in nature: during the first six hours, the ORP remains unchanged, then begins to uniformly shift to the negative side and reaches its maximum value after 24 hours.

It can be assumed that the result of such a shift triggers a chain of successive transformations inside the grain, leading to the development of sprouts and roots of the embryo.

Entropy in Seed Germination Technology

In accordance with Le Chatelier's principle, the energetics of biochemical processes can be assessed through the concepts of entropy and negentropy. All phenomena and processes in nature proceed in only two energy directions: either along the gradient of the force field (entropy) or against the gradient (negentropy) [2].

In relation to the interactions of atomic structures in the present studies, this can be the redox potential (ORP). According to literature data [3], ORP is a generalized indicator of the direction of biological processes in soils. In terms of energy properties and direction of interaction, this parameter fully corresponds to the terms "entropy" and "negentropy" depending on the sign of the ORP. It is known that the soil potential is positive and ranges from +200 to +400 mV.

The principle of entropy interactions can be considered using the example of rotational motion shown in Fig. 2 [2].

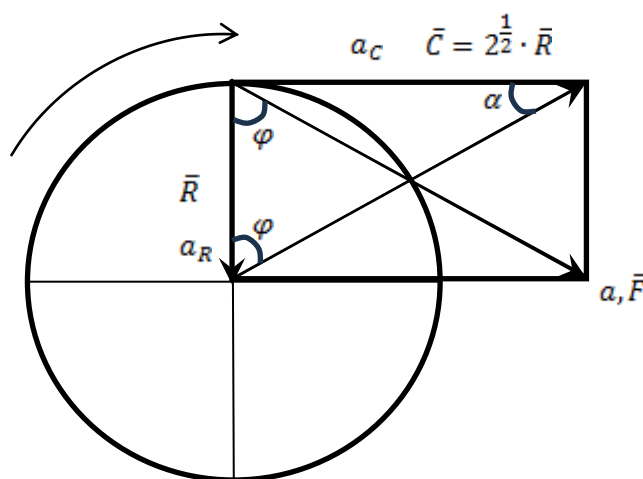


Fig. 2. Kinematic characteristics of rotational motions

- $\bar{R}$ – vector of centripetal motion
- $\bar{C}$ – vector of linear (tangential) motion
- a_R – centripetal acceleration
- a_C – linear acceleration
- a – total acceleration
- $\bar{F}$ – total interaction vector

In this scheme, vector ($\bar{C}$) is negative entropy (negentropy), and vector ($\bar{R}$) is positive entropy (entropy). Their ratio determines the stable process of entropy interactions. It is called the tangent of the geodesic angle and is numerically equal to:

$$\operatorname{tg} \varphi = C/R = 2^{1/2} = 1.414213 \quad (1)$$

where φ is the geodesic angle equal to 54.736° .

This angle is universal in nature (for example, the silkworm winds thread onto a cocoon at exactly this angle). Therefore, it can be assumed that the change in ORP during grain germination also obeys the entropy patterns of the formation of stable systems.

The initial ORP value of the grain is positive, and its negative value increases gradually under external influence (for example, oxygen or lactic acid). Table 5 shows that the ratio of the negative experimental ORP values of seeds to the tangent of the geodesic angle gives values corresponding to the known range of positive soil ORP values (235–354 mV), which confirms the entropy nature of the germination process.

Table 5

Experimental and known ORP values

Experimental ORP (mV)	Soil ORP (mV)
–333	+235
–330	+311
–440	+354

In conclusion, it should be noted that the universality of entropy interactions has already been demonstrated in more complex systems, including cosmological ones [2], and can find application in the technology of the food and pharmaceutical industries.

Conclusions

1. It has been established for the first time that when grain is wetted, processes of transformation of its composition occur, leading to the formation of electron-donor properties of the solution around the grain and an increase in its biological activity.
2. The effect of such a solution inside the grain triggers germination processes leading to the growth of stems and roots of the future plant.
3. The application of entropy principles made it possible to determine the technology for obtaining ORP during seed germination.
4. The described methodology can be useful for assessing structural interactions in other biological systems.

REFERENCES

1. Green, N., Stout, N., Taylor, W. *Biologiya* [Biology]: in 3 vols. – Moscow: Mir, 2004. – 1023 p.
2. Korablev, G.A. Entropy principles in physical chemistry and cosmology. // *Nauka i mir* [Science and the World]. – 2025. – No. 9 (145). – Pp. 6–14. (In Russ.).
3. Kovrigo, V.P. *Pochvy Udmurtskoi Respubliki* [Soils of the Udmurt Republic]: monograph. – Izhevsk: RIO Izhevskaya GSHA, 2004. – 490 p.
4. Meledina, T.V., Prokhorchik, I.P., Kuznetsova, L.I. *Biokhimicheskie protsessy pri proizvodstve soloda* [Biochemical processes in malt production]: textbook. – St. Petersburg: NRU ITMO; IHiBT, 2013. – 89 p.
5. Pasko, O.A. *Aktivirovannaya voda i vozmozhnosti ee primeneniya v rastenievodstve i zhivotnovodstve* [Activated water and its application potential in crop and livestock production]: monograph / edited by D.D. Dobmoev. – Tomsk: Tomsk Polytechnic University Press, 2011. – 397 p.
6. Rudenok, V.A. Redox potential of seed germination. // *Michurinskii agronomicheskii vestnik* [Michurinsk Agronomic Bulletin]. – 2024. – No. 1. – Pp. 74–78.

Материал поступил в редакцию 09.09.26

ЭНТРОПИЙНЫЙ МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ (переведено с русского языка)

В.А. Руденок¹, Г.А. Кораблев²

¹ кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой химии, rudenva@rambler.ru,

² доктор химических наук, профессор, кафедра физики, korablevga@mail.ru

^{1,2} ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет» (г. Ижевск), Россия

Аннотация. Цель: установление механизма формирования отрицательного окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) при прорастании зерна и его связи с энтропийными закономерностями. **Методы.** Измерения ОВП проводили потенциометрическим методом с использованием платинового и хлорсеребряного электродов в водной суспензии зерна (овёс, пшеница, рожь, ячмень) в течение 25 часов при комнатной температуре. **Научная новизна.** Впервые предложен механизм формирования отрицательного ОВП, основанный на ферментативном превращении молочной кислоты в пировиноградную с выделением свободных электронов. Показано, что данный процесс подчиняется энтропийным закономерностям, а его количественные характеристики связаны с геодезическим углом (54,7°), универсальным для стабильных структурных систем. **Результаты.** Экспериментально подтверждено направленное смещение ОВП от +184 до –333 мВ в течение 24 часов. Установлено, что отношение отрицательных значений ОВП семян к тангенсу геодезического угла даёт значения, соответствующие известному диапазону положительного ОВП почвы (от +200 до +400 мВ). Полученные данные позволяют рассматривать проращивание семян как энтропийный процесс и могут быть использованы для разработки методов управления ростовыми процессами в растениеводстве.

Ключевые слова: окислительно-восстановительный потенциал, прорастающее зерно, энтропия.

Philological sciences
Филологические науки

УДК 80

**ЛЕКСИКОГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СОМАТИЧЕСКИХ
ФРАЗЕОЛОГИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ: СРАВНИТЕЛЬНО-СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ
АНАЛИЗ УЗБЕКСКОГО И РУССКОГО ЯЗЫКОВ**

Д.Х. Суюнова, самостоятельный соискатель

Самаркандский государственный университет имени Шарофа Рашидова (г. Самарканд), Узбекистан

Аннотация. Статья посвящена сравнительно-сопоставительному анализу соматических фразеологических единиц русского и узбекского языков. Рассматриваются устойчивые выражения с компонентами «рука / qo'l», «язык / til», «сердце / yurak» и «глаз / ko'z», отражающие национально-культурную специфику двух языков. Особое внимание уделяется способам лексикографического описания фразеологизмов в русских и узбекских словарях.

Ключевые слова: соматическая фразеология, сопоставительная лексикография, русский язык, узбекский язык, фразеологический эквивалент, безэквивалентная лексика, словари, лингвокультурология.

Введение

Фразеология отражает национальную культуру, мировосприятие и языковое сознание народа. Особое место занимают соматические фразеологизмы — устойчивые выражения с названиями частей тела, характеризующиеся образностью, экспрессивностью и семантической устойчивостью. Они передают эмоционально-оценочные значения, характеризуют человека и различные жизненные ситуации.

Соматические фразеологизмы представляют интерес для лексикографии, поскольку их значение обусловлено не только компонентами, но и языковыми и культурными особенностями. Сопоставление русского и узбекского языков позволяет выявить общие закономерности и национальную специфику их семантики, употребления и лексикографического описания.

Теоретико-методологические основы исследования

Теоретические основы отечественной фразеологии заложил В. В. Виноградов [2, 140-161]. В статье «Об основных типах фразеологических единиц в русском языке» он предложил делить фразеологические единицы на сращения, единства и сочетания в зависимости от степени семантической спаянности компонентов. Эта классификация стала основой дальнейших исследований русской фразеологии и существенно повлияла на развитие отечественной фразеологии.

В узбекском языкознании фразеологию системно разрабатывал Ш. Рахматуллаев [5, 264]. Его докторская диссертация «O'zbek frazeologiyasining ba'zi masalalari» (1966) посвящена смысловым отношениям между фразеологическими единицами — полисемии, синонимии, антонимии и омонимии, — а также вопросу фразеологической вариантности: по Рахматуллаеву, варианты одного и того же выражения должны восходить к единому источнику, сохранять общий образ и значение и иметь общий лексический компонент, различаясь лишь лексико-грамматическим оформлением.

Отдельное место среди фразеологизмов занимают соматические единицы, включающие наименования частей тела. Термин «соматический фразеологизм» ввёл эстонский исследователь Ф. Вакк [1, 29], одним из первых выделивший эту группу устойчивых выражений в самостоятельный объект изучения: по его мнению, соматические компоненты относятся к наиболее древнему и продуктивному пласту фразеологии, поскольку отражают многовековой опыт осмысления человеком собственного тела и окружающего мира. Именно поэтому такие единицы широко представлены в разных, в том числе неродственных, языках и представляют значительный интерес для сопоставительных исследований, помогая выявить как универсальные черты языковой картины мира, так и национально-культурную специфику словарного описания.

Материал и методы исследования

Материалом исследования послужили соматические фразеологические единицы русского и узбекского языков, отобранные методом сплошной выборки из академических фразеологических словарей: «Фразеологического словаря русского литературного языка» А. И. Фёдорова и «O'zbek tili frazeologik lug'ati» Ш. Рахматуллаева.

В работе использованы сравнительно-сопоставительный, описательный и лексикографический методы. Анализировались структура словарных статей, способы толкования значений, отражение стилистических помет, вариантность фразеологических единиц и использование литературных иллюстраций.

Результаты и обсуждение

Из словарей были отобраны наиболее употребительные соматические фразеологизмы, содержащие компоненты, обозначающие части тела. Для сопоставления выбраны единицы с компонентами «рука / *qo'li*», «язык / *til*», «сердце / *yurak*» и «глаз / *ko'z*» – как наиболее продуктивные и широко представленные в словарях обоих языков.

Компонент «рука / *qo'li*». Это одна из самых многочисленных групп: в обоих языках такие выражения характеризуют трудовые навыки человека, его нравственные качества и отношение к труду.

Сопоставим «золотые руки» и «*qo'li gul*» – выражения со схожим значением, характеризующие умелого работника. «Фразеологический словарь русского литературного языка» толкует выражение «золотые руки» как характеристику искусного, умелого мастера и приводит три литературных примера: – из романа В. Кожевникова «Щит и меч»: «Ну, знаешь, золотые руки! Виртуозы!»; – из романа С. Бабаевского «Кавалер Золотой Звезды»: «Золотые руки у этой женщины!»; – из очерков В. К. Арсеньева «Сквозь тайгу»: «Природа наградила его золотыми руками» [ФСРЛЯ, 584].

«*O'zbek tili frazeologik lug'ati*» определяет «*qo'li gul*» как человека, который мастерски и красиво выполняет свою работу, – это подтверждается примером из романа А. Каххара «*Qo'shchinor chiroqlari*»: «*Zokir ota, shubhasiz, juda tajribali paxtakor, qo'li gul*» [O'TFL, 443].

Перед нами полный эквивалент: значение (характеристика умелого мастера), положительная оценочность и сфера употребления (разговорная речь, художественная проза) совпадают в обоих языках. Отличаются лишь словари: русский даёт несколько иллюстраций из разных источников, узбекский – один развёрнутый контекст из национальной литературы.

Компонент «язык / *til*». В обоих языках такие фразеологизмы чаще всего характеризуют речевое поведение человека – разговорчивость, сдержанность, умение хранить тайну или, наоборот, несдержанность в высказываниях.

Возьмём «держат язык за зубами» и «*tilini tiymoq*» – выражения, связанные со сдержанностью в речи. Русский словарь толкует первое как «молчать, не говорить лишнего, хранить тайну» и иллюстрирует его репликой персонажа из пьесы В. Вишневского «Оптимистическая трагедия»: «...одно знать мы обязаны: держать язык за зубами» [ФСРЛЯ, 196].

Узбекский словарь определяет «*til(i)ni tiymoq*» как «воздерживаться от высказывания какой-либо мысли» и иллюстрирует значение примером из романа С. Анорбоева «*Oqsoy*»: «*Tilini tiymaganlarning tilini kes, og'ziga qo'rg'oshin eritib quy*» – суровое предписание о наказании за несдержанность в речи [O'TFL, 494]. Эта пара – частичный эквивалент: общая идея речевой сдержанности совпадает в обоих языках, но не совпадает видовой аспект значения. «Держат язык за зубами» описывает удержание тайны как длящееся состояние, тогда как «*tilini tiymoq*» – разовое усилие сдержаться в конкретный момент речи. Коммуникативная функция (предостережение против лишних слов) при этом близка.

Компонент «сердце / *yurak*». Эта группа передаёт эмоциональное состояние человека, его переживания, искренность, душевную открытость и отношение к окружающим.

Выражения «сердце не на месте» и «*yuragi taka-puka*» описывают состояние тревоги или беспокойства. Русский словарь фиксирует два варианта – «сердце не на месте» и устаревшее «сердце не на своём месте» – и приводит две литературные иллюстрации: – из драмы А. С. Пушкина «Русалка»: «Ох, сердце не на месте! Не в пору сладили мы эту свадьбу»; – из повести Н. М. Карамзина «Бедная Лиза»: «У меня всегда сердце бывает не на своём месте, когда ты ходишь в город» [ФСРЛЯ, 611].

Узбекский словарь определяет «*yuragi taka-puka*» как «быть в душевном смятении, тревоге» (с синонимом «*ko'ngli bejo*») и приводит два примера: – из повести Р. Файзиева «*Qaynana*»: «...*deb yuragim taka-puka bo'la boshladi*»; – из романа А. Каххара «*Sinchalak*»: «...*Usmonjonning yuragini taka-puka qilib qo'ydi*» [O'TFL, 567].

Полный эквивалент: оба фразеологизма передают одно и то же эмоциональное состояние тревоги, различаясь лишь образным оформлением – пространственная метафора в русском против звукоподражания в узбекском.

Компонент «глаз / *ko'z*». Эти фразеологизмы описывают зрительное восприятие, наблюдательность, отношение человека к окружающему миру и эмоциональную оценку ситуаций. Благодаря своей образности они широко используются в разговорной и художественной речи.

Выражения «не сводить глаз» и «*ko'zini uzmaslik*» обозначают внимательное, непрерывное наблюдение. Русский словарь толкует первое выражение как «внимательно, пристально смотреть на кого-либо» и приводит пример из романа И. С. Тургенева «Рудин»: «...он не сводит с вас глаз, следит за каждым вашим движением» [ФСРЛЯ, 601].

Узбекский словарь определяет «*ko'zini uzmaslik*» как «неотрывно смотреть», отмечая также вариант «*ko'z uzmaslik*», и приводит два примера: – из повести Х. Назира «*Odamning qadri*»: «...*qirlar, so'lim bog'lardan ko'zini uzgisi kelmasdi*»; – из произведения С. Абдукаххора «*Hayotning boshlanishi*»: «*Bekniyoz minut sayin uzoqlashib borayotgan mashinadan ko'z uzmay qo'l silkitib turdi*» [O'TFL, 270].

И здесь полный эквивалент: совпадают значение (неотрывно смотреть), образная основа (невозможность оторвать взгляд) и коммуникативная функция. Русский словарь ограничивается одной иллюстрацией, узбекский фиксирует вариант и приводит два контекста из разных произведений.

Заключение

Проведённый сравнительно-сопоставительный анализ соматических фразеологических единиц русского и узбекского языков показал, что в большинстве случаев они совпадают по значению, образной основе и сфере употребления. Из четырёх рассмотренных пар («золотые руки» / «qo‘li gul», «держать язык за зубами» / «tilini tiymoq», «сердце не на месте» / «yuragi taka-puka», «не сводить глаз» / «ko‘zini uzmaslik») три образуют полные эквиваленты, а одна – «держать язык за зубами» / «tilini tiymoq» – частичный эквивалент: общая идея речевой сдержанности сохраняется, но расходится видовой аспект значения (длящееся состояние в русском против разового усилия в узбекском). Это свидетельствует об универсальности осмысления человеческого тела в соматической фразеологии русского и узбекского языков.

Вместе с тем сопоставление словарных статей выявило различия в принципах лексикографического описания. «Фразеологический словарь русского литературного языка» акцентирует стилистические оттенки значения и использует несколько литературных иллюстраций, тогда как «O‘zbek tili frazeologik lug‘ati» обычно приводит один развёрнутый контекст из узбекской художественной литературы. Эти подходы взаимодополняют друг друга и могут быть объединены при создании сопоставительного русско-узбекского словаря соматических фразеологизмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вакк, Ф. О соматической фразеологии в современном эстонском литературном языке: автореф. дис. ... канд. филол. наук. – Таллин, 1964. – 29 с.
2. Виноградов, В.В. Об основных типах фразеологических единиц в русском языке // Виноградов В. В. Избранные труды. Лексикология и лексикография. – М.: Наука, 1977. – С. 140–161.
3. Гак, В.Г. Сопоставительная лексикология: на материале французского и русского языков. – М.: Международные отношения, 1977. – 264 с.
4. Фёдоров, А.И. Фразеологический словарь русского литературного языка. – 3-е изд., испр. – М.: Астрель: АСТ, 2008. – 878 с.
5. Рахматуллаев, III. O‘zbek frazeologiyasining ba’zi masalalari. – Тошкент: Фан, 1966. – 264 с.
6. Rahmatullayev, Sh., Mahmudov, N., Xolmanova, Z., O‘razova, I., Rixsiyeva, K. O‘zbek tili frazeologik lug‘ati. – Toshkent: G‘afur G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2022. – 636 b.

Материал поступил в редакцию 11.09.26

LEXICOGRAPHIC REPRESENTATION OF SOMATIC PHRASEOLOGICAL UNITS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE UZBEK AND RUSSIAN LANGUAGES

D.Kh. Suyunova, Independent Researcher
Sharof Rashidov Samarkand State University (Samarkand), Uzbekistan

Abstract. The article is devoted to a comparative analysis of somatic phraseological units in the Russian and Uzbek languages. It examines fixed expressions containing the components “pyka / qo‘l,” “язык / til,” “сердце / yurak,” and “глаза / ko‘z,” which reflect the national and cultural specificity of the two languages. Particular attention is paid to the ways of lexicographic representation of phraseological units in Russian and Uzbek dictionaries.

Keywords: somatic phraseology, comparative lexicography, Russian language, Uzbek language, phraseological equivalent, non-equivalent vocabulary, dictionaries, linguoculturology.

Medical sciences

Медицинские науки

УДК 61

**ПСОРИАЗ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ:
ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ И ОСОБЕННОСТИ НАЗНАЧЕНИЯ ТЕРАПИИ**

А.А. Валиев, кандидат медицинских наук,
ассистент кафедры дерматовенерологии, детской дерматовенерологии
Ташкентский Государственный Медицинский Университет (г. Ташкент), Узбекистан

***Аннотация.** Псориаз в детском и подростковом возрасте представляет собой хроническое воспалительное заболевание, при котором выраженность клинических проявлений не всегда соответствует степени психологического неблагополучия пациента.*

***Ключевые слова:** психологическая адаптация, кожа, тревожность, терапия, приверженность лечению.*

Псориаз у ребенка нельзя рассматривать только как дерматологическую проблему, ограниченную появлением эритематозно-сквамозных элементов на коже. Современные представления относят его к хроническим иммуно-воспалительным заболеваниям, способным сопровождаться системными проявлениями и коморбидными состояниями. Для детской дерматологии эти цифры имеют особое значение. Заболевание начинается в тот период, когда формируются самооценка, отношение к собственной внешности и навыки социального взаимодействия. У ребенка младшего школьного возраста видимые бляшки могут становиться причиной вопросов и настороженности окружающих, тогда как подросток чаще воспринимает тот же дефект через призму собственной привлекательности и отношения сверстников. Поражение волосистой части головы иногда ошибочно воспринимается окружающими как недостаточная гигиена. Высыпания на кистях невозможно постоянно скрывать одеждой. При поражении лица психологический дискомфорт может оказаться выраженным даже при сравнительно небольшой площади пораженной кожи. Поэтому два пациента с одинаковой площадью высыпаний способны совершенно по-разному переносить заболевание. Психологический компонент приобретает еще большее значение из-за хронического и рецидивирующего характера псориаза. Ребенок сталкивается не только с самими высыпаниями, но и с необходимостью регулярно наносить наружные препараты, посещать врача, соблюдать режим терапии и переживать повторные обострения после периода улучшения. Эмоциональный стресс, в свою очередь, рассматривается среди факторов, способных сопровождать обострение псориаза, наряду с инфекциями и травматизацией кожи. Возникает клинически важная взаимосвязь: видимые проявления болезни усиливают эмоциональное напряжение, а стресс может затруднять контроль заболевания и соблюдение назначенного лечения.

Цель исследования – проанализировать взаимосвязь клинических проявлений псориаза с психологической адаптацией детей и подростков и определить основные принципы индивидуального выбора терапии с учетом тяжести заболевания, локализации поражений, качества жизни и возрастных особенностей пациента.

Работа выполнена в формате аналитического обзора современной научной литературы и клинических рекомендаций, посвященных псориазу детского и подросткового возраста. Анализировались публикации, рассматривающие клиническую тяжесть заболевания, качество жизни, психологические последствия, коморбидность, наружную терапию, фототерапию, системное лечение и применение биологических препаратов. При интерпретации терапевтических подходов основное внимание уделялось рекомендациям по ведению пациентов младше 18 лет и исследованиям последних лет. Для анализа клинической тяжести рассматривались показатели площади и выраженности поражения кожи, локализация элементов, наличие зуда и других субъективных симптомов. Психологическая составляющая оценивалась по данным исследований, использующих показатели качества жизни, прежде всего детские дерматологические шкалы. Подобный подход выбран сознательно, поскольку тяжесть псориаза у ребенка нельзя достоверно характеризовать только количеством бляшек или процентом пораженной поверхности тела.

Проведенный анализ показал, что психологическая нагрузка псориаза формируется сразу несколькими компонентами и не имеет простой линейной зависимости от площади кожного поражения. Наиболее значимыми оказались видимость элементов, зуд и дискомфорт, хроническое рецидивирующее течение, необходимость постоянного лечения и влияние заболевания на повседневную активность. Дополнительное значение имеют возраст ребенка и реакция семьи. Современный метаанализ, включивший 21 исследование,

1038 детей и 1161 человека из числа ухаживающих за ними взрослых, показал наличие той или иной степени нарушения связанного со здоровьем качества жизни у 84,8% детей и у 96,1% ухаживающих взрослых. Наиболее затронутыми у детей оказались сферы симптомов, досуга и проблем, связанных с лечением. Эти результаты показывают, что заболевание затрагивает не только самого пациента, но и семейную систему.

Полученные данные позволяют выделить важное клиническое противоречие. Выраженность кожного процесса и психологическая адаптация связаны между собой, однако эта связь не абсолютна. У пациента с небольшой площадью поражения могут присутствовать значительные ограничения, если элементы расположены на лице, кистях или волосистой части головы. Представим подростка 14 лет с относительно ограниченными высыпаниями на лбу и границе роста волос. С позиции одной только площади поражения заболевание может выглядеть умеренным. Однако если пациент перестает фотографироваться, избегает спортивных мероприятий и ежедневно пытается скрывать элементы, реальное бремя заболевания значительно выше, чем можно предположить при обычном осмотре кожи.

При выборе терапии поэтому требуется оценивать как минимум четыре компонента: объективную тяжесть кожного процесса, локализацию поражений, субъективные симптомы и качество жизни. При легком ограниченном псориазе основой лечения обычно остается местная терапия. В педиатрической практике применяются наружные глюкокортикостероиды, аналоги витамина D и их комбинации; при отдельных локализациях используются другие наружные средства. Высокая и сверхвысокая активность топических кортикостероидов требует особой осторожности у детей. Для чувствительных зон, включая лицо и складки, терапевтическая тактика отличается от лечения плотных бляшек на туловище или конечностях. Следовательно, назначение препарата только по диагнозу «псориаз» без учета возраста и локализации нельзя считать достаточным индивидуальным подходом. При умеренном и тяжелом течении рассматривается расширение терапии. Фототерапия может применяться при умеренном и тяжелом бляшечном или каплевидном псориазе. Среди традиционных системных средств в педиатрической практике используется метотрексат; отдельные клинические ситуации могут требовать циклоспорина или системных ретиноидов. Современные рекомендации одновременно отражают значительное расширение возможностей таргетной терапии детей. Решение о системном или биологическом лечении должно приниматься индивидуально с учетом возраста, формы и тяжести заболевания, предшествующего лечения, сопутствующих состояний, противопоказаний и действующей регистрации конкретного препарата в стране. Международные рекомендации также подчеркивают, что окончательный выбор терапии должен учитывать индивидуальные характеристики ребенка, а также ценности и предпочтения пациента и его родителей или законных представителей.

Анализ показывает еще одну практическую особенность: психологическая адаптация способна непосредственно влиять на эффективность назначенного лечения через приверженность. Слишком сложная схема, необходимость многократного нанесения наружных средств, неприятная консистенция препарата или заметность средства на коже могут снижать готовность подростка выполнять рекомендации. В такой ситуации отсутствие эффекта не всегда означает фармакологическую неэффективность терапии. Перед ее усилением необходимо выяснить, как именно пациент применяет назначенные препараты. Для врача вопрос «помогает ли лечение?» поэтому целесообразно дополнять вопросами «как часто вы реально используете препарат?» и «что больше всего мешает лечению?». Подобная беседа иногда дает больше практической информации, чем формальное повторение инструкции.

Полученные данные также свидетельствуют о необходимости активного выявления сопутствующих проблем. Международные рекомендации по детскому псориазу обращают внимание на психическое здоровье наряду с псориатическим артритом, ожирением, метаболическими и другими коморбидными состояниями. Если подросток сообщает о стойком снижении настроения, выраженной тревоге, социальной изоляции или резком изменении поведения, ограничиваться коррекцией наружного лечения недостаточно. В подобных случаях оправдано подключение педиатра и специалиста по психическому здоровью в зависимости от выявленной проблемы.

Практически это позволяет предложить следующую модель наблюдения. При каждом контрольном визите оценивается не только состояние кожи, но и три дополнительных параметра: насколько заболевание мешает учебе и общению, насколько пациент выполняет лечение и изменилось ли его эмоциональное состояние после предыдущего визита. Для ребенка младшего возраста ответы родителей имеют большое значение, однако в подростковом возрасте желательно предоставить самому пациенту возможность описать свои трудности. Родитель может считать лечение успешным, поскольку площадь высыпаний уменьшилась, тогда как подросток продолжает тяжело переживать из-за двух сохранившихся бляшек на лице. Для клинического решения важны обе точки зрения.

Следовательно, наиболее рациональной представляется не схема «чем больше площадь поражения, тем сильнее препарат», а ступенчатая индивидуализация терапии. Она должна объединять клиническую тяжесть, локализацию, возраст, безопасность лекарственного средства, предшествующий ответ на лечение, качество жизни и психологическую адаптацию. При таком подходе улучшение состояния кожи остается центральной целью дерматологического лечения, но не единственным критерием его успешности. Для ребенка или подростка полноценным результатом становится возможность учиться, общаться, заниматься спортом и участвовать в обычной социальной жизни без постоянного ощущения, что заболевание определяет его поведение.

Современный подход не позволяет определять ее исключительно по площади пораженной поверхности. Международный консенсус по лечению детского псориаза рассматривает тяжесть с учетом распространенности и выраженности поражений, их локализации и влияния заболевания на качество жизни. Особенно значимы участки, которые трудно скрыть или которые создают функциональные ограничения: лицо, волосистая часть головы, кисти, стопы и отдельные чувствительные локализации. Поэтому ребенок с относительно небольшим количеством элементов не обязательно имеет «легкую» болезнь в повседневном смысле. Если из-за нескольких заметных бляшек подросток перестает посещать спортивные занятия, избегает фотографирования или постоянно носит закрывающую кожу одежду, влияние заболевания становится клинически значимым.

Современные данные подтверждают масштаб этой проблемы. В опубликованном в 2026 году систематическом обзоре и метаанализе были объединены результаты 21 исследования, включавших 1038 детей с псориазом и 1161 родителя или другого ухаживающего взрослого. Нарушение связанного со здоровьем качества жизни той или иной степени было обнаружено у 84,8% детей. Среди ухаживающих взрослых соответствующий показатель достигал 96,1%. Наиболее выраженные трудности у детей относились к симптомам заболевания, досугу и проблемам, связанным непосредственно с лечением. Была также выявлена умеренная положительная корреляция между тяжестью заболевания ребенка по PASI и нагрузкой заболевания на качество жизни ухаживающего взрослого ($r=0,463$). Эти результаты важны тем, что показывают семейный характер проблемы: хроническое заболевание ребенка затрагивает не одного пациента, а ближайшее окружение.

Психологическая адаптация при этом неодинакова у разных пациентов. Один подросток достаточно спокойно относится к периодически появляющимся элементам и продолжает привычную социальную активность. Другой при сопоставимой клинической картине может испытывать выраженную тревогу и стеснение. Большое значение имеют локализация высыпаний, особенности личности, семейная поддержка, реакция сверстников и длительность предыдущего лечения. Систематический обзор психологических последствий псориаза с началом в детстве обращает внимание на повышенный риск тревожных и депрессивных расстройств и других нарушений психологического благополучия. Поэтому оценка эмоционального состояния не должна проводиться только тогда, когда ребенок сам сообщает о серьезной проблеме. В рекомендациях AAD–NPF предусмотрен регулярный скрининг педиатрических пациентов с псориазом на депрессию и тревогу независимо от возраста.

Таким образом, в конце можно прийти к единому мнению, что для практической педиатрической дерматологии наиболее обоснован подход, при котором целью становится не только уменьшение количества псориазических элементов, но и сохранение нормальной учебной, семейной и социальной активности ребенка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева, Е.А., Олисова, О.Ю., Пинегин, В.Б. Псориаз: вопросы патогенеза, клиники и современных подходов к терапии // Российский журнал кожных и венерических болезней. – М., 2020.
2. Кубанова, А.А., Карамова, А.Э., Знаменская, Л.Ф. и др. Псориаз: современные подходы к диагностике и терапии // Вестник дерматологии и венерологии. – М., 2018.
3. Федеральные клинические рекомендации. Псориаз. – М.: Российское общество дерматовенерологов и косметологов, 2023.
4. Bronckers, I. M. G. J., Paller, A. S., van Geel, M.J. et al. Psoriasis in children and adolescents: diagnosis, management and comorbidities // Paediatric Drugs. – 2015. – Vol. 17, No. 5. – P. 373–384.
5. Eisert, L., Augustin, M., Bach, S. et al. S2k guidelines for the treatment of psoriasis in children and adolescents – Short version part 1 // Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft. – 2019. – Vol. 17, No. 8. – P. 856–870.
6. Eisert, L., Augustin, M., Bach, S. et al. S2k guidelines for the treatment of psoriasis in children and adolescents – Short version part 2 // Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft. – 2019. – Vol. 17, No. 9. – P. 959–973.
7. Hebert, A.A., Browning, J., Kwong, P.C. et al. Diagnosis and management of pediatric psoriasis: an overview for pediatricians // Journal of Drugs in Dermatology. – 2023. – Vol. 22, No. 8. – P. 742–752.
8. Menter, A., Cordoro, K.M., Davis, D.M.R. et al. Joint American Academy of Dermatology–National Psoriasis Foundation guidelines of care for the management and treatment of psoriasis in pediatric patients // Journal of the American Academy of Dermatology. – 2020. – Vol. 82, No. 1. – P. 161–201.

Материал поступил в редакцию 05.09.26

PSORIASIS IN CHILDREN AND ADOLESCENTS: PSYCHOLOGICAL ADAPTATION AND FEATURES OF THERAPY

A.A. Valiev, Candidate of Medical Sciences,
Assistant, Department of Dermatovenereology, Pediatric Dermatovenereology.
Tashkent State Medical University (Tashkent), Uzbekistan

Abstract. Psoriasis in childhood and adolescence is a chronic inflammatory disease in which the severity of clinical manifestations does not always correspond to the degree of psychological distress of the patient.

Keywords: psychological adaptation, skin, anxiety, therapy, treatment adherence.

УДК 61

К ВОПРОСУ ПАТОЛОГИИ МЕЙОЗА В АСПЕКТЕ МЕДИЦИНСКОЙ БИОЛОГИИ

С.Х. Икрамова, доцент кафедры медицинской и биологической химии, медицинской биологии и генетики
Ташкентский Государственный Медицинский Университет (г. Ташкент), Узбекистан

***Аннотация.** В данной научной работе рассматриваются патологические нарушения мейоза и их значение в медицинской генетике. Исследование посвящено анализу механизмов возникновения хромосомных аномалий, связанных с ошибками мейотического деления, а также их влиянию на формирование наследственных заболеваний и врождённых пороков развития.*

***Ключевые слова:** хромосомы, мутация, наследственные заболевания, пренатальная диагностика, генетический риск.*

Проблема наследственных заболеваний в последние десятилетия приобрела особую значимость не только для медицины, но и для общества в целом. Развитие генетики позволило значительно глубже понять механизмы возникновения врождённых патологий, однако одновременно стало очевидно, насколько сложными являются процессы клеточного деления и передачи наследственной информации. Одним из наиболее важных этапов формирования генетического материала человека считается мейоз. Именно в процессе мейотического деления происходит образование половых клеток с половинным набором хромосом. Этот механизм обеспечивает генетическое разнообразие и поддержание стабильности человеческого генома. На первый взгляд может показаться, что процесс мейоза работает почти безошибочно, поскольку человечество продолжает существовать и развиваться. Но даже небольшое нарушение на одном из этапов деления способно привести к тяжёлым последствиям. Иногда ошибка возникает случайно, иногда на неё влияют внешние факторы, возраст родителей или особенности наследственности. Итогом подобных нарушений могут становиться хромосомные аномалии, врождённые пороки развития, бесплодие и тяжёлые генетические заболевания.

Современная медицинская генетика рассматривает патологию мейоза как одну из центральных причин формирования наследственных синдромов. Особенно большое значение имеют нарушения расхождения хромосом. Если во время деления клетки хромосомы распределяются неправильно, образуются гаметы с избыточным или недостаточным количеством генетического материала. После оплодотворения подобные нарушения переходят в клетки будущего организма. Именно по этой причине возникают анеуплоидии — состояния, при которых число хромосом отличается от нормы. Наиболее известным примером остаётся синдром Дауна, связанный с наличием дополнительной 21-й хромосомы. Интересно, что ещё несколько десятилетий назад многие подобные патологии не могли быть точно диагностированы. Сегодня благодаря развитию цитогенетики и молекулярной диагностики врачи способны выявлять хромосомные нарушения уже на ранних стадиях внутриутробного развития.

Для Узбекистана вопросы медицинской генетики становятся всё более актуальными. В последние годы в стране активно развиваются центры пренатальной диагностики и генетического консультирования. Рост внимания к проблемам наследственных заболеваний связан не только с развитием медицины, но и с изменением демографической ситуации. Повышение возраста рождения первого ребёнка, воздействие экологических факторов и рост хронических заболеваний среди населения увеличивают риск генетических патологий. Исследования показывают, что часть врождённых аномалий может быть связана именно с нарушениями мейоза. Особенно важным становится своевременное выявление подобных состояний, поскольку ранняя диагностика позволяет снизить вероятность тяжёлых осложнений и повысить качество медицинской помощи.

Мейоз представляет собой особый тип клеточного деления, в результате которого формируются половые клетки — сперматозоиды и яйцеклетки. В отличие от митоза, где число хромосом сохраняется, мейоз уменьшает хромосомный набор вдвое. Это необходимо для поддержания постоянного количества хромосом у потомства после оплодотворения. Сам процесс мейоза кажется удивительно сложным. Клетка должна точно распределить генетический материал, провести обмен участками хромосом и сформировать полноценные гаметы. Ошибка даже на одном этапе способна нарушить дальнейшее развитие организма. Особенно интересным является тот факт, что человеческий организм ежедневно производит огромное количество половых клеток, однако большинство из них формируется без серьёзных нарушений. Это говорит о высокой точности генетических механизмов. Но абсолютной защиты от ошибок природа не создала.

Одной из наиболее распространённых патологий мейоза считается нерасхождение хромосом. Во время деления клетки парные хромосомы должны расходиться к противоположным полюсам клетки. Если этого не происходит, одна гамета получает лишнюю хромосому, а другая — теряет её. После оплодотворения возникает анеуплоидия. Подобные нарушения становятся причиной тяжёлых генетических синдромов. Синдром Дауна считается наиболее известным примером. Частота его возникновения в мире составляет примерно 1 случай на

700–800 новорождённых. В Узбекистане также ежегодно регистрируются случаи рождения детей с данной патологией. Медицинские специалисты отмечают, что риск увеличивается с возрастом матери, особенно после 35 лет. Интересно, что именно возрастной фактор остаётся одним из наиболее изученных в медицинской генетике.

Причины возрастного увеличения риска генетических нарушений до конца всё ещё изучаются. Женские половые клетки начинают формироваться ещё в эмбриональном периоде и могут находиться в состоянии покоя десятилетиями. За это время возрастает вероятность повреждения клеточных структур и нарушения работы механизмов деления. Иногда создаётся ощущение, что сама биологическая система со временем начинает терять точность. У мужчин ситуация несколько отличается, поскольку сперматозоиды образуются постоянно. Однако и мужской возраст постепенно рассматривается как фактор генетического риска. Некоторые исследования показывают связь между возрастом отца и увеличением числа спонтанных мутаций у потомства.

Особое место среди патологий мейоза занимает синдром Шерешевского–Тернера. Это заболевание связано с отсутствием одной X-хромосомы у женщин. Подобная патология приводит к нарушениям физического развития, бесплодию и эндокринным расстройствам. Интересно, что часть пациентов долгое время может не подозревать о наличии генетического синдрома. Иногда заболевание выявляется только в подростковом возрасте при нарушении полового созревания. Подобные случаи показывают, насколько сложной может быть диагностика генетических патологий. Не менее значимым считается синдром Клайнфельтера, возникающий у мужчин при наличии дополнительной X-хромосомы. Пациенты нередко имеют высокий рост, нарушения репродуктивной функции и гормональные изменения. В некоторых случаях заболевание выявляется случайно уже во взрослом возрасте. Медицинская генетика показывает, что даже небольшое изменение количества хромосом способно существенно влиять на развитие организма. Особенно интересно наблюдать, насколько по-разному проявляются генетические нарушения у разных людей. Иногда клинические симптомы выражены резко, а иногда патология остаётся почти незаметной.

Большую роль в возникновении патологий мейоза играют мутагенные факторы окружающей среды. Радиация, токсические химические вещества, загрязнение воздуха и некоторые лекарственные препараты способны повреждать генетический аппарат клеток. В экологически неблагоприятных регионах риск генетических нарушений может возрастать. Для Узбекистана эта проблема особенно актуальна в районах Приаралья. Высыхание Аральского моря привело к распространению солёных бурь, содержащих токсические вещества и тяжёлые металлы. Некоторые исследования указывают на возможное увеличение частоты врождённых аномалий в подобных регионах. Хотя прямую связь установить сложно, влияние экологических факторов на генетическое здоровье населения активно изучается. Интересно, что не все нарушения мейоза приводят к рождению ребёнка с патологией. Во многих случаях эмбрион погибает ещё на ранних стадиях развития. По данным эмбриологии, значительная часть самопроизвольных выкидышей связана именно с хромосомными аномалиями. Организм словно самостоятельно прекращает развитие эмбриона с тяжёлыми генетическими дефектами. Это выглядит жёстко с точки зрения человеческого восприятия, однако биологически подобный механизм можно рассматривать как форму естественного отбора.

Современная цитогенетика позволяет выявлять многие нарушения ещё до рождения ребёнка. Пренатальный скрининг сегодня считается одним из важнейших направлений профилактической медицины. В Узбекистане постепенно расширяется система дородовой диагностики. Беременные женщины проходят ультразвуковые исследования, биохимический скрининг и при необходимости генетическое консультирование. Особенно важным становится выявление хромосомных аномалий на ранних сроках беременности. Иногда именно своевременная диагностика позволяет предотвратить тяжёлые осложнения и подготовить семью к дальнейшему медицинскому сопровождению ребёнка.

Большое значение имеет и развитие молекулярной генетики. Если раньше диагностика ограничивалась изучением кариотипа, то современные методы позволяют анализировать отдельные участки ДНК. Генетические технологии развиваются настолько быстро, что некоторые методы, считавшиеся сложными ещё 10–15 лет назад, постепенно становятся рутинными. Особенно активно внедряются методы секвенирования генома и неинвазивного пренатального тестирования. Подобные исследования позволяют значительно повысить точность диагностики.

Интересной особенностью патологий мейоза является их связь с бесплодием. Нарушения формирования половых клеток могут приводить к невозможности зачатия. Мужское бесплодие нередко связано с генетическими дефектами сперматогенеза. У женщин проблемы могут быть связаны с нарушением созревания яйцеклеток. В последние годы проблема бесплодия становится всё более распространённой. Медицинские специалисты связывают это не только с образом жизни, но и с воздействием экологических факторов, стрессом и ухудшением репродуктивного здоровья населения.

Некоторые исследователи предполагают, что рост числа генетических нарушений частично связан с изменением условий жизни человека. Современная медицина позволяет выживать людям с тяжёлыми наследственными заболеваниями, что постепенно влияет на генетическую структуру популяции. Подобная точка зрения остаётся дискуссионной, но она показывает, насколько сложными являются вопросы медицинской генетики и биоэтики. Особую роль играет генетическое консультирование. Семьи с наследственными

заболеваниями нуждаются не только в медицинской помощи, но и в психологической поддержке. Решение о рождении ребёнка при наличии генетического риска часто становится тяжёлым моральным выбором. Врачам приходится не просто сообщать результаты анализов, а объяснять вероятности, риски и возможные последствия. Иногда именно правильное консультирование помогает семье принять осознанное решение.

Современные исследования показывают, что часть патологий мейоза может быть связана с нарушением работы белков, контролирующих расхождение хромосом. Даже небольшие дефекты подобных молекулярных механизмов способны вызывать серьёзные генетические последствия. Учёные продолжают изучать процессы, происходящие внутри клетки во время мейоза. Чем глубже становится понимание этих механизмов, тем больше возможностей появляется для профилактики наследственных заболеваний.

Вопросы медицинской генетики постепенно выходят за рамки узкоспециализированной науки. Генетические исследования начинают играть важную роль в педиатрии, акушерстве, онкологии и репродуктивной медицине. Иногда создаётся ощущение, что медицина будущего во многом будет строиться именно на понимании индивидуальных генетических особенностей человека. Уже сегодня генетический анализ помогает выявлять предрасположенность к некоторым заболеваниям и разрабатывать персонализированные методы лечения. Патологии мейоза продолжают оставаться одной из наиболее сложных проблем медицинской генетики. Несмотря на огромный прогресс науки, многие механизмы возникновения хромосомных аномалий всё ещё изучены не полностью. Исследования в этой области имеют огромное значение не только для науки, но и для общества, поскольку напрямую связаны со здоровьем будущих поколений.

Таким образом в конце можно отметить, что развитие молекулярной биологии, цитогенетики и геномных технологий значительно расширило возможности раннего выявления патологий мейоза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айала, Ф. Генетика человека. – Москва: Мир, 2020.
2. Бочков, Н.П. Клиническая генетика. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021.
3. Всемирная организация здравоохранения. Генетические заболевания и врождённые аномалии. – Женева, 2023.
4. Давыдов, В.Г. Медицинская цитогенетика. – Санкт-Петербург: Питер, 2019.
5. Жураев, Ш.А. Основы медицинской генетики. – Ташкент, 2022.
6. Иванов, В.И. Генетика человека с основами медицинской генетики. – Москва, 2020.
7. Певзнер, Я.А. Хромосомные болезни человека. – Москва: Медицина, 2018.
8. Рубан, Э.Д. Медицинская генетика. – Ростов-на-Дону, 2021.
9. Садыков, А.А. Экологические факторы и наследственные заболевания в Приаралье. – Нукус, 2021.
10. Стуртевант, А. Генетика и наследственность. – Москва, 2019.
11. Thompson & Thompson. Genetics in Medicine. – Philadelphia, 2022.
12. National Human Genome Research Institute. Meiosis and Genetic Disorders Report. – USA, 2023.

Материал поступил в редакцию 05.09.26

ON THE PATHOLOGY OF MEIOSIS IN MEDICAL BIOLOGY

S.Kh. Ikramova, Associate Professor,

Department of Medical and Biological Chemistry, Medical Biology and Genetics
Tashkent State Medical University (Tashkent), Uzbekistan

Abstract. *In this scientific work, pathological disorders of meiosis and their significance in medical genetics are considered. The study is devoted to the analysis of the mechanisms of the occurrence of chromosomal anomalies associated with errors in meiotic division, as well as their effect on the formation of hereditary diseases and congenital malformations.*

Keywords: *chromosomes, mutation, hereditary diseases, prenatal diagnosis, genetic risk.*

УДК 61

МОЛЕКУЛЯРНОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ АТОПИИ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КЛАССА МЛЕКОПИТАЮЩИХ

М.М. Шертаев, доцент кафедры медицинской и биологической химии,
медицинской биологии, биофизики и медицинской информатики
Ташкентский Государственный Медицинский Университет (г. Ташкент), Узбекистан

Аннотация. В работе рассмотрены современные представления о молекулярных механизмах наследования атопии, роли генетических вариантов, регулирующих синтез иммуноглобулина Е, дифференцировку Т-хелперов второго типа, продукцию цитокинов и формирование барьерной функции эпителиальных тканей.

Ключевые слова: молекулярная генетика, наследование, млекопитающие, цитокины, генетический полиморфизм, наследственная предрасположенность, молекулярная диагностика.

Атопические заболевания остаются одной из наиболее актуальных проблем современной биологии, ветеринарной медицины и клинической иммунологии. За последние десятилетия представления о происхождении атопии значительно изменились. Если ранее ведущую роль связывали преимущественно с воздействием факторов окружающей среды, то результаты молекулярно-генетических исследований убедительно показали, что наследственная предрасположенность занимает центральное место в формировании атопического фенотипа. Практически у всех представителей класса млекопитающих обнаружены наследуемые варианты генов, влияющие на интенсивность иммунного ответа, синтез иммуноглобулина Е, активность Т-лимфоцитов и функциональное состояние эпителиальных барьеров. Именно сочетание генетических особенностей организма с воздействием аллергенов определяет вероятность развития заболевания и выраженность его клинических проявлений.

Млекопитающие представляют собой уникальную модель для изучения механизмов наследования атопии благодаря высокой степени сходства иммунной системы различных видов. Наиболее подробно изучены человек, собака, кошка, лошадь, лабораторные мыши и крупный рогатый скот. Несмотря на различия в физиологии и условиях содержания, основные молекулярные механизмы аллергического воспаления у этих животных имеют много общих черт. В основе заболевания лежит активация Th2-лимфоцитов, сопровождающаяся повышенной продукцией интерлейкинов IL-4, IL-5 и IL-13, стимуляцией синтеза иммуноглобулина Е и последующей дегрануляцией тучных клеток. Подобная универсальность свидетельствует о высокой эволюционной сохранности генетических механизмов аллергических реакций. Особое внимание в последние годы уделяется изучению полиморфизмов генов FLG, IL4, IL13, STAT6, TSLP, FCER1A, SPINK5 и ряда других локусов, которые регулируют процессы иммунного ответа и поддержания барьерной функции кожи и слизистых оболочек. Выявлено, что наличие отдельных вариантов этих генов значительно увеличивает вероятность формирования атопических заболеваний у потомства. При этом наследование не ограничивается передачей одного мутантного гена. Атопия относится к полигенным заболеваниям, при которых совокупность десятков генетических вариантов определяет степень индивидуального риска.

Исследование выполнено в форме аналитического научного обзора современных фундаментальных и прикладных исследований, посвящённых молекулярным механизмам наследования атопических заболеваний у представителей класса млекопитающих. Основное внимание уделялось публикациям последних лет, в которых изучались генетические факторы риска, особенности наследования аллергической предрасположенности, молекулярные механизмы регуляции иммунного ответа, а также результаты сравнительных исследований различных видов животных.

При анализе использовались труды отечественных и зарубежных специалистов в области иммунологии, молекулярной генетики, ветеринарной медицины, аллергологии и сравнительной патологии. Рассматривались экспериментальные исследования, посвящённые идентификации генетических маркеров атопии, анализу экспрессии генов цитокинов, изучению полиморфизмов иммунорегуляторных локусов, а также экспериментам на лабораторных животных и данным клинических наблюдений за домашними млекопитающими. Сравнительный анализ проводился между различными представителями класса млекопитающих — человеком, собакой, кошкой, лошастью, крупным рогатым скотом и лабораторной мышью. Оценивались особенности наследственной передачи заболевания, различия в структуре иммунного ответа, участие отдельных генов в развитии аллергического воспаления и влияние эпигенетических механизмов на формирование клинического фенотипа. Дополнительно анализировались сведения о влиянии условий окружающей среды, характера кормления, микробиоты, инфекционной нагрузки и экологических факторов на реализацию наследственной предрасположенности.

При интерпретации результатов применялся сравнительно-биологический подход, позволяющий сопоставить особенности наследования атопии у различных видов млекопитающих и определить наиболее универсальные закономерности молекулярной регуляции аллергического процесса. Отдельное внимание уделялось данным, отражающим современные тенденции развития молекулярной диагностики и перспективы использования генетического тестирования для прогнозирования риска развития атопических заболеваний в медицинской и ветеринарной практике.

Проведённый анализ показал, что наследование атопии у представителей класса млекопитающих имеет выраженный полигенный характер и определяется взаимодействием большого количества генов, регулирующих врождённый и адаптивный иммунитет. Наиболее устойчивые ассоциации выявлены для генов **IL4, IL13, STAT6, TSLP, FCER1A, FLG, SPINK5** и ряда других иммунорегуляторных локусов. Их полиморфизмы сопровождаются изменением интенсивности продукции цитокинов, повышением синтеза иммуноглобулина Е и усилением аллергического воспаления. Сравнение различных видов млекопитающих показало высокую степень консервативности молекулярных механизмов атопии. Независимо от биологического вида основным патогенетическим звеном остаётся преобладание Th2-опосредованного иммунного ответа с увеличением продукции интерлейкинов IL-4, IL-5 и IL-13. Эти изменения сопровождаются активацией В-лимфоцитов, синтезом IgE, дегрануляцией тучных клеток и развитием хронического воспаления кожи либо слизистых оболочек. У собак и кошек наиболее часто развивается атопический дерматит, тогда как у человека доминируют сочетанные формы аллергических заболеваний, включающие атопический дерматит, аллергический ринит и бронхиальную астму. Исследование также показало существенную роль эпигенетических механизмов. Изменения метилирования ДНК, модификации гистонов и регуляция микроРНК способны усиливать либо ослаблять экспрессию генов, связанных с развитием аллергического воспаления, без изменения самой последовательности ДНК. Это объясняет случаи, когда животные с одинаковой наследственной предрасположенностью демонстрируют различную выраженность клинических проявлений при одинаковых условиях содержания. Полученные данные свидетельствуют, что наследственная предрасположенность реализуется только при взаимодействии с внешними факторами. Контакт с аллергенами окружающей среды, особенности питания, состояние кишечной микробиоты, инфекционные заболевания, стрессовые воздействия и экологические условия существенно влияют на вероятность клинической реализации атопии. Для Республики Узбекистан особое значение приобретают климатические особенности, длительный период цветения растений, увеличение концентрации пыльцы в весенне-летний сезон, а также возрастающая урбанизация, сопровождающаяся изменением состава атмосферных аллергенов. Совокупность этих факторов усиливает актуальность разработки молекулярно-генетических методов раннего прогнозирования атопических заболеваний как у человека, так и у домашних млекопитающих, что открывает перспективы для персонализированной профилактики и совершенствования селекционной работы в ветеринарной практике.

Этот факт делает возможным использование сравнительных моделей для изучения патогенеза заболевания, поиска новых биомаркеров и разработки методов ранней молекулярной диагностики. Полученные сведения также открывают перспективы применения генетического скрининга при селекционной работе в животноводстве и ветеринарной практике, что позволит постепенно снижать распространённость наследственно обусловленных форм атопических заболеваний.

Практическая значимость молекулярных исследований особенно возрастает в условиях развития современной ветеринарной медицины и селекционного животноводства. Использование молекулярно-генетических методов позволяет выявлять животных с высокой наследственной предрасположенностью ещё до появления первых клинических признаков заболевания. Подобный подход постепенно внедряется в странах Европы и Северной Америки при разведении племенных собак и лошадей. В Республике Узбекистан также отмечается увеличение интереса к генетическим исследованиям в области ветеринарии, что связано с развитием племенного животноводства, ростом численности домашних животных и совершенствованием лабораторной диагностики. Перспективным направлением остаётся внедрение секвенирования нового поколения, анализа однонуклеотидных полиморфизмов и методов молекулярного генотипирования. Их применение позволит значительно повысить эффективность ранней диагностики атопических заболеваний, снизить распространённость наследственных форм патологии и оптимизировать селекционные программы. Полученные результаты свидетельствуют, что дальнейшее изучение молекулярных механизмов наследования атопии имеет не только фундаментальное значение, но и открывает новые возможности для разработки персонализированных методов профилактики и терапии аллергических заболеваний у представителей класса млекопитающих.

Проведённый анализ современных научных данных показал, что молекулярное наследование атопии у представителей класса млекопитающих является многофакторным процессом, формирующимся в результате взаимодействия большого количества генов, регулирующих врождённый и приобретённый иммунитет. Полигенный характер заболевания обуславливает значительное разнообразие клинических проявлений даже у животных одного вида и одной линии происхождения. Наиболее важную роль играют изменения в генах, контролирующих синтез иммуноглобулина Е, активность Th2-лимфоцитов, продукцию цитокинов и состояние эпителиального барьера.

Сравнительный анализ различных представителей класса млекопитающих подтвердил существование общих молекулярных механизмов развития атопии независимо от биологического вида. Высокая степень эволюционной сохранности иммунорегуляторных генов объясняет сходство патогенеза аллергических заболеваний у человека, собак, кошек, лошадей и лабораторных животных. Полученные сведения позволяют использовать результаты сравнительных исследований для совершенствования диагностики и разработки новых методов профилактики. Особое значение приобретают эпигенетические механизмы, которые способны изменять экспрессию генов без нарушения структуры ДНК. Именно сочетание наследственной предрасположенности с воздействием факторов окружающей среды определяет вероятность возникновения заболевания и особенности его клинического течения. Климатические условия, состав аллергенов, особенности питания, состояние микробиоты и экологическая обстановка оказывают существенное влияние на реализацию генетического риска. Перспективным направлением дальнейших исследований является внедрение методов молекулярного генотипирования, высокопроизводительного секвенирования и поиска новых генетических маркеров атопии. Использование современных технологий позволит повысить эффективность ранней диагностики, прогнозировать риск развития заболевания, совершенствовать программы селекции животных и создавать персонализированные подходы к профилактике и лечению atopических заболеваний как в медицине, так и в ветеринарной практике.

Таким образом, подводя итоги, можно отметить о важности изучения этой проблемы в медицинской биологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адо, А.Д. Общая аллергология. – М.: Медицина, 2018. – 512 с.
2. Хаитов, Р.М., Ильина, Н.И. Аллергология и иммунология: национальное руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 960 с.
3. Ярилин, А.А. Иммунология. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 752 с.
4. Abbas, A.K., Lichtman, A.H., Pillai, S. Cellular and Molecular Immunology. 10th ed. Philadelphia: Elsevier, 2021. – 608 p.
5. Akdis, C.A., Arkwright, P.D., Brüggen, M.C. et al. Type 2 immunity in allergy and atopic diseases // Nature Reviews Immunology. – 2020. – Vol. 20. – № 2. – P. 114–130.
6. Gedon, N.K.Y., Mueller, R.S. Atopic dermatitis in dogs and cats: current knowledge of genetics and immunopathogenesis // Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice. – 2018. – Vol. 48. – № 1. – P. 1–17.
7. Leung, D.Y.M., Guttman-Yassky, E. Deciphering the complexities of atopic dermatitis: shifting paradigms in treatment approaches // Journal of Allergy and Clinical Immunology. – 2023. – Vol. 151. – № 2. – P. 315–327.
8. Marsella, R., De Benedetto, A. Atopic dermatitis in animals and people: an update on pathogenesis and genetics // Veterinary Dermatology. – 2021. – Vol. 32. – № 5. – P. 401–412.
9. Murphy, K., Weaver, C. Janeway's Immunobiology. 10th ed. New York: Garland Science, 2022. – 960 p.
10. Otsuka, A., Nomura, T., Kabashima, K. The role of skin barrier dysfunction and immune dysregulation in atopic diseases // Allergology International. – 2022. – Vol. 71. – № 1. – P. 3–14.
11. Ring, J., Akdis, C., Behrendt, H., Lauener, R., Schäppi, G. Atopic Dermatitis: From Pathogenesis to Treatment. – Basel: Karger Publishers, 2020. – 298 p.
12. Tizard, I.R. Veterinary Immunology: An Introduction. 11th ed. St. Louis: Elsevier, 2023. – 608 p.

Материал поступил в редакцию 05.09.26

MOLECULAR INHERITANCE OF ATOPY IN MAMMALIAN CLASS

M.M. Shertaev, Associate Professor, Department of Medical and Biological Chemistry,
Medical Biology, Biophysics and Medical Informatics
Tashkent State Medical University (Tashkent), Uzbekistan

Abstract. The paper considers modern ideas about molecular mechanisms of atopy inheritance, role of genetic variants regulating immunoglobulin E synthesis, differentiation of type II T-helpers, cytokine production and formation of barrier function of epithelial tissues.

Keywords: molecular genetics, inheritance, mammals, cytokines, genetic polymorphism, hereditary predisposition, molecular diagnostics.

Psychological sciences
Психологические науки

УДК 159.9.016.1

**ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПОДРОСТКОВ
С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ**

Н.Е. Еременко, магистрант

E-mail: natali-patara@rambler.ru

Научный руководитель: **М.А. Воробьева**, доцент кафедры профессиональной педагогики и психологии,
кандидат психологических наук

Уральский Государственный Педагогический Университет (г. Екатеринбург), Россия

***Аннотация.** В данной научной работе рассматриваются психолого-педагогические условия организации помощи подросткам в преодолении химических зависимостей. Представлен тематический план программы «Бодинамика: формирование Эго-функций».*

***Ключевые слова:** зависимость, тревожность, химическая зависимость, курение, вейпы, алкоголь, наркотические вещества.*

Вступая в подростковый возраст, юноши и девушки сталкиваются с колоссальными физическими, психологическими и социальными изменениями. Именно в этот период формируется его личность, система ценностей и взгляд на мир. Однако именно сейчас он становится крайне уязвимым перед лицом опасностей, одной из которых является химическая зависимость.

Говоря о химической зависимости, важно понимать, что это не просто вредная привычка или проявление слабости характера. Это хроническое заболевание мозга, характеризующееся навязчивым поиском и употреблением психоактивных веществ, несмотря на вредные последствия. В эту категорию входит зависимость от **алкоголя**, включая слабоалкогольные напитки; **никотина** (в том числе курение электронных сигарет, вейпов, кальянов); **наркотических веществ** как «тяжёлых», так и новых синтетических наркотиков; **медикаментов**, используемых без назначения врача для изменения сознания.

Причины формирования зависимости у подростков всегда комплексны и лежат на стыке биологии, психологии и социума. Не существует единственной причины, но можно выделить ключевые факторы риска:

1. **Психологические особенности возраста.** Подросткам свойственны максимализм, жажда экспериментов, потребность в самоутверждении и протест против авторитетов взрослых. Употребление веществ может восприниматься ими как способ почувствовать себя взрослее, смелее или найти новые ощущения.

2. **Семейный фактор.** Проблемы в семье – будь то гиперопека, отсутствие внимания со стороны родителей, конфликты или наличие зависимых родственников – создают почву для развития аддикции. Ребёнок ищет утешения и бегства от реальности вне дома.

3. **Социальное давление.** Огромную роль играет окружение. Желание быть принятым в компании сверстников, страх насмешек и отторжения («не быть белой вороной») заставляют подростка идти на рискованные шаги.

4. **Отсутствие навыков преодоления стресса.** Многие молодые люди просто не умеют справляться с неудачами, тревогой, депрессией или скукой здоровыми способами. Химическое вещество становится для них самым простым и быстрым способом снять напряжение.

Психофизиологические особенности формирования химической зависимости по мнению профессора Ольги Борисовны Гилевой могут быть следующие: «Повышение тревожности у подростков может объясняться физиологическими закономерностями процессов развития этого возраста, для которого характерна активизация стволовых структур мозга, связанная с начальными этапами полового созревания. Эти процессы происходят одновременно у мальчиков и девочек и могут вызывать повышенную эмоциональную реактивность детей (Физиология подростка, 1988)» [1].

Научная новизна программы психолого-педагогического сопровождения состоит в разработке комплексной программы сопровождения подростков: *«Бодинамика: формирование Эго-функций»* с использованием техник и приемов из ТОП «Бодинамика», о которой было подробно рассказано в наших предыдущих публикациях [2, 3]. О внедрении в практику программы «Свет внутри: поддержка эмоционального мира» подробно описано в нашей последней публикации [4].

Далее представлен тематический план программы «Бодинамика: формирование Эго-функций».

Таблица 1

**Тематический план программы психолого-педагогического
сопровождения подростков с различными видами зависимости**

№ п/п	Тема занятия	Количество часов	Методы
1	Вводное занятие: Беседа о главном (Знакомство с ТОП «Бодинамика»)	1	КПТ, сказкотерапия, ТОП «Бодинамика»
2	Эго-функция "Связь (Контакт)"	1	ТОП «Бодинамика»
3	Эго-функция "Позиционирование"	1	ТОП «Бодинамика»
4	Эго-функция "Центрирование"	1	ТОП «Бодинамика»
5	Эго-функция "Границы"	1	ТОП «Бодинамика»
6	Эго-функция "Заземление и тестирование реальности"	1	ТОП «Бодинамика»
7	Эго-функция "Социальный баланс"	1	ТОП «Бодинамика»
8	Эго-функция "Когнитивные навыки"	1	ТОП «Бодинамика»
9	Эго-функция "Управление энергией"	1	ТОП «Бодинамика»
10	Эго-функция "Самоутверждение (отстаивание своих прав)"	1	ТОП «Бодинамика»
11	Эго-функция "Паттерны межличностных навыков"	1	ТОП «Бодинамика»
12	Эго-функция "Гендерные навыки"	1	ТОП «Бодинамика»
13	Интеграция эго-функций и межличностное общение	1	КПТ, сказкотерапия, ТОП «Бодинамика»
14	Заключительное занятие: «Прощай»	1	КПТ, сказкотерапия, ТОП «Бодинамика»

По нашему мнению, химическая зависимость – это «болезнь» одиночества, неумения общаться и искать опору внутри себя и в близких людях. Наша задача сегодня – не только понять природу этого явления, но и научиться распознавать тревожные сигналы и выстраивать диалог с нашими детьми и подростками, основанный на доверии и поддержке. Наша общая цель – вырастить человека, которому настолько интересно жить, строить отношения и познавать себя, что у него просто не останется внутренней пустоты, требующей искусственного заполнения. И фундаментом этой наполненной жизни становится ваш открытый дом, где любая ошибка ребенка – это повод для объятий и совместного поиска выхода, а не причина для паники и отвержения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гилева, О.Б. Психофизиологические предикторы успешности учебной деятельности школьников. Тема диссертации и автореферата по ВАК РФ 19.00.02, доктор биологических наук Гилева Ольга Борисовна. – 2013. – 309 с. <https://www.dissercat.com/content/psikhofiziologicheskie-prediktory-uspeshnosti-uchebnoi-deyatelnosti-shkolnikov>.
2. Еременко, Н.Е. Теоретические основы телесно-ориентированной психотерапии «БОДИНАМИКА» // Путь науки. – 2025. № 9 (139). – С. 61-63. <https://elibrary.ru/item.asp?id=82909185>.
3. Еременко, Н.Е. Современные подходы в телесно-ориентированной психотерапии «БОДИНАМИКА», применяемые в воспитании и развитии личности подростка // Путь науки. – 2025. – № 10 (140). – С. 32-35. <https://elibrary.ru/item.asp?id=83085473>.
4. Еременко, Н.Е. Психолого-педагогические условия помощи подросткам в преодолении интернет-зависимости: интеграция традиционных православных ценностей // Путь науки. – 2026. – № 5 (147). – С. 47-51. <https://elibrary.ru/item.asp?id=91261469>.

Материал поступил в редакцию 15.09.26

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUPPORT FOR TEENAGERS WITH VARIOUS TYPES OF CHEMICAL ADDICTION

N.E. Eremenko, Master's Student

E-mail: natali-patara@rambler.ru

Supervisor: **M.A. Vorobyova**, Associate Professor of the Department of Professional Pedagogy and Psychology,
Candidate of Psychological Sciences

Ural State Pedagogical University (Yekaterinburg), Russia

Abstract. This research paper examines the psychological and pedagogical conditions for providing assistance to adolescents in overcoming chemical dependencies. It presents the thematic outline of the "Bodynamics: Ego Function Development" program.

Keywords: addiction, anxiety, chemical dependency, smoking, vaping, alcohol, drugs.

УДК 631.92

ЛИМИТИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ УСТОЙЧИВОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ИХ УЧЁТ В ГИС-АНАЛИЗЕ (НА ПРИМЕРЕ ЕРЕЙМЕНТАУСКОГО РАЙОНА)*

С.К. Макенова¹, Т. Алексеев², А. Агыбай³¹ доктор PhD, ассоциированный профессор, ^{2,3} магистр техники и технологий¹⁻³ Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина (г. Астана), Казахстан

Аннотация. В статье рассматриваются лимитирующие факторы устойчивости аграрного землепользования на примере сухостепной зоны Северного Казахстана. Устойчивость землепользования анализировалась в трёх измерениях: экологическом, экономическом и агротехнологическом. Показано, что для Ерейментауского района ключевыми лимитирующими факторами являются дефицит влаги (ГТК 0,6–0,8), преобладание маломощных каштановых почв с широким распространением солонцовых комплексов, а также высокий риск ветровой и водной эрозии. Для ТОО «Жалғас Агро» существенным организационно-хозяйственным ограничением выступает дальнотерриториальное пастбище и сенокосов, обуславливающее значительные транспортные затраты. Полученные результаты могут быть использованы при оптимизации схем землепользования и разработке мероприятий по повышению устойчивости агроландшафтов.

Ключевые слова: устойчивое землепользование, агроландшафт, лимитирующие факторы, ветровая и водная эрозия, солонцовые комплексы монокультура, севооборот.

Введение. Концепция устойчивости применительно к сельскохозяйственным угодьям формировалась на протяжении последних десятилетий. Международный импульс развитию этой концепции дала Повестка дня ООН в области устойчивого развития на период до 2030 года, принятая на саммите ООН 25 сентября 2015 года в Нью-Йорке. Цель 15 «Жизнь на суше» направлена на обеспечение рационального использования наземных экосистем, борьбу с опустыниванием и восстановление утраченного плодородия; для аграрного сектора это означает переход к устойчивому землепользованию без истощения природно-ресурсного потенциала угодий [2-4].

Агроландшафт – природно-антропогенная геосистема, в которой естественные компоненты, такие как рельеф, почвы, гидрология, климат и растительность, взаимодействуют с результатами хозяйственной деятельности человека: пахотными угодьями, севооборотами, дорожной сетью, производственными центрами. Устойчивость агроландшафта – это его способность сохранять структуру, функциональную целостность и продуктивный потенциал под воздействием природных и хозяйственных факторов.

Объект исследования. Агроландшафты сухостепной зоны Северного Казахстана на примере ТОО «Жалғас Агро» Ерейментауского района Акмолинской области. Задачей исследования было выделить лимитирующие факторы, влияющие на сельскохозяйственное землепользование.

Цель – выявить и классифицировать лимитирующие факторы устойчивости и показать, как их учесть в ГИС-анализе и землеустроительном проектировании.

Материалы и методы исследования. В качестве исходных материалов использованы:

- схема землепользования ТОО «Жалғас Агро»,
- данные хозяйственной отчётности по структуре посевных площадей, урожайности основных культур и транспортным затратам;
- результаты почвенного и агрохимического обследований;
- климатические характеристики района по данным многолетних наблюдений.

Ерейментауский район – крупнейший в Акмолинской области. Площадь – около 17 500 км² или 11,97% территории области. Расположен в восточной части области, в северной части Казахской возвышенности; рельеф преимущественно равнинный и холмистый, в восточной части – горы Ерейментау с абсолютными высотами до 1 133 м. Основные водные объекты – реки Акмирза, Силети, Кедай, Оленти и озёра Жаксытуз, Карасор, Тениз, Коржинколь.

Климат Ерейментауского района резко континентальный. Среднегодовое количество осадков – 300-350 мм, что характерно для всей сухостепной зоны Северного Казахстана.

Дефицит влаги является определяющим фактором риска. В отдельные годы гидротермический

коэффициент (ГТК) опускается ниже 0,5, что приводит к катастрофическому снижению урожайности. Сильные ветры весной при отсутствии снежного покрова и иссохшей поверхности почвы провоцируют пыльные бури – степные суховеи, усиливающие дефляцию верхнего горизонта. Стабильно возделываются лишь яровая пшеница, ячмень и отчасти кукуруза на силос – все с коротким вегетационным периодом и умеренными требованиями к влагообеспеченности.

Почвенный покров Ерейментауского района неоднороден. Тёмно-каштановые почвы занимают наиболее продуктивные пахотные массивы в равнинной части: гумус 3,0-4,5%, мощность гумусового горизонта 25-35 см, реакция почвенного раствора слабощелочная с pH 7,0-7,5. Несмотря на относительно неплохие для степной зоны агрохимические показатели, они чувствительны к бессменному возделыванию зерновых – при монокультурном использовании теряют гумус со скоростью 0,03-0,05% в год. Это медленная, но необратимая деградация. Каштановые и светло-каштановые почвы занимают более сухие участки с гумусовым горизонтом 18-25 см и гумусом 2,0-3,0%. Потенциальная урожайность на них на 20-30% ниже. Средневзвешенный балл бонитета пашни по хозяйствам района – 17-24 балла по 100-балльной шкале.

Солонцовые комплексы и солончаки – самый значимый лимитирующий фактор. В составе угодий ТОО «Жалғас Агро» солонцовые участки обнаружены на нескольких полях пашни. Лугово-каштановые и лугово-болотные почвы приурочены к понижениям рельефа, балкам и поймам – обладают повышенным плодородием, но склонны к осолонцеванию, переувлажнению и засолению; оптимальное использование – сенокосение и пастбища.

Ветровая эрозия, или дефляция, – наиболее распространённый деградационный процесс в западной и северной частях района. Открытые пахотные массивы при преобладающих юго-западных ветрах со среднегодовой скоростью 4-6 м/с и порывами до 20-25 м/с подвергаются интенсивному выдуванию мелкоземистых частиц верхнего горизонта. Особенно уязвимы лёгкие супесчаные разновидности почв с малой мощностью гумусового горизонта. Крупные поля конфигурации, унаследованной со времён освоения целины 1954-1960 годов, не имеют достаточного ветрозащитного обустройства. Водная эрозия активно проявляется в восточной и юго-восточной частях района, где склоны гор Ерейментау создают значительный перепад высот. Уклоны в 3-8° при интенсивных летних ливнях с суточным максимумом осадков до 50-80 мм провоцируют плоскостной смыв и образование промоин. Потери почвы на необустроенных склоновых пашнях могут достигать 515 т/га в год – многократно превышает допустимые нормы 0,5-2,0 т/га.

Результаты исследования. Проведённый комплексный анализ агроландшафта Ерейментауского района позволил количественно оценить экологическую, экономическую и агротехнологическую устойчивость землепользования ТОО «Жалғас Агро» и выявить ключевые факторы её снижения.

Экологическая устойчивость рассматривалась как способность агроландшафта поддерживать природно-ресурсный потенциал и противостоять деградационным процессам (эрозии, засолению, осолонцеванию, снижению биоразнообразия). Деградация природно-ресурсного потенциала закономерно ведёт к снижению продуктивности угодий и риску их выпадения из сельскохозяйственного оборота. Расчёты показали, что на открытых пахотных массивах и склоновых участках горной части района эрозионная опасность достигает высоких значений; эти территории могут быть отнесены к «критическим» в экологическом отношении. Показатель гумусированности подтвердил наличие участков с содержанием гумуса, близким к критическому порогу для каштановых почв (2,0-2,5%), ниже которого самовосстановление без внесения органики практически невозможно. Коэффициент биоразнообразия выявил дефицит экологически стабильных угодий: доля залежей, лесонасаждений и нераспаханных пастбищ существенно ниже рекомендуемых 30-35 % для степной зоны. Оценка влагообеспеченности (по индексу NDWI) и засолённости (по данным агрохимических обследований и спутниковым снимкам Sentinel-2 и Landsat 8/9) зафиксировала участки с повышенной солонцеватостью. В совокупности это позволяет заключить, что основными факторами снижения экологической устойчивости в Ерейментауском районе являются ветровая и водная эрозия, а также распространённые солонцовые комплексы, ограничивающие экологическую продуктивность угодий ТОО «Жалғас Агро».

Экономическая устойчивость определялась как способность агроландшафта обеспечивать стабильную аграрную деятельность в долгосрочной перспективе при минимизации удельных производственных затрат. Установлено, что решающую роль здесь играет пространственная организация территории: компактность землепользования, конфигурация полей и удалённость угодий от производственных центров. Стабильность урожайности основных культур за пятилетний период оценивалась через коэффициент вариации (CV). Для ряда полей CV превышал 35%, что свидетельствует о высокой погодной и технологической зависимости и повышенных финансовых рисках. Анализ рентабельности показал, что не все массивы обеспечивают нормативный для зерновых уровень 15-25 %: на эрозионно-опасных и солонцовых участках рентабельность близка к пороговым значениям. Особое внимание уделено транспортной составляющей: совокупные транспортные затраты (перевозка грузов, персонала и перегон техники) в ТОО «Жалғас Агро» до реализации проектных мероприятий составляли 17 480 тыс. тенге в год. Моделирование показало, что перераспределение земель путём обмена удалённых участков на более компактно расположенные вблизи производственного центра, сопровождающееся сокращением среднего расстояния перегона техники с 10 до 5,5 км, позволяет снизить расход ГСМ на 18-22%. Это подтверждает прямую зависимость экономической устойчивости

хозяйства от пространственной организации его землепользования.

Агротехнологическая устойчивость отражала степень адаптированности применяемых технологий к природным условиям и их технологичность. Для оценки конфигурации полей использовался коэффициент контурности K_k (отношение периметра к квадратному корню из площади). Установлено, что часть полей имеет значения $K_k > 6$, что указывает на неудовлетворительную форму для механизированной обработки и приводит к перерасходу рабочего времени и горюче-смазочных материалов. Индекс диверсификации севооборота H' (индекс Шеннона) для ряда массивов оказался ниже рекомендуемого уровня 1,0, что означает недостаточную культурную диверсификацию (доминирование одной–двух культур) и повышает риск истощения почв, а также зависимость от конъюнктуры рынка.

Сопоставление экологических, экономических и агротехнологических показателей показало, что три измерения устойчивости агроландшафта находятся во взаимосвязи и нередко вступают в противоречие. Перевод эрозионно-опасных пашен в залежь или под защитные насаждения повышает экологическую устойчивость, но краткосрочно снижает экономические показатели за счёт сокращения посевных площадей. Напротив, интенсификация использования склоновых и солонцовых участков временно увеличивает валовой сбор, но ускоряет деграционные процессы и снижает долгосрочную устойчивость. Результаты исследования подтверждают, что ключевой задачей землеустроительного проектирования в условиях Ерейментауского района является поиск баланса между экологической, экономической и агротехнологической устойчивостью. Это достигается за счёт многокритериального анализа и применения ГИС- и оптимизационных инструментов, позволяющих обосновать перевод части эрозионно-опасных земель в менее интенсивные виды использования, оптимизировать конфигурацию и размещение полей и тем самым одновременно повысить устойчивость и эффективность агроландшафта.

В сложившихся условиях в хозяйствах района исторически доминирует яровая пшеница – она занимает 70-85% посевной площади. Длительное возделывание зерновых по зерновым без включения в севооборот многолетних трав, бобовых и пропашных культур ведёт к целому набору взаимосвязанных проблем. Снижается содержание органического вещества в почве со скоростью до 0,05% в год. Нарастает засорённость посевов.

Ухудшается фитосанитарная обстановка с распространением корневых гнилей и листовых болезней. Усиливается ветровая эрозия из-за отсутствия достаточного защитного покрова в межсезонье. Каждый из этих процессов сам по себе управляем, но в совокупности они формируют деграционный синдром. (таблица 1)

Таблица 1

**Лимитирующие факторы устойчивости землепользования
Ерейментауского района и методы их учёта в ГИС**

Лимитирующий фактор	Проявление в объекте	Влияние на устойчивость	Метод учёта в ГИС
Дефицит осадков, ГТК 0,6-0,8	Засухи 1-2 раза в 5 лет	Снижение урожайности до 50 %	Климатические слои ДЗЗ, NDVI
Ветровая эрозия	Открытые пашни на суглинках	Деграция горизонта А, 0,3-1 мм/год	Анализ Цифровой модели рельефа (ЦМР) и розы ветров
Водная эрозия	Склоны более 3°, восточная часть	Смыл 5–15 т/га·год	USLE по ЦМР SRTM
Солонцовые почвы	Включения в пашне ТОО	Урожайность ниже на 30-50 %	Почвенная карта, атрибутивная база данных
Дальноземелье более 11 км	Пастбища и сенокосы ТОО	Затраты 17 480 тыс. тг/год	Анализ дорожной сети
Монокultura, более 85 % зерновых	ТОО и большинство хозяйств	Деграция почвы, сорняки	Карта структуры посевов
Неоптимальная контурность	Поля более 337 га, $K_k > 5,5$	Потери на повороты техники	Геометрический анализ полигонов

Выводы. Устойчивость аграрного землепользования представляет собой многомерную категорию, включающую экологическое, экономическое и агротехнологическое измерения, находящиеся во взаимосвязи и нередко вступающие в противоречие. Задача землеустроительного проектирования заключается в нахождении оптимального баланса между ними на основе многокритериального анализа.

Почвенно-климатический комплекс Ерейментауского района формирует специфический набор лимитирующих факторов: резко континентальный климат с гидротермическим коэффициентом 0,6-0,8, преобладание маломощных каштановых почв с содержанием гумуса 2,0-4,5 %, широкое распространение солонцовых комплексов, высокая вероятность развития ветровой и водной эрозии.

Для ТОО «Жалғас Агро» ключевым организационно-хозяйственным лимитирующим фактором является дальноземелье: удалённость пастбищ и сенокосов более чем на 11 км от хозяйственного центра

обуславливает ежегодные транспортные затраты в размере 17 480 тыс. тенге. Это подтверждает необходимость оптимизации схемы землепользования с целью повышения экономической устойчивости хозяйства.

** Исследование выполнено по проекту: BR22886885 «Разработка организационно-экономических мер повышения эффективности использования ресурсного потенциала аграрного производства».*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асанова, Г.А. Анализ устойчивости агроландшафтов в лесостепной зоне Красноярского края и мероприятия по их охране / Г. А. Асанова, О. Э. Мерзляков, В. Л. Татаринцев, Н. К. Унышева // Устойчивое развитие горных территорий. – 2023. – Т. 15, № 2. – С. 264-274. – DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-2-264-274.
2. Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года : программа принята 25 сентября 2015 г. на саммите ООН [Электронный ресурс]. - URL: <https://sdgs.un.org/2030agenda> (дата обращения: 15.04.2024).
3. Руководящие принципы управления земельными ресурсами / рук. группы П. Дейл. – Нью-Йорк; Женева: ЕЭК ООН, 1996. – 150 с.
4. Саммит по устойчивому развитию. Преобразование нашего мира в интересах людей и планеты: 25-27 сентября 2015 г. [Электронный ресурс] // Организация Объединенных Наций : офиц. сайт. - URL: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/> (дата обращения: 15.04.2024).
5. Fink, A.D. The radiological state of the soil cover as the most important criteria for the estimation of the environment pollution / A. D. Fink, M. R. Shayakhmetov, V. M. Krasnitskiy [et al.] // Hygiene and Sanitation. – 2018. – Vol. 97, № 2. – P. 113-116. – DOI: 10.47470/0016-9900-2018-97-2-113-116.
6. Nurpeisov, M.N. Assessment of geoeological factors and conditions affecting sustainability of agricultural land use in the forest-steppe zone of Altai Krai / M. N. Nurpeisov, K. V. Ruchkina, V. A. Androkhanov, S. K. Makenova // Sustainable Development of Mountain Territories. – 2023. – Vol. 15, № 2. – P. 419-430. – DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-2-419-430.

Материал поступил в редакцию 18.09.26

LIMITING FACTORS OF SUSTAINABILITY OF AGRICULTURAL LAND USE AND THEIR ACCOUNTING IN GIS ANALYSIS (ON THE EXAMPLE OF THE EREIMENTAU REGION)

S.K. Makenova¹, T. Alekseev², A. Agybay³

¹ PhD, Associate Professor, ^{2,3} Master of Engineering and Technology

¹⁻³ Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin (Astana), Kazakhstan

Abstract. The article considers the limiting factors of sustainability of agricultural land use on the example of the dry-steppe zone of Northern Kazakhstan. Land use sustainability was analyzed in three dimensions: environmental, economic and agrotechnological. It has been shown that for the Ereimentau region, the key limiting factors are moisture deficiency (GTC 0.6-0.8), the predominance of thin chestnut soils with a wide distribution of solonetz complexes, as well as a high risk of wind and water erosion. For Zhalkas Agro LLP, a significant organizational and economic restriction is the far-earth land of pastures and hayfields, which causes significant transport costs. The results obtained can be used to optimize land use schemes and develop measures to improve the sustainability of agrolandscapes.

Keywords: sustainable land use, agrolandscape, limiting factors, wind and water erosion, solonetz complexes of monoculture, crop rotation.

Путь науки / The Way of Science

Ежемесячный научный журнал

№ 9 (151), сентябрь / 2026

Адрес редакции:

Россия, 400105, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр-кт Metallургов, д. 29

E-mail: sciway@mail.ru

www.scienceway.ru

Изготовлено в типографии ИП Ростова И.А.

Адрес типографии:

Россия, 400121, г. Волгоград, ул. Академика Павлова, 12

Учредитель (Издатель): ООО «Научное обозрение»

Адрес: Россия, 400094, г. Волгоград, ул. Перелазовская, 28.

E-mail: sciway@mail.ru

<http://scienceway.ru>

ISSN 2311-2158

Редакционная коллегия:

Главный редактор: Теслина Ольга Владимировна

Ответственный редактор: Панкратова Елена Евгеньевна

Ежкова Нина Сергеевна, доктор педагогических наук

Баратова Мохидил Рахимовна, кандидат биологических наук

Адилчаев Рустем Турсынбаевич, кандидат экономических наук, доцент

Уралов Бахтиёр Рахматуллаевич, кандидат технических наук

Инятов Алмаз Реймбаевич, PhD экономических наук

Абдуразакова Написа Махкамовна, кандидат экономических наук

Шаюсупова Наргиза Тургуновна, кандидат экономических наук

Киргизбоев Мукиджон, доктор политических наук, профессор

Шертаев Мухаметамин Маметжанович, кандидат биологических наук

Ходжаева Сабри Махмудовна, кандидат медицинских наук

Бутаев Чори Жумаевич, кандидат медицинских наук

Рихсиев Улугбек Шавкатович, кандидат медицинских наук

Элиева Мехринисо Фахритдиновна, PhD

Шералиев Камбарали Саидалиевич, кандидат медицинских наук

Маматкулов Зоҳид Джанқобилович, доктор философии

Ибрагимов Абдималик Гаппарович, кандидат экономических наук

Назарбаев Орынбай, кандидат экономических наук

Саидакбаров Хайдар Хожимуродович, кандидат экономических наук

Умарова Зулайхо Турсуновна, кандидат экономических наук

Мухитдинова Мавджуда Имадовна, кандидат медицинских наук

Икрамова Сурайё Хакимовна, кандидат биологических наук

Холбутаева Шахноза Абдувалиевна, доктор философии по экономическим наукам

Каримова Зиёда Кушбаевна, кандидат медицинских наук

Тулабоев Азамжон Курбонович, доктор технических наук

Рахимгазиев Умид Газиваевич, доктор философских наук

Насиров Тулкин Каримович, кандидат медицинских наук

Халилова Зухра Тельмановна, кандидат медицинских наук

Аль Шувайли Хуссейн Али Кудхир, магистр

Карабоева Зилола Хуррамовна, доктор философии (PhD) по медицинским наукам

Адилгереева Мадина Искандеровна, кандидат медицинских наук

Валиев Абдуазиз Абдусаматович, кандидат медицинских наук

Джуманов Бахтиёр Абдуразакович, доктор медицинских наук

Подписано в печать 24.09.2026. Дата выхода в свет: 08.10.2026.

Формат 60x84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура Times New Roman. Заказ № 55. Свободная цена. Тираж 100.