

УДК:616.379-008.64+577.121+577.124

**ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

Л.И. Надольник, В.Ч. Полубок

Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие
«Институт биохимии биологически активных соединений Национальной академии наук
Беларуси», lnadolnik@tut.by

Аннотация. Получены экстракты 40 лекарственных растений, которые могут использоваться для создания пищевых добавок. Проведено тестирование их антиоксидантных свойств *in vitro*, а

также гипогликемических и гиполипидемических, в экспериментальной модели диабета 2 типа у крыс.

Ключевые слова: пищевые добавки, экстракты растений, антиоксидантные свойства, гипогликемические, гиполипидемические свойства.

Значительный рост социально значимых заболеваний человека в современном мире обусловлен во многом высоким уровнем стресса в современном обществе. Это предполагает широкое использование различных средств профилактики; по-видимому, наилучшие из них – природные растительные пищевые добавки, учитывая очень богатый состав химических соединений, синтезирующихся и содержащихся в различных растениях.

Для обогащения продуктов питания широко используются приправы (тмин, анис, кориандр и др.), но в качестве пищевых добавок могут использоваться мелкоизмельченные смеси лекарственных растений или водные, водно-спиртовые экстракты на их основе. Особый интерес представляет создание пищевых добавок и функциональных продуктов питания для людей возрастных групп, имеющих нарушения функции сердечно-сосудистой системы, избыточную массу тела, диабет 2 типа, сопровождающийся инсулинорезистентностью, онкологические и другие заболевания.

В этом плане значительный интерес представляют лекарственные растения, богатые различными природными соединениями: флавоноидами, фенольными соединениями, антоцианами, витаминами с антиоксидантным действием, а также соединениями, содержащими сульфгидрильные группы [1, 2].

Цель исследования: оценить антиоксидантную эффективность водных экстрактов лекарственных растений, изучить их влияние на показатели углеводного и липидного обмена у крыс при инсулинорезистентности и диабете 2 типа.

Водные экстракты лекарственных растений были получены в виде сухих порошков. Для тестирования использованы следующие лекарственные растения: лист черники (*Bilberry folium*); створки бобов фасоли (*Valvae fructum Phaseoli vulgaris*); лист толокнянки (*Uvae ursi folia*); семя льна (*lini semina*) + лист березы (*Betula folia*) (1:1); лист грецкого ореха (*Folia Juglandis regiae*); трава зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum*); семена фенхеля (*Foeniculum dulcis fructus*); трава люцерны посевной (*Herba Medicaginis sativae*); плоды топинамбура (*Jerusalem cactus*) и лист топинамбура (*Jerusalem cactus foliorum*) (1:1) и др.

Тестирование антиоксидантных свойств экстрактов лекарственных растений проведено по ингибированию реакции Фентона (в исследованиях *in vitro*). Гипогликемические и гиполипидемические свойства экстрактов оценивались также при введении самкам крыс с диабетом 2 типа на фоне употребления высокожировой диеты. Диабет 2 типа моделировали внутрибрюшинным введением самкам крыс стрептозотоцина (ChemCruz, U-9889) в дозе 40 мг/кг после 12 недель употребления высокожировой диеты (ВЖД). Калорийность ВЖД составляла 4,5 ккал/г, контрольные животные содержались на стандартной диете вивария (2,2 ккал/г). Растворы экстрактов вводились животным утром натощак интрагастрально в дозе 100 мг/кг в течение 4 недель. В сыворотке крови крыс были измерены концентрации глюкозы, триглицеридов, общего холестерина, ЛПВП, ЛПНП с использованием коммерческих наборов («АнализМед», Республика Беларусь).

В исследованиях *in vitro* оценивалась способность полученных экстрактов (в концентрации 10 мг/мл) ингибировать свободнорадикальные процессы в реакции Фентона. Выявлены выраженные антиоксидантные эффекты у экстрактов следующих лекарственных растений: лист толокнянки, лист грецкого ореха, лист брусники – полностью ингибировали наработку альдегидных продуктов ПОЛ (98–100%); лист черники, трава зверобоя продырявленного, куркумин, лист шалфея – ингибировали ПОЛ более чем на 90%. Лист мяты перечной, листья березы, лист топинамбура – ингибировали наработку ТБКРС более чем на 50%; плоды калины, корень айра, трава люцерны посевной, корень солодки, плоды аронии – ингибировали наработку ТБКРС более чем на 25%. Эффекты всех остальных исследуемых экстрактов были менее выраженными. Полученные результаты предполагают, что вышеназванные экстракты могут использоваться для создания натуральных пищевых добавок с эффективными антиоксидантными свойствами. Механизмы антиоксидантного действия растительного сырья определяются наличием природных соединений – флавоноидов, фенольных соединений, антоцианов, витаминов с антиоксидантным действием, а также соединений, содержащих сульфгидрильные группы [1, 2].

Уровень глюкозы в капиллярной крови натошак в группе диабет 2 типа составлял $6,55 \pm 1,46$ ммоль/л, но не отличался от значений контрольной группы, что соответствует представлениям о развитии у крыс диабета 2 типа. Введение экстрактов лекарственных растений в течение 4 недель в дозе 10 мг/кг незначительно изменило этот показатель: у группы животных, получавших экстракт травы фенхеля обыкновенного, уровень глюкозы был менее 5,0 ммоль/л. ($4,81 \pm 0,17$ ммоль/л), у 2-х групп – менее 5,3 ммоль/л (экстракт створок плодов фасоли: $5,13 \pm 0,14$ ммоль/л., и экстракт травы люцерны посевной: $5,22 \pm 0,19$ ммоль/л.) – таблица 1. У трех групп животных уровень глюкозы был менее 5,5 ммоль/л. – это экстракты листьев и плодов топинамбура, травы зверобоя и листа толокнянки.

Таблица 1. – Влияние экстрактов лекарственных растений на концентрацию глюкозы в капиллярной крови и сыворотке крови крыс с диабетом 2 типа на фоне употребления высокожировой диеты (n=9–10).

Показатель	Контроль	Диабет 2 типа	Створки фасоли	Трава зверобоя	Семена фенхеля	Трава люцерны посевной	Плоды и лист топинамбура
	1	2	3	4	5	6	7
Глюкоза, капиллярн. кровь	$4,89 \pm 0,15$	$6,55 \pm 1,46$	$5,13 \pm 0,14$	$5,51 \pm 0,22$	$4,81 \pm 0,17$	$5,22 \pm 0,19$	$5,33 \pm 0,12$
Глюкоза, сыворотка	$5,60 \pm 0,18$	$13,41 \pm 2,98$ *	$6,38 \pm 0,26$	$7,67 \pm 1,14$	$6,14 \pm 0,36$	$6,67 \pm 0,30$	$7,20 \pm 0,29$ #

Примечание – * - $p < 0,05$; # - $0,05 > p > 0,1$ – по сравнению с группой контроль

Эффекты экстрактов лекарственных растений более значимо проявлялись в сыворотке крови крыс (натошак). В группе животных с диабетом (ВЖД+СТЗ) концентрация глюкозы была повышена в 2,4 раза по сравнению с группой контроль, и составляла $13,41 \pm 2,98$ ммоль/л ($p = 0,0006$). Введение экстрактов значительно снизило этот показатель: – соответственно, трава фенхеля (в 2,2 раза), створки плодов фасоли (в 2,1 раза), трава люцерны посевной (в 2,0 раза), лист и плоды топинамбура (в 1,86 раза), трава зверобоя (в 1,74 раза) – таблица 1.

Исследуемые экстракты значительно в меньшей степени влияли на показатели липидного обмена у крыс, – но, тем не менее, необходимо отметить снижение концентрации триглицеридов (в 1,69 раза по сравнению с группой диабет 2 типа), ЛПНП (в 2,62 раза), и повышение ЛПВП (в 1,25 раза) при введении экстракта створок плодов фасоли; повышение концентрации ЛПВП отмечено и при введении экстракта травы люцерны посевной (таблица 2).

Полученные результаты показывают, что исследованные нами растительные экстракты обладают хорошей эффективностью в снижении уровня глюкозы при инсулинорезистентности и диабете, а также улучшают показатели липидного профиля у крыс. Механизмы выявленных эффектов представляют значительный интерес, – но, тем не менее, важно использовать экстракты данных растений как пищевые добавки для профилактики развития инсулинорезистентности и нарушений липидного обмена.

Таблица 2. – Влияние экстрактов лекарственных растений на липидный профиль сыворотки крови крыс с диабетом 2 типа на фоне употребления высокожировой диеты (n=9–10).

Показатель	Контроль	Диабет 2 типа	Створки фасоли	Трава зверобоя	Семена фенхеля	Трава люцерны посевной	Плоды и лист топинамбура
	1	2	3	4	5	6	7
Триглицериды,	$1,86 \pm 0,23$	$2,44 \pm 1,02$	$1,44 \pm 0,16$	$2,00 \pm 0,16$	$2,23 \pm 0,58$	$2,41 \pm 0,53$	$3,38 \pm 0,86$
ЛПВП,	$0,92 \pm 0,04$	$1,09 \pm 0,06$	$1,15 \pm 0,04$ *	$0,91 \pm 0,09$	$1,03 \pm 0,04$	$1,13 \pm 0,05$ *	$0,94 \pm 0,05$
ЛПНП,	$0,63 \pm 0,13$	$1,23 \pm 0,34$	$0,47 \pm 0,13$ †	$0,27 \pm 0,09$	$0,88 \pm 0,23$	$0,70 \pm 0,25$	$1,12 \pm 0,14$

Примечание – * - $p < 0,05$ – по сравнению с группой контроль; † - $p < 0,05$ по сравнению с группой диабет

Створки плодов фасоли применяются в народной медицине для коррекции уровня глюкозы при диабете; в проведенных нами исследованиях установлены положительные эффекты водного экстракта створок плодов фасоли обыкновенной не только на углеводный обмен, но и на метаболизм липидов, что представляет интерес для профилактики и коррекции избыточной массы тела и жировой болезни печени. Полученные данные согласуются с результатами недавних исследований фасоли, где установлено, что употребление вареной фасоли или сапонинов может снизить риск развития диабетических осложнений, что связывают с гипогликемическими свойствами сапонинов, их антиоксидантной активностью и влиянием на высокий уровень холестерина [3].

Трава люцерны посевной является недостаточно изученным растением; в настоящее время её химический состав, а также механизмы её гипогликемических свойств, влияние на метаболизм при различных заболеваниях активно изучаются. Антидиабетические свойства плодов топинамбура достаточно хорошо известны, однако, как показали наши исследования, не менее ценными свойствами обладает и лист топинамбура.

Значительный рост заболеваний, связанных с избыточной массой тела и ожирением, а также метаболическим синдромом, который включает развитие инсулинорезистентности и диабета 2 типа, предполагает разработку эффективных мер профилактики. Одна из этих мер – разработка и выпуск продуктов питания, защищающих организм от воздействия факторов внешней среды (хронический стресс), а также способствующих оптимизации антиоксидантной и иммунной систем организма.

Применение экстрактов лекарственных растений, содержащих природные комплексы химических веществ, обладающих гипогликемическими свойствами и улучшающих липидный обмен, является перспективным для разработки способов профилактики и коррекции проявлений метаболического синдрома. Разработка функциональных продуктов питания, обогащенных растительными экстрактами, по-видимому, является наиболее дешевым и простым способом профилактики социально значимых заболеваний человека и улучшения его здоровья.

Список использованных источников

1. Di Lorenzo C., Colombo F., Biella S. Polyphenols and Human Health: The Role of Bioavailability // *Nutrients*. – 2021. – Vol. 13, №1. – P. 273.
2. Hendawy O. M. Nano-Delivery Systems for Improving Therapeutic Efficiency of Dietary Polyphenols // *Altern Ther Health Med*. – 2021. – Vol. S1. – P. 162–177.
3. Consumption of Cooked Common Beans or Saponins Could Reduce the Risk of Diabetic Complications / D. Calderón Guzmán [et al.] // *Diabetes Metab Syndr Obes*. – 2020. – Vol.13. – P. 3481–3486.