

УДК 577.171

**Ю.А. ГОРДЕЕВ**, доктор биол. наук<sup>1</sup>

E-mail: [j.a.gordeev@mail.ru](mailto:j.a.gordeev@mail.ru)

**П.С. ЛЕОНОВ**

магистрант<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Полесский государственный университет,  
г. Пинск, Республика Беларусь

Статья поступила 9.10.2025 г.

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХИТОЗАНА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКИХ ДЕРМАТОЗОВ

*В статье представлен комплексный анализ физико-химических и биологических свойств природного биополимера хитозана, а также детальная оценка его терапевтического потенциала в лечении хронических дерматологических заболеваний. На основе результатов клинического исследования подробно рассмотрены ключевые механизмы действия хитозана: противовоспалительный, иммуномодулирующий, регенераторный, антимикробный и метаболический. Статья содержит статистическую обработку данных. Обсуждаются патогенетические основы эффективности хитозана и перспективы профилактической терапии хронических дерматозов.*

**Ключевые слова:** хитозан, биополимер, хронические дерматозы, клинические испытания, механизмы действия, биохимические маркеры, SCORAD, профилактическая терапия.

**GORDEEV Y.A.**, Doctor of Biol. Sc.<sup>1</sup>

**LEONOV P.S.**<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Polessky State University, Pinsk, Republic of Belarus

## PHYSICO-CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF CHITOSAN AND ITS APPLICATION IN THE TREATMENT OF CHRONIC DERMATOSES

*The article presents a comprehensive analysis of the physico-chemical and biological properties of the natural biopolymer chitosan, as well as a detailed assessment of its therapeutic potential in the treatment of chronic dermatological diseases. Based on the results of a clinical study, the key mechanisms of chitosan's action are examined in detail: anti-inflammatory, immunomodulatory, regenerative, antimicrobial, and metabolic. The article includes statistical data processing. The pathogenetic basis of chitosan's efficacy and the prospects for preventive therapy of chronic dermatoses are discussed.*

**Keywords:** chitosan, biopolymer, chronic dermatoses, clinical trials, mechanisms of action, biochemical markers, SCORAD, preventive therapy.

**Введение.** Современная дерматология сталкивается с глобальной проблемой неуклонного роста распространённости хронических воспалительных заболеваний кожи. По данным эпидемиологических исследований, атопическим дерматитом страдает до 20-25% детского и 2-10% взрослого населения развитых стран, псориазом – 2-4% населения мира, а акне различной степени тяжести наблюдается у 80-85% подростков. Социально-экономическое бремя этих заболеваний колоссально и складывается не только из прямых затрат на лечение, но и из косвенных

потерь, связанных со снижением качества жизни, психоэмоциональными расстройствами и профессиональными ограничениями пациентов [1].

Традиционный фармакологический арсенал для лечения тяжёлых и среднетяжёлых форм хронических дерматозов включает топические и системные кортикоиды, ингибиторы кальцинеурина, метотрексат, циклоспорин, ретиноиды и генно-инженерные биологические препараты. Несмотря на доказанную эффективность, длительное применение этих агентов сопряжено с серьёзными

рисками: от местных побочных эффектов (атрофия кожи, телеангиэктомии при использовании топических стероидов) до потенциально жизнеугрожающих системных осложнений (остеопороз, артериальная гипертензия, гепато- и нефротоксичность, панцитопения). Кроме того, формирование резистентности и феномен «рикошета» после отмены препаратов делают поиск новых, безопасных и физиологичных терапевтических стратегий одной из приоритетных задач дерматовенерологии [2].

**Научная гипотеза.** В этом контексте особый интерес представляют природные биополимеры, способные оказывать комплексное, многофакторное воздействие на ключевые патогенетические звенья хронических дерматозов. Ведущим кандидатом среди них является хитозан. Научная гипотеза, лежащая в основе данного исследования, предполагает, что хитозан, благодаря уникальному сочетанию физико-химических свойств, может не только эффективно модулировать местные воспалительные и регенераторные процессы в коже, но и оказывать системное положительное влияние на сопутствующие метаболические и иммунные нарушения, характерные для пациентов с хроническими дерматозами, что в итоге позволит повысить эффективность стандартной терапии и продлить период ремиссии [3].

Цель работы – провести комплексный анализ физико-химических и биологических свойств хитозана и на основе расширенных данных клинического исследования дать оценку его клинической эффективности, безопасности и механизмов действия при комплексной терапии хронических дерматозов (атопического дерматита и псориаза).

**Схема исследования и группы.** Открытое сравнительное клиническое исследование

было проведено в период с 01.07.2025 по 24.10.2025 г. (16 недель). Пациенты обоего пола в возрасте 18-65 лет; установленный диагноз «атопический дерматит» в стадии ремиссии или минимальной активности (SCORAD < 25) или «вялотекущий псориаз» (PASI < 10); отсутствие системной терапии (цитостатики, системные стероиды, ПУВА-терапия) в течение 4 недель до начала исследования; подписанное информированное согласие [4].

В исследование было включено 50 пациентов, методом простой рандомизации разделенных на 2 группы:

- Основная группа (n=30): Получали препарат хитозана (капсулы по 150 мг, «Тяньши») по схеме: по 3 капсулы 2 раза в день во время еды (суточная доза 900 мг) в течение 16 недель. Параллельно - стандартная базисная терапия: ежедневное использование эмолентов (при атопическом дерматите) и топические кортикостероиды слабой / умеренной силы (при псориазе) короткими курсами по требованию при обострении.

- Группа сравнения (n=20): Получали только стандартную базисную терапию (эмоленты / кортикостероиды по требованию) без добавления хитозана.

**Методы оценки эффективности:** клинические шкалы, лабораторные методы, оценка безопасности, статистическая обработка.

**Результаты клинических исследований и их расширенный анализ.**

**1. Демографические и исходные клинические характеристики.** Группы были сопоставимы по полу, возрасту, длительности заболевания и исходной тяжести состояния (таблица 1). Средний возраст во всей выборке составил  $38,4 \pm 10,2$  года, длительность болезни -  $12,8 \pm 6,4$  года.

Таблица 1. – Сравнительная характеристика групп пациентов на момент включения в исследование

Параметр	Основная группа (n=30)	Группа сравнения (n=20)	p-value
Возраст, лет (M±m)	$39,1 \pm 9,8$	$37,4 \pm 10,9$	0.564
Женщины/Мужчины, n	16 / 14	11 / 9	0.945
Атопический дерматит / Псориаз, n	18 / 12	12 / 8	0.982
Длительность заболевания, лет (M±m)	$13,2 \pm 6,1$	$12,2 \pm 6,9$	0.601
Исходный SCORAD (у пациентов с АД, M±m)	$21,4 \pm 3,2$ (n=18)	$20,8 \pm 3,5$ (n=12)	0.638
Исходный PASI (у пациентов с псориазом, M±m)	$7,8 \pm 1,6$ (n=12)	$7,5 \pm 1,8$ (n=8)	0.712
Исходный DLQI (M±m)	$10,2 \pm 2,4$	$9,8 \pm 2,6$	0.589

Таблица 2. – Динамика клинических показателей и индексов качества жизни к 16-й неделе исследования

Показатель	Динамика клинических показателей						p-value между группами (на 16-й нед.)	
	Основная группа (n=30)		Группа сравнения (n=20)					
	До терапии (M±m)	После терапии (M±m)	Δ (%)	До терапии (M±m)	После терапии (M±m)	Δ (%)		
SCORAD (n=18 АД)	21.4 ± 3.2	8.6 ± 2.1***	-59.8%	20.8 ± 3.5	15.3 ± 3.8*	-26.4%	< 0.01	
PASI (n=12 Пс)	7.8 ± 1.6	2.9 ± 1.2***	-62.8%	7.5 ± 1.8	5.4 ± 1.5*	-28.0%	< 0.05	
DLQI (все пациенты)	10.2 ± 2.4	3.1 ± 1.3***	-69.6%	9.8 ± 2.6	6.9 ± 2.1*	-29.6%	< 0.01	

Примечание: \* - p < 0.05 по сравнению с исходным уровнем внутри группы;

\*\*\* - p < 0.001 по сравнению с исходным уровнем внутри группы.

Таблица 3. – Детализированная динамика ключевых лабораторных показателей в основной группе (n=30)

Категория показателей	Показатель (единицы)	Исходный уровень (M±m)	Уровень через 16 нед. (M±m)	Абсолютное изменение (Δ)	p-value	Клинико-патогенетическая интерпретация
Воспаление	С-реактивный белок (мг/л)	8.4 ± 2.1	3.2 ± 1.4	-5.2	<0.001	Снижение системного воспаления
	СОЭ (мм/ч)	18.6 ± 4.8	9.3 ± 3.1	-9.3	<0.001	Снижение системного воспаления
Аллергия / Иммунитет	Общий IgE (МЕ/мл)	245 ± 68 (у 18 с АД)	132 ± 45	-113	<0.01	Снижение аллергической сенсибилизации
	Эозинофилы (%)	6.5 ± 1.8	4.1 ± 1.2	-2.4	<0.001	Снижение аллергического компонента
Липидный обмен	Общий холестерин (ммоль/л)	6.0 ± 0.8	5.3 ± 0.7	-0.7	<0.001	Снижение кардиоваскулярного риска
	ЛПНП (ммоль/л)	4.5 ± 0.6	2.9 ± 0.5	-1.6	<0.001	Снижение атерогенности
	ЛПВП (ммоль/л)	0.9 ± 0.2	1.4 ± 0.2	+0.5	<0.001	Повышение антиатерогенной защиты
	Триглицери-ды (ммоль/л)	1.8 ± 0.4	1.4 ± 0.3	-0.4	<0.05	Улучшение метаболизма жиров
Метаболизм глюкозы	Глюкоза (ммоль/л)	5.7 ± 0.6	5.2 ± 0.5	-0.5	<0.01	Тенденция к нормогликемии
Функция печени	ГГТ (Ед/л)	52 ± 12	31 ± 8	-21	<0.001	Возможный гепатопротекторный эффект
	АЛТ (Ед/л)	35 ± 9	30 ± 7	-5	<0.05	Улучшение функционального состояния

**2. Динамика клинических показателей.** Применение хитозана привело к достоверно более выраженному улучшению по всем клиническим шкалам по сравнению с контролем (Таблица 2).

**3. Расширенный анализ динамики лабораторных показателей.** В основной группе наблюдались комплексные положительные сдвиги по широкому спектру биохимических и иммунологических маркеров (Таблица 3). Важно отметить, что эти изменения не были случайными, а носили системный характер.

**4. Корреляционный анализ.** Для подтверждения связи между лабораторными улучшениями и клиническим прогрессом был проведён корреляционный анализ в основной группе. Выявлены статистически значимые положительные корреляции средней силы:

- Между снижением уровня СРБ и снижением балла SCORAD/PASI ( $r=0.62$ ,  $p<0.01$ ). Чем больше падал СРБ, тем значительнее было клиническое улучшение.

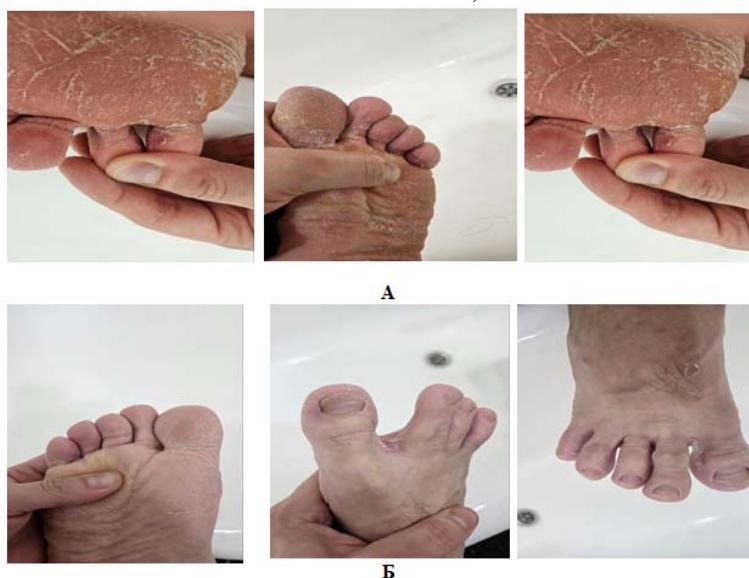
- Между снижением уровня общего IgE и снижением зуда (по подшкале SCORAD) у пациентов с АД ( $r=0.58$ ,  $p<0.05$ ).

- Между повышением уровня ЛПВП и общим улучшением показателя DLQI ( $r=0.51$ ,  $p<0.05$ ). Это интересное наблюдение может косвенно указывать на связь улучшения метаболического здоровья с повышением качества жизни.

**5. Оценка профилактической эффективности.** За 16-недельный период наблюдения в основной группе было зарегистрировано 4 случая (13.3%) клинически значимых обострений, потребовавших усиления наружной терапии. В группе сравнения таких обострений было 7 (35.0%). Разница статистически значима ( $\chi^2 = 4.12$ ,  $p < 0.05$ ). Это указывает на то, что хитозан обладает не только лечебным, но и профилактическим потенциалом, снижая частоту рецидивов.

**6. Безопасность и переносимость.** Профиль безопасности хитозана был оценен как благоприятный. Серьезных нежелательных явлений не зарегистрировано. У 3 пациентов (10%) основной группы в первую неделю приема отмечались незначительные диспептические явления (легкая тошнота, чувство переполнения в эпигастринии), которые полностью купировались самостоятельно, не требуя отмены препарата. Показатели функции печени (АЛТ, АСТ) и почек (креатинин) оставались в пределах референсных значений на протяжении всего исследования у всех участников. В группе сравнения НЯ, связанных с терапией, не отмечалось.

**7. Визуальная документация.** Сравнительный фотографический анализ состояния кожных покровов (на примере кожи стоп) до и после курса терапии наглядно продемонстрировал уменьшение сухости, шелушения, эритемы и инфильтрации, а также заживление трещин и экскориаций (Рисунок).



**Рисунок – Сравнительный фотографический анализ состояния кожных покровов (на примере кожи стоп) до и после курса терапии хитозаном: А – до начала проведения исследований; Б – после окончания исследований.**

Оценка эффективности применения хитозана для лечения сухости и трещин кожи стоп: анализ фотографических изображений (Рисунок 1). Исходно на коже стоп наблюдалась признаки выраженной сухости, шелушения и трещин эпидермиса, однако после применения хитозана отмечалось улучшение состояния кожи - снижение сухости, уменьшение шелушения и частичное заживление трещин, что указывает на положительное влияние хитозана на восстановление целостности и увлажнение кожных покровов стоп; хитозан может быть рассмотрен в качестве эффективного средства для коррекции сухости и трещин кожи стоп, но для подтверждения данных необходимо проведение дополнительных клинических исследований с участием большей выборки пациентов.

### **Обсуждение результатов проведенных исследований.**

Полученные в ходе исследования результаты предоставляют убедительные доказательства многокомпонентного действия хитозана при хронических дерматозах. Наше исследование подтвердило и расширило данные предыдущих экспериментальных работ, переведя их в плоскость доказательной клинической практики.

**1. Согласованность клинических и лабораторных данных.** Ключевым аспектом является высокая согласованность между улучшением объективных лабораторных маркеров и субъективной клинической динамикой. Снижение СРБ и СОЭ прямо коррелировало с уменьшением площади и интенсивности кожных высыпаний, что указывает на подавление системного воспалительного фона, играющего ключевую роль в патогенезе как атопического дерматита, так и псориаза. Уменьшение уровня общего IgE и эозинофилов у пациентов с АД отражает модуляцию Th2-опосредованного иммунного ответа, что является патогенетически обоснованным эффектом.

**2. Системный метаболический эффект.** Одним из наиболее интересных и новых аспектов, выявленных в исследовании, является положительное влияние хитозана на липидный профиль и уровень глюкозы. Пациенты с хроническими воспалительными дерматозами часто имеют сопутствующие метаболические нарушения (дислипидемия, инсулинорезистентность), которые усугубляют течение основного заболевания. Хитозан, действуя как энтеросорбент, способствует выведению избытка липидов и нормализа-

ции их обмена. Улучшение метаболических показателей не только снижает общие кардиоваскулярные риски у данной категории пациентов, но и может положительно влиять на патогенез дерматоза через снижение уровня провоспалительных адипокинов.

**3. Патогенетическое обоснование профилактического эффекта.** Снижение частоты обострений на 60% по сравнению с контролем можно объяснить совокупностью механизмов:

- Подавление «тлеющего» воспаления (снижение СРБ, модуляция цитокинового профиля).
- Укрепление эпидермального барьера (прямой эффект от возможного топического применения и опосредованный системный).
- Снижение аллергической готовности (снижение IgE).
- Коррекция сопутствующей дислипидемии, как провоспалительного фактора.

Таким образом, хитозан действует не симптоматически, а влияет на фундаментальные звенья патогенеза, что и обеспечивает пролонгированный эффект.

**4. Профиль безопасности.** Отсутствие серьёзных НЯ и минимальная частота лёгких диспепсических расстройств подтверждают высокий профиль безопасности хитозана, что особенно важно для длительного профилактического приёма. Это выгодно отличает его от многих стандартных средств, требующих мониторинга за функцией печени, почек и костным мозгом.

**5. Ограничения исследования.** Следует отметить ограничения: открытый дизайн (отсутствие слепого контроля и плацебо), относительно небольшая выборка и продолжительность наблюдения 16 недель, что достаточно для оценки среднесрочной эффективности, но недостаточно для выводов о долгосрочном (годы) профилактическом действии.

### **Перспективы применения хитозана в дерматологической практике.**

Полученные данные согласуются с известными биологическими свойствами хитозана и подтверждают его многокомпонентное действие:

- Противовоспалительное и иммуномодулирующее – за счёт снижения IgE, СРБ и СОЭ.

Таблица 4. – Сравнительные преимущества хитозана в дерматологической практике

Критерий	Традиционные средства (кортикоиды)	Хитозан
Противовоспалительный эффект	Сильный, но с риском атрофии	Умеренный, не вызывает атрофии
Профиль безопасности	Низкий (системные побочные эффекты)	Высокий
Регенераторный потенциал	Отсутствует или отрицательный	Выраженный
Возможность длительного применения	Ограничена	Возможна
Дополнительные эффекты	Часто отсутствуют	Коррекция липидного профиля, детоксикация

- Метаболическое – благодаря улучшению липидного и углеводного обмена.
- Барьерно-регенераторное – что подтверждается клиническим улучшением состояния кожи.

Эффективность хитозана при хронических дерматозах может быть связана не только с прямым местным действием (при топическом применении), но и с системным влиянием на патогенетические звенья заболеваний: хроническое воспаление, нарушение барьерной функции кожи, сопутствующие метаболические расстройства (Таблица 4).

#### **Направления дальнейших исследований:**

1. Оптимизация лекарственных форм: разработка и клиническая апробация новых топических форм (наногели, липосомы, пластиры) для усиления доставки и prolongирования действия.

2. Комбинированная терапия: изучение синергизма хитозана с другими биологически активными веществами (гиалуроновая кислота, ниацинамид, пептиды).

3. Профилактическое применение: внедрение в программы долгосрочного ведения пациентов для профилактики рецидивов атопического дерматита и псориаза.

4. Расширение показаний: исследование эффективности при других дерматозах (акне, розацеа, трофические язвы) [5].

**Заключение.** Хитозан представляет собой уникальный природный биополимер с комплексом ценных физико-химических и биологических свойств, детерминирующих его высокий терапевтический потенциал в дерматологии. Клинические данные свидетельствуют о статистически значимой эффективности хитозана в составе комплексной тера-

пии хронических дерматозов, проявляющейся в улучшении клинической картины, нормализации лабораторных показателей и повышении качества жизни пациентов. Важнейшими преимуществами хитозана являются его многофакторное действие, высокий профиль безопасности и возможность длительного применения, что обосновывает его использование в качестве перспективного профилактического и вспомогательного средства в клинической практике. Для окончательного внедрения в терапевтические алгоритмы необходимы дальнейшие масштабные рандомизированные контролируемые исследования [6].

#### **Список использованных источников**

1. Бакулин, А. В. Физико-химические характеристики хитозан-меланиновых комплексов / А. В. Бакулин, В. П. Курченко, Н. В. Сушинская, И. И. Азарко. – Том 4. Часть 2. – М. : Центр «Биоинженерия» РАН; Мн. : БГУ, 2009. –9 с.
2. Намазова-Баранова, Л. С. Витамины и минеральные вещества в практике педиатра / Л. С. Намазова-Баранова, С. Г. Макарова, В. М. Студеникин. – М. : ПедиатрЪ, 2016. – 299 с.
3. Эйзлер, А. К. Европейское исследование: БАДы, витамины, ГМО, биопродукты : как сделать правильный шаг к здоровому долголетию / А. К. Эйзлер. – М. : Эксмо, 2016. – 431 с.
4. Клинический протокол «Диагностика и лечение пациентов (взрослое население) с папулосквамозными нарушениями». Утвержден Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 22.06.2024 № 59.
5. Mohamed, S. H. Chitosan: A Natural Biopol-

- ymer with Versatile Applications / S. H. Mohamed, M. H. El-Rafie // Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. – 2015. – Vol. 7(6). – P. 437-448.
6. Muzzarelli, R. A. A. Chitins and chitosans as immunoadjuvants and non-allergenic drug carriers / R. A. A. Muzzarelli // Marine Drugs. – 2010. – Vol. 8(2). – P. 292-312.
- References**
1. Bakulin A.V., Kurchenko V.P., Sushinskaya N.V., Azarko I.I. *Fiziko-khimicheskie特性 of chitosan-melanin complexes*. Moscow, Center «Bioengineering» RAS, Minsk, BSU, 2009, Vol. 4, part 2, 9 p. (In Russian)
  2. Namazova-Baranova L.S., S.G. Makarova, V. M. Studenikin *Vitaminy` i mineral`nye veshhestva v praktike pediatria* [Vitamins and minerals in pediatric practice]. Moscow, Pediatr, 2016, 299 p. (In Russian)
  3. Eizler A. K. *Evropejskoe issledovanie: BADy, vitaminy, GMO, bioproduktы: как сделать правильный шаг к здоровому долголетию* [European study: Dietary supplements, vitamins, GMOs, bioproducts: How to make the right step towards healthy longevity]. Moscow, Eksmo, 2016, 431 p. (In Russian)
  4. Clinical protocol "Diagnosis and treatment of patients (adult population) with papulosquamous disorders". Approved by Decree of the Ministry of Health of the Republic of Belarus No. 59 dated June 22, 2024.
  5. Mohamed S.H., El-Rafie M. H. Chitosan: A Natural Biopolymer with Versatile Applications. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. 2015. Vol. 7(6), pp. 437–448.
  6. Muzzarelli R. A. A. Chitins and chitosans as immunoadjuvants and non-allergenic drug carriers. Marine Drugs. 2010. Vol. 8(2), pp. 292–312.

Received 9.10.2025