

УДК 615.322

И. И. КНЯЗЬКОВА

/Харьковский национальный медицинский университет, Харьков, Украина/

Потенциал инулина в терапевтической практике

Резюме

Применение пробиотиков, пребиотиков, синбиотиков и метабиотиков, на сегодняшний день вызывает все больший интерес исследователей и практических врачей. В статье описаны механизмы взаимодействия пребиотиков с организмом хозяина. К наиболее изученным пребиотикам относится инулин, зарегистрированный и представленный фармацевтическом рынке Украины препаратом Инулин-НЕО.

Ключевые слова: инулин, пребиотики, лечение

Значение микрофлоры кишечника в поддержании здоровья человека и возможность ее нормализации с помощью полезных бактерий были впервые отмечены И. И. Мечниковым более века назад. В последние годы терапевтические подходы, направленные на поддержание и восстановление микробиоты – применение пробиотиков, пребиотиков, синбиотиков и метабиотиков, – вызывают все больший интерес как исследователей, так и практических врачей (табл. 1).

Таблица 1. Определения [1]

Понятие	Определение
Пробиотики	Живые микроорганизмы, которые, при введении в адекватных количествах, оказывают положительное влияние на состояние здоровья хозяина
Пребиотик	Селективно ферментированный ингредиент, который образуется при специфических изменениях в составе и/или активности желудочно-кишечной микробиоты, и, таким образом, оказывает положительный эффект(ы) на состояние здоровья хозяина
Синбиотики	Продукты, содержащие как пробиотики, так и пребиотики, оказывающие положительное влияние на состояние здоровья

Термин «пребиотики» был впервые применен G. Gibson (1995). В основе концепции пребиотик – неперевариваемый пищевой ингредиент, способный улучшать состояние здоровья человека посредством избирательной стимуляции роста и/или активности одного или ограниченного количества видов бактерий в толстой кишке [2]. С того времени было предложено много вариантов определений. Так, M. Roberfroid (2007) дополнил определение следующим образом: пребиотики – избирательно ферментируемые кишечными микроорганизмами ингредиенты пищи, специфически меняющие состав и/или активность микрофлоры, что ведет к улучшению самочувствия и здоровья человека [3]. В августе 2017 года эксперты Международной научной ассоциации пробиотиков и пребиотиков (International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics, ISAPP) предложили новое определение термина: «пребиотик – субстрат, который селективно используется микроорганизмами хозяина, что обеспечивает пользу для его здоровья» [4].

К пребиотикам предъявляются достаточно строгие требования: они не должны подвергаться гидролизу пищеварительными

ферментами человека, а также абсорбироваться в верхних отделах пищеварительного тракта, при этом должны селективно стимулировать один вид или определенную группу микроорганизмов, резидентных для толстой кишки.

Подавляющее большинство пребиотических веществ – это углеводы, которые не перевариваются пищеварительными ферментами человека, но могут служить питательным субстратом для полезных бактерий, обитающих в толстой кишке. Некоторые из них, например, олигосахариды, можно найти в натуральных продуктах. Примерами пребиотиков являются инулин, фруктоолигосахариды (FOS), галактоолигосахариды (GOS), олигосахариды сои и сложные полисахариды, которые состоят из пищевых волокон. **Наиболее изученными в мире пребиотическими волокнами являются инулин и олигофруктоза.**

Открытие инулина связывают с именем немецкого фармаколога, выделившего в 1800-е углеводов растений из корней девясила (*Inula helenium*), получивший название «инулин». Инулин уже давно используется в качестве подсластителя для пациентов с сахарным диабетом.

Инулин – это естественный запасной углевод, который встречается в более чем 30 000 растений. В отличие от крахмала – широко распространенного резервного полисахарида растений – инулин представляет собой полимер D-фруктозы, содержащий до 27 – 35 остатков фруктозы в фуранозной форме и один остаток глюкозы. Основными источниками инулина являются клубни топинамбура и георгины, корни цикория, одуванчика лекарственного, артишока и др. Так, содержание инулина в топинамбуре и цикории составляет 65–72 %, в клубнях георгины, корнях одуванчика, пастернаке, луке-порее – 15 %, репчатом луке – 2–6 %, спарже – 10–15 %, девясиле – 9–12 %, банане – 0,58–1,09 %, пшеничной и рисовой муке 1–4 % [5]. В растениях инулин находится в виде смеси олиго- и полисахаридов фруктозы в диапазоне от 2 до 100 ед., что зависит от вида и возраста растений, а также метода экстракции [6].

Физико-химические и функциональные свойства инулина связаны со степенью полимеризации (DP), а также наличием разветвлений в структуре. Так, существуют инулины низкомолекулярные (средняя степень полимеризации 10 и ниже) и высокомолекулярные (средняя степень полимеризации 20 и выше, до 35).

Свойства низкомолекулярных и высокомолекулярных инулинов существенно различаются. Низкомолекулярные инулины слегка сладковаты и хорошо растворяются в холодной воде, а высокомолекулярные имеют нейтральный вкус и с трудом растворяются даже при кипячении. Общеизвестен тот факт, что чем выше степень полимеризации, тем выше биологическая активность инулина [3].

Механизмы взаимодействия пребиотиков с организмом хозяина представлены в таблице 2.

Таблица 2. Механизмы взаимодействия пребиотиков с организмом хозяина

Метаболические эффекты	<ul style="list-style-type: none"> • Продукция короткоцепочечных жирных кислот • Метаболизм жиров • Абсорбция ионов (Ca, Fe, Mg)
Усиление иммунитета хозяина	<ul style="list-style-type: none"> • Продукция иммуноглобулина А • Модуляция цитокинов и др.

Механизмы реализации благоприятных эффектов инулина и других пребиотиков на организм хозяина изучаются уже более трех десятилетий, и эти исследования продолжаются. Выделяют прямые и непрямые эффекты инулина.

Прямое влияние – это непосредственные эффекты потребления пребиотика инулина на здоровье хозяина. Так, исследования *in vitro* и *in vivo* продемонстрировали устойчивость инулина к соляной кислоте желудочного сока и пищеварительным ферментам желудочно-кишечного тракта человека [7]. β-связь этих молекул не расщепляется α-глюкозидазами кишечника, в связи с чем они не перевариваются и достигают толстой кишки, где утилизируются микроорганизмами (бактериальная ферментация инулина и стимулирующее влияние на рост бифидофлоры) [8]. В экспериментальном исследовании [9] отмечено, что диета, обогащенная инулином или олигофруктозой, способствует увеличению микробной массы в толстой кишке, снижению pH кишечного содержимого, увеличению числа молочнокислых бактерий и снижению количества колиформных микроорганизмов. В другом исследовании установлено, что пребиотический индекс инулина, т. е. прирост числа бифидобактерий в единице объема содержимого толстой кишки (КОЕ/г) на единицу (г) принятого вещества составляет $4,00 \pm 0,82 \cdot 10^8$ [8].

В отличие от других пребиотиков, например лактулозы, снижающей образование бутирата и пропионата в толстой кишке в пользу ацетата, инулин является источником эндогенной масляной кислоты, выделяющейся при ферментировании инулина бутират-продуцирующими бактериями. В образцах фекалий, полученных от лиц, употреблявших в пищу инулин, отмечалось повышенное содержание важнейшей бутират-продуцирующей бактерии *Faecalibacterium prausnitzii* [10]. Установлено, что введение инулина способно снизить воспаление кишечника [11], а также предотвратить образование предраковых и опухолевых очагов в толстой кишке путем стимуляции апоптоза колоноцитов [12].

Отмечено, что использование инулина в качестве заменителя жира и сахара приводит к снижению калорийности потребляемой пищи [13]. Инулин также известен своей антиоксидантной активностью [14] и противовоспалительным (защитным) действием.

По данным исследований, также было установлено, что инулин снижает риск возникновения остеопороза за счет повышения всасывания кальция в толстой кишке; снижает вероятность развития сахарного диабета [8].

Применение в клинической медицине

Кишечный микробиоценоз представляет собой высокоорганизованную систему, реагирующую качественными и количественными сдвигами на различные условия жизнедеятельности, здоровья и болезни. Нормофлора человека выполняет различные жизненно важные функции, в том числе обеспечивает процессы переваривания и всасывания, синтез витаминов, аминокислот, ферментов, оказывает подавляющее действие на патогенную микрофлору, обеспечивает иммунорегулирующую функцию и антиинфекционную защиту, принимает участие в синтезе иммуноглобулинов и в морфогенезе иммунной системы [15]. Микрофлора толстого кишечника считается биогенным фактором, в значительной степени определяющим состояние организма [16].

Данные биомедицинских исследований позволили установить связь дисбиотических нарушений микробиоценоза желудочно-кишечного тракта с широким спектром заболеваний. В исследовании Ю. А. Слащовой [17] показано, что развитие экспериментального антибиотик-ассоциированного дисбиоза в организме животных приводит к нарушению гомеостаза в толстой кишке, которое выражается в изменении состава микробиоты и смещении прооксидантно-антиоксидантного баланса колоноцитов.

Продемонстрировано, что негативные изменения микробиоты кишечника посредством снижения детоксикационной функции индигенной флоры ведут к увеличению функциональной нагрузки на печень. Получены данные о влиянии алкоголя на состав микробиоты кишечника [18]. Установлена решающая роль метаболита этанола – ацетальдегида – в нарушении барьерной функции кишечника [19].

В исследовании Л. П. Кнышовой [20] изучены изменения кишечной микробиоты при экспериментальной хронической алкоголизации. Отмечено, что хроническая алкогольная интоксикация приводит к изменению качественного и количественного состава биоценоза кишечника, характеризующегося смещением равновесия в сторону патогенной флоры, сокращением сахаролитической микробиоты – *Lactobacterium spp.*, *Bifidobacterium spp.* на 2–4 порядка, увеличением протеолитической микрофлоры – *Enterococcus spp.*, *Staphylococcus spp.* на 3–4 порядка, с увеличением активности аэробов на высоте алкогольбусловленной интоксикации. Обнаружено появление типичных представителей дисбиотических процессов – *Candida spp.* и *Proteus spp.* Этому соответствовало увеличение экспрессии провоспалительных цитокинов (интерлейкина (ИЛ)-1β и ИЛ-6 в плазме крови более чем в 2 раза, незначительное повышение фактора некроза опухоли-α).

Пребиотики действуют путем модуляции профиля микробиоты кишечника и служат в качестве субстрата для производства метаболически активных веществ, в частности короткоцепочечных жирных кислот (см. табл. 2). Известно, что по мере нормализации моторики нормализуется и микрофлора кишечника, с другой

стороны, восстановление активности и количества микрофлоры может способствовать улучшению моторики [21].

В исследовании Т. Д. Звягинцевой и соавт. [22] изучена терапевтическая эффективность инулина (по 1 пакету-саше (6 г) 2 раза в день перед приемом пищи) у больных с синдромом раздраженного кишечника с запорами. Длительность исследования составила 3–4 недели. Установлено, что лечение эффективно уменьшает частоту и интенсивность клинических симптомов, улучшает транзит кишечного содержимого и повышает частоту испражнений, смягчает консистенцию каловых масс, улучшает качество жизни пациентов с запорами, наряду с хорошей переносимостью терапии.

Продемонстрировано, что дисгемеостаз магния может оказывать влияние на сосудистый тонус, эндотелиальную функцию, липидный обмен, агрегацию тромбоцитов, систему коагуляции и проводящую систему сердца, что обуславливает актуальность данной проблемы для практического здравоохранения [23]. Особенно это важно на начальных стадиях заболевания, поскольку позволяет предупредить или замедлить появление сосудистых осложнений. Отмечено, что инулин улучшает усвояемость магния, способствует снижению артериального давления у пациентов с гиперлипидемией [23].

Влияние на липидный обмен

В исследовании *in vivo* [19] установлено, что при переходе на диету с большим количеством жира разнообразие кишечной микробиоты существенно уменьшается, в частности, уменьшается количество представителей филума *Bacteroidetes*, а филума *Firmicutes* – возрастает, что ассоциируется с увеличением уровней холестерина липопротеинов низкой плотности (ХС-ЛПНП), триглицеридов и снижением холестерина липопротеинов высокой плотности (ХС-ЛПВП). Добавление к питанию пребиотиков *Lactobacillus rhamnosus* приводило к восстановлению уровней бактерий филумов *Bacteroidetes* и *Firmicutes*. Продемонстрирована прямая ассоциация между уровнем *Ruminococcus* (*Clostridium* кластер XIVa) и уровнем триглицеридов в крови [24], а также между числом бактерий *Dorea* и общим холестерином (ОХС) и ХС-ЛПНП, количеством *Enterococcus* и уровнем ХС-ЛПВП [19]. Установлено, что количество *Bifidobacterium longum* прямо коррелирует с уровнем ХС-ЛПВП [25]. Предполагается, что некоторые молочнокислые бактерии снижают всасывание холестерина в кишечнике [26].

Wu и соавт. [27] провели систематический обзор 9 исследований по оценке влияния инулиноподобных фруктанов на показатели липидного обмена в крови. Продемонстрировано, что у пациентов с гиперлипидемией употребление с пищей инулиноподобных фруктанов до 17 г/сут приводило к существенному улучшению липидного профиля в крови, что, соответственно, способствует снижению сердечно-сосудистого риска. Отмечено, что улучшение липидного профиля при добавлении инулиноподобных фруктанов во многом зависело от вида диеты, на фоне которой проводилась терапия, и патофизиологического состояния пациентов.

Продемонстрировано, что фруктаны инулиноподобного типа улучшают липидный профиль за счет ряда механизмов [28]:

- снижение экспрессии генов печеночных ферментов, ответственных за синтез липидов *de novo*;
- повышение активности фермента липопротеинлипазы в мышцах;
- увеличение продукции короткоцепочечных жирных кислот;
- изменение продукции полиаминов, которые увеличивают синтез сатиогенного пептида;
- изменение уровня глюкозы в крови и инсулинемии;
- увеличение фекальной экскреции солей желчных кислот и холестерина;
- увеличение популяции *Bifidobacterium*.

Ожирение и сахарный диабет

В развитии метаболических нарушений важную роль играет системное воспаление (рис. 1) [29]. Установлено, что при ожирении увеличивается содержание липополисахарида (ЛПС), который является составной частью клеточной стенки грамотрицательных бактерий (Грам(-)) и мощным фактором вирулентности. ЛПС из клеток толстого кишечника транспортируется в кровеносное русло с помощью хиломикронов или через межклеточные промежутки в стенке кишки и путем образования комплекса CD14 с Toll-подобным рецептором-4 макрофагов и клеток эндотелия вызывает выброс провоспалительных цитокинов: интерлейкина-1, интерлейкина-6, фактора некроза опухоли-альфа [30]. Это ведет к развитию хронического системного воспаления и далее к снижению чувствительности к инсулину, увеличению липогенеза в печени, активации воспаления в жировой ткани [31].

Существует ряд механизмов, объединяющих ожирение и эндотоксемию. Один из них ассоциируется со способностью диеты с высоким содержанием жиров вызывать гибель Грам(-) флоры и высвобождение большого количества ЛПС. Другой механизм связывают со способностью избыточного потребления жиров повышать содержание хиломикронов в кишечнике, что способствует увеличению ЛПС [31].

Одной из главных функций кишечной микрофлоры является расщепление пищевых волокон, конечным продуктом ферментации которых являются короткоцепочечные жирные кислоты – уксусная, пропионовая, масляная. Короткоцепочечные жирные кислоты являются субстратами для многих тканей: участвуют в глюконеогенезе в печени, служат основным источником энергии для колоноцитов, являются лигандами G-протеинсвязывающих рецепторов (GPR-41, GPR-43, GPR109A) [31]. Установлено, что при ожирении наблюдается уменьшение числа бутиратпродуцирующих бактерий, содержания короткоцепочечных жирных кислот, лакто- и бифидобактерий.

Микрофлора кишечника активно участвует в метаболизме желчных кислот путем преобразования части первичных желчных кислот, поступивших в кишечник с желчью, во вторичные желчные кислоты, которые активируют секрецию глюкагоноподобного пептида 1 (ГПП-1), вероятнее всего, действуя на мембранные рецепторы желчных кислот (TGR-5-рецепторы), что способствует увеличению толерантности к глюкозе, возрастанию потребления энергии бурой жировой тканью и скелетными мышцами, предотвращая развитие инсулинорезистентности и ожирения [32].

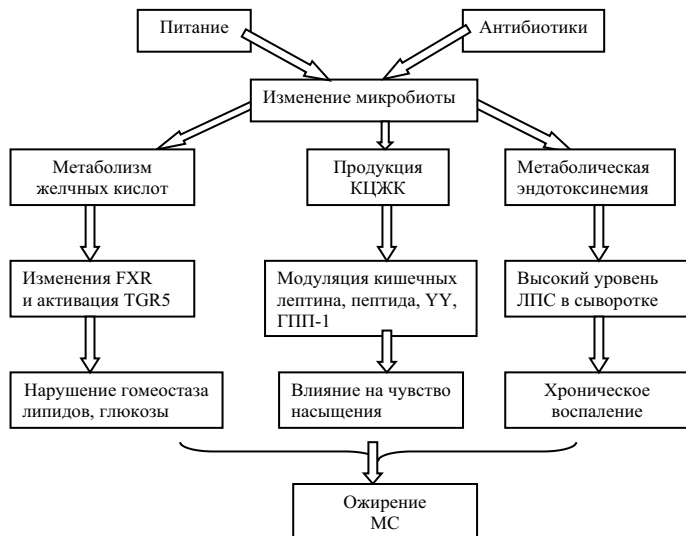


Рис. 1. Механизмы, лежащие в основе изменения кишечной микробиоты (адаптировано из [30]): КЦЖК – короткоцепочечные жирные кислоты; FXR – фарнезольный рецептор; G – белковый рецептор клеточной мембраны; пептид YY – пептид тирозин-тирозин; ГПП-1 – глюкагоноподобный пептид 1 типа; ЛПС – липополисахарид; МС – метаболический синдром

В нескольких исследованиях было оценено влияние пребиотиков на состав кишечной микрофлоры. В эксперименте добавление к питанию инулина приводило к увеличению *Bifidobacterium* и снижению *C. Perfringens* [33]. В исследовании на мышах с индуцированным ожирением прием пребиотика привел к уменьшению *Firmicutes* и увеличению *Bacteroidetes*, а также к увеличению *A. muciniphila*, чья популяция отрицательно коррелирует с ожирением. Исследования у человека также показали стимулирующий эффект пребиотиков на рост *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* и *F. prausnitzii* [34]. Путем увеличения и изменения состава кишечной микрофлоры пребиотики оказывают множество положительных эффектов, таких как стимуляция роста бифидо- и лактобактерий, снижение pH содержимого кишечника, регуляция физиологической деятельности кишечника, продукция короткоцепочечных жирных кислот, угнетение образования фактора некроза опухоли- α , интерлейкина-8, лейкотриенов [35].

В исследовании Ю. В. Козыренко [36], включавшем пациентов с СД 2-го типа, установлены нарушения микробиоценоза кишечника со снижением количества бифидо- и лактобактерий, снижением количества типичных *E. coli*, увеличением количества дрожжеподобных грибов рода *Candida*, проявляющиеся симптомами кишечной диспепсии, чаще в виде запоров, диареи или смены запоров диареей, астеноневротическим синдромом и симптомами гиповитаминоза. Автором показано, что 4-недельное применение препарата на основе инулина в комплексной терапии обострения хронического панкреатита у больных СД 2-го типа с выявленным дисбиозом кишечника приводило к купированию клинических симптомов у большего количества пациентов и восстановлению экосистемы кишечника у 93 % пациентов (в группе плацебо – у 73 %). Отмечено, что добавление препарата на основе инулина к комплексной терапии больных СД 2-го типа приводило к существенному гипохолестеринемическому эффек-

ту (снижению уровня общего холестерина на 11 % и триглицеридов на 21 %) и положительному влиянию на углеводный обмен (снижение показателей постпрандиальной глюкозы крови на 12,5 %, HbA1c – на 8 %).

Заключение

Влияние на микробиоту кишечника является перспективным направлением в лечении и профилактике различных заболеваний. В этом направлении перспективными препаратами, влияющими на микробиоту, являются пребиотики. К наиболее изученным пребиотикам относится инулин. Продолжающиеся исследования пребиотиков постоянно расширяют показания к их применению. Результаты исследований демонстрируют, что добавление инулина к традиционной терапии ряда заболеваний желудочно-кишечного тракта, метаболического синдрома и т. д. может способствовать повышению эффективности терапевтических схем, а также позволяет с высокой эффективностью проводить коррекцию и профилактику нарушений микробиоценоза.

Дополнительная информация. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Список использованной литературы

- WGO Global Guideline Probiotics and prebiotics / F. Guarner, M. E. Sanders, R. Eliakim [et al.], 2017
- Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics / G. Gibson, R. Hutkins, M. Sanders [et al.] // Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol. – 2017. – Vol. 14. – P. 491–502.
- Гриневич В. Б. Пребиотики как основа микробиоценоз-ориентированной терапии / В. Б. Гриневич, С. М. Захаренко, Е. И. Сас // Лечащий врач. – 2008. – № 12. – С. 24.
- Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics / G. R. Gibson, H. M. Probert, J. Van Loo [et al.] // Nutrition Research Reviews. – 2004. – Vol. 17 (2). – P. 259–275.
- Выделение инулина из различного растительного сырья / Л. С. Манукян, В. Т. Кочикян, Н. А. Андреасян [и др.] // Биолог. журн. Армении. – 2014. – № 4 (66).
- Шепелева Н. С. Интенсификация выделения инулина из клубней топинамбура с помощью ультразвука / Н. С. Шепелева, Б. А. Кареткин // Успехи в химии и химической технологии. – 2007. – Т. XXI, № 5 (73). – С. 35–38.
- Cherbut C. Inulin and oligofructose in the dietary fibre concept / C. Cherbut // Br. J. Nutr. 2002. – Vol. 87. – Suppl 2. – P. s159–s162.
- Roberfroid M. Prebiotics: the concept revisited / M. Roberfroid // J. Nutr. – 2007. – Vol. 137. – P. 830S–837S.
- Dietary carbohydrate source influences molecular fingerprints of the rat faecal microbiota / T. R. Licht, M. Hansen, M. Poulsen, L. O. Dragsted // BMC Microbiol. – 2006. – 30 (6). – P. 98.
- Diversity of human colonic butyrate-producing bacteria revealed by analysis of the butyryl-CoA: acetate CoA-transferase gene / P. Louis, P. Young, G. Holtróp, H. J. Flint // Environ Microbiol. – 2010. – Vol. 12 (2). – P. 304–314.
- Effect of dietary inulin supplementation on inflammation of pouch mucosa in patients with an ileal pouch-anal anastomosis / C. F. Welters [et al.] // Dis. Colon. Rectum. – 2002. – Vol. 45. – P. 621–627.
- Experimental evidences on the potential for prebiotic fructans to reduce the risk of colon cancer / B. Pool-Zobel [et al.] // Br. J. Nutr. – 2002. – Vol. 87 Suppl 2. – S. 273–281
- Franck A. Food applications of prebiotics / A. Franck // Handbook of Prebiotics. – 2008. – P. 437–448.
- Antioxidant activity of inulin and its role in the prevention of human colonic muscle cell impairment induced by lipopolysaccharide mucosal exposure / V. Pasqualetti, A. Altomare, M. P. L. Guarino [et al.] // PLoS One. – 2014. – Vol 9 (5). – P. e98031.
- Canny G. O. Bacteria in the Intestine, Helpful Residents or Enemies from Within? / G. O. Canny, B. A. McCormick // Infect. Immun. – 2008. – Vol. 76, No. 8. – P. 3360–3373.
- Особенности микробиоценоза толстой кишки при дисбиотических нарушениях / И. В. Валышева и др. // Журн. микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. – 2011. – № 1. – С. 67–70.

17. Слащова Ю. А. Состояние микробиоценоза толстой кишки при экспериментальном дисбиозе и его коррекции : автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. мед. наук / Ю. А. Слащова. – Курск, 2018.
18. Bifidobacterium longum with fructo-oligosaccharide (FOS) treatment in minimal hepatic encephalopathy: a randomized, double-blind, placebo-controlled study / M. Malaguartera, F. Greco, G. Barone [et al.] // Dig. Dis. Sci. – 2007. – Vol. 52 (11). – P. 3259–3265.
19. The effect of Lactobacillus rhamnosus hsrlym 1301 on the intestinal microbiota of a hyperlipidemic rat model / D. Chen, Z. Yang, X. Chen [et al.] // BMC Complement Altern Med. – 2014. – Vol. 14. – P. 386.
20. Кнышова Л. П. Состояние микробиоты кишечника на фоне хронической алкогольной интоксикации (экспериментальное исследование) : автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. мед. наук / Л. П. Кнышова. – Волгоград, 2018.
21. Randomised clinical trial: colestyramine vs. hydroxypropylcellulose in patients with functional chronic watery diarrhoea / F. Fernandez-Banares, M. Rosinach, M. Piqueras [et al.] // Aliment Pharmacol Ther. – 2015. – Vol. 41. – P. 1132–1140. DOI: 10.1111/apt.13193.
22. Звягинцева Т. Д. Синдром раздраженного кишечника с запором: возможности пребиотической терапии / Т. Д. Звягинцева, А. И. Чернобай
23. Громова О. А. Пищевые продукты: содержание и усвоение магния / О. А. Громова, И. Ю. Торшин, В. М. Коденцова // Терапия. – 2016. – Vol. 5 (9). – P. 50–60.
24. Associations between the human intestinal microbiota, Lactobacillus rhamnosus GG and serum lipids indicated by integrated analysis of high-throughput profiling data // L. Lahti, A. Salonen, R. A. Kekkonen [et al.] // Peer J. – 2013. – Vol. 1. – P. e32.
25. Acarbose treatment affects the serum levels of inflammatory cytokines and the gut content of bifidobacteria in Chinese patients with type 2 diabetes mellitus / Su B., Liu H., Li J. [et al.] // J. Diabetes. – 2014. – DOI: 10.1111/1753-0407.12232.
26. Probiotic Lactobacillus rhamnosus GG and Aloe vera gel improve lipid profiles in hypercholesterolemic rats / M. Kumar, S. Rakesh, R. Nagpal [et al.] // Nutrition. – 2013. – Vol. 29, № 3. – P. 574–579.
27. Systematic review of the effects of inulin-type fructans on blood lipid profiles: a meta-analysis / T. Wu, Y. Yang, L. Zhang, J. Han // Journal of Hygiene Research. – 2010. – Vol. 39 (2). – P. 172–176.
28. Sandra Aparecida dos Reis, Lisiane Lopes da Conceição, Damiana Diniz Rosa et al. Mechanisms used by inulin-type fructans to improve the lipid profile // Nutr Hosp. – 2015. – Vol. 31. – P. 528–534.
29. Kuznetsova E. E. The microbiota of intestine. The role in development of various pathologies / E. E. Kuznetsova, V. G. Gorokhova, S. L. Bogorodskaya // Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika.–2016– Vol. 61 (10). – P. 723–726.
30. Tseng C. H. The gut microbiome in obesity / C. H. Tseng, C. Y. Wu // J. Formos. Med. Assoc. – 2019. – Vol. 118 Suppl. 1. – S3–S9.
31. Айтбаев К. А. Ожирение и метаболический синдром: патофизиологическая роль кишечной микробиоты и потенциальные возможности альтернативной терапии / К. А. Айтбаев, И. Т. Муркамилов // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2017. – Т. 6, № 3. – С. 120–130.
32. Покровская Е. В. Новые взгляды на состояние кишечной микробиоты при ожирении и сахарном диабете 2 типа. Обзор литературы / Е. В. Покровская, М. Ш. Шамхалова, М. В. Шестакова // Сахарный диабет. – 2019. – Т. 22, № 3. – С. 253–262.
33. The Gastrointestinal Microbiome: A Review / P. C. Barko, M. A. McMichael, K. S. Swanson, D. A. Williams // J. Vet. Intern. Med. – 2018. – Vol. 32 (1). – P. 9–25.
34. Gut Microbiota Modulation and Its Relationship with Obesity Using Prebiotic Fibers and Probiotics: A Review / D. K. Dahiya, Renuka, M. Puniya [et al.] // Front Microbiol. – 2017. – Vol. 8. – P. 563.
35. Шварц В. Ожирение и кишечная микрофлора / В. Шварц, А. Ногаллер // Врач. – 2014. – № 10. – С. 39–43.
36. Козыренко Ю. В. Фармакологическая коррекция нарушений биоценоза кишечника у больных сахарным диабетом 2 типа : автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. мед. наук / Козыренко Ю. В., 2009

Резюме

Потенціал інуліну в терапевтичній практиці

I. I. Knyazkova

Харківський національний медичний університет, Харків, Україна

Застосування пробіотиків, пребіотиків, синбіотиків і метабіотиків, на сьогоднішній день викликає все більший інтерес дослідників і практичних лікарів. У статті описані механізми взаємодії пребіотиків з організмом господаря. До найбільш вивчених пребіотиків належить інулін, зареєстрований і представлений на фармацевтичному ринку України препаратом Інулін-NEO.

Ключові слова: інулін, пребіотики, лікування

Summary

The potential of inulin in therapeutic practice

I. I. Knyazkova

Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

The use of probiotics, prebiotics, synbiotics and metabiotics today is of increasing interest to researchers and practitioners. The article describes the mechanisms of interaction of prebiotics with the host organism. The most studied prebiotics include inulin, registered and presented to the pharmaceutical market of Ukraine by the drug Inulin-NEO.

Key words: inulin, prebiotics, treatment